

# Dimensionamento de sistema de ventilação local exaustora (VLE): estudo de caso de uma indústria de móveis, em ST<sup>a</sup> Terezinha de Itaipu, PR, Brasil

## *Design of system local exhaust ventilation (LEV): A case study of furniture industry in Sta Terezinha de Itaipu, Parana, Brazil*

**Eduardo Borges Lied**

Engenheiro Ambiental, Departamento de Pós-Graduação em Engenharia Química,  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Rua da Faculdade, 645  
85903-000, Toledo, PR, Brasil  
lied.eduardo@gmail.com

### Resumo

São inúmeras as fontes de poluição atmosférica, assim sendo seu controle é primordial para a promoção de um ambiente com menor potencial de riscos à saúde humana. Desta forma, este trabalho tem por objetivo relevar o uso e o estabelecimento de sistemas de ventilação com vistas à redução da emissão de materiais atmosféricos, mais especialmente o material particulado gerado por uma fábrica de móveis, adotando para isso um sistema mecânico industrial conhecido como ventilação local exaustora (VLE). Os principais equipamentos alvos de controle são: serra circular, plaina, lixadeira e serra de fita. Para o estabelecimento do sistema dimensionam-se seus componentes essenciais, tais como os captores, dutos, ventilador e um ciclone para a segregação dos resíduos coletados. Neste estudo, o dimensionamento foi baseado no método do *Balanceamento Estático*, cujo é concebido por meio do arranjo de ramais, relacionando suas respectivas perdas de cargas nos captores, dutos e singularidades. Assim, o ponto final da rede apresentou uma pressão estática de 106,75 mmca, sendo que o ventilador projetado para a movimentação do ar deverá possuir uma potência nominal de 2,45 cv (2,42 hp). O ciclone foi dimensionado para uma vazão de 1,14 m<sup>3</sup>/s (2415 cfm).

**Palavras-chave:** ventilação local exaustora, material particulado, indústria de móveis.

### Abstract

There are innumerable sources of air pollution, as well as his control is key to promoting an environment with less potential risk to human health. Thus, this study aims to reveal the establishment and use of ventilation systems in order to reduce the emission of atmospheric material, more specifically particulate matter generated by a furniture factory, adopting a mechanical system for this industrial site known as local exhaust ventilation (LEV). The main target of control equipment are: circular saw, planer, sander and band saw. To establish the system dimensioning to its essential components such as sensors, ducts, fan and a cyclone for segregation of waste collected. In this study, the design was based on the method of *Static Balancing*, which is conceived through the design of stations, listing their captors in the load loss, pipelines, and singularities. Thus, the end point of the network presented a static pressure of 106.75 mmca, and fan designed to move the air must have a rated power of 2.45 hp (2.42 hp). The cyclone was rated for a flow of 1.14 m<sup>3</sup>/s (2415 cfm).

**Key words:** local exhaust ventilation, particulate matter, furniture industry.

## **1. Introdução**

Todo processo produtivo pressupõe perdas, as quais normalmente passam ao meio ocupacional participado pelas máquinas e operários. Estas perdas podem ser por processos de fragmentação de substâncias sólidas, gerando material particulado e dependendo de suas dimensões, na forma de aerossóis, podendo ser inalado pelo trabalhador (Sá, 2007).

Diante disso, emerge a preocupação do potencial de risco à saúde humana decorrente de ambientes em que a geração desses resíduos é freqüente. Assim, a adoção de medidas que visem contornar ou pelo menos minimizar se mostram necessárias. Neste sentido, segundo Fundacentro (2010), as medidas de controle podem ser classificadas de caráter coletivo e de engenharia, se projetadas e aplicadas nos ambientes e nas fontes de geração da poeira nos processos, como os sistemas de ventilação local exaustora (VLE); de caráter administrativo, como aquelas inseridas nos programas de gestão de risco; de caráter individual, como a utilização de equipamentos de proteção respiratória (EPR) e de vestimentas adequadas, e, também, como de ordem geral, por meio da limpeza e da sinalização dos locais de trabalho.

Nesse contexto, os dispositivos de caráter coletivo e de engenharia, mais especificamente os mecanismos de ventilação, assumem importante destaque em ambientes industriais, em razão dos maiores riscos ocupacionais associados a esses locais.

De um modo geral, os sistemas de ventilação se classificam como: Ventilação Geral, natural ou mecânica, que é aquela que ventila o ambiente como um todo, também conhecida como Ventilação Geral Diluidora (VGD); e Ventilação Local Exaustora (VLE) que retira as substâncias emitidas diretamente do local de geração, conduzindo-os para a atmosfera externa (Lisboa, 2007).

A ventilação local exaustora é um dos recursos mais eficazes para o controle de ambientes de trabalho, principalmente quando aplicada em conjunto com outras medidas com vistas à redução, ou mesmo a eliminação, da exposição de trabalhadores a contaminantes químicos presentes ou liberados na forma de névoas, gases, vapores e poeiras (Sobrinho, 1996). Esse tipo de sistema é bastante eficiente, de tal maneira que seu uso é altamente recomendado pela Convenção da OIT (Organização Internacional do Trabalho) nº 139/1974, que trata da prevenção e controle de riscos profissionais causados por substâncias ou agentes cancerígenos, ratificada pelo Brasil em junho de 1990, e vigente desde junho de 1991.

Assim, com a finalidade de manter o ambiente de trabalho dentro de parâmetros seguros em termos de contaminação do ar e, por conseguinte, preservar a saúde dos trabalhadores, é indispensável que o sistema de exaustão seja projetado, construído, instalado, operado e mantido segundo os melhores preceitos de Engenharia, de modo a prevenir a liberação de agentes indesejáveis ao ambiente de trabalho, atendendo às necessidades específicas de cada processo ou operação a ser controlada (Sobrinho, 1996; Queiroz, 2010).

### **1.1 Indústria Moveleira**

O estado do Paraná, segundo Lima (2005), possui cerca de 2,6 mil indústrias de móveis e marcenarias, atingindo um faturamento de 520 milhões de dólares. Estas indústrias juntamente com as indústrias de extração de madeira correspondem a 20,7% do total de indústrias paranaenses.

No processo de produção de móveis, é notável o potencial à poluição decorrente desse tipo de atividade, por resíduos líquidos, sólidos e atmosféricos. As empresas que trabalham com produtos derivados da madeira necessitam de um sistema de exaustão para a retirada de resíduos particulados persistentes no ar. 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 (Schirmer *et al.*, 2008; Lima, 2005).

No entanto, dados estatísticos evidenciam que esse controle e demais providências são bastante limitadas dentro do setor. Nahuz (2005) estima que apenas 13 a 15% das indústrias moveleiras possuem sistemas de exaustão para captação de pó de serra, lixa e plainas. Desse total, não chegam a 5% as empresas que praticam algum mecanismo de conservação ambiental, como prevenção de impactos pelo processo produtivo, pelas matérias-primas, insumos e componentes utilizados, e pela geração de resíduos e disposição destes.

No âmbito do Paraná, a Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMA) por meio da Resolução nº 054/06 regulamenta as questões relacionadas à qualidade do ar estabelecendo padrões de emissões atmosféricas objetivando o controle da poluição. De acordo com este decreto, as indústrias moveleiras estão inseridas nesse enquadramento legal através do controle de material particulado, logicamente pelo fato desses resíduos serem altamente característicos em indústrias que possuem a madeira como matéria-prima em seu processo produtivo (Paraná, 2006).

Na literatura científica existem alguns trabalhos que relatam sobre a problemática dos resíduos gerados pelas fábricas de móveis, abordando tanto aspectos de engenharia (dimensionamento) como de gestão ambiental dos resíduos dessas indústrias (Schirmer *et al.*, 2010; Eid, 2009; Schirmer *et al.*, 2008).

Schirmer *et al.* (2010) avaliaram o desempenho ambiental de indústrias de base florestal que atuam no setor de fabricação de compensados, localizadas na região Centro-Sul do Paraná, propondo ainda alternativas customizadas de gestão ambiental para estas empresas.

Eid (2009) dimensionou um sistema de ventilação local exaustora voltado exclusivamente à captação de resíduos particulados provenientes de uma fábrica de móveis situada na cidade Araranguá, em Santa Catarina.

Schirmer *et al.* (2008) propuseram sistemas de ventilação industrial como técnica de tratamento do material particulado proveniente do sistema produtivo em uma indústria de móveis sob medida. Para isso, dimensionaram um sistema de Ventilação Local Exaustora (VLE) voltado principalmente à captação desses resíduos.

Além desses, também merecem destaque os trabalhos de Lima (2005) e Banks (2003). O primeiro discorre sobre o assunto baseado em um diagnóstico ambiental das indústrias de móveis em Arapongas, no Paraná; e o segundo direciona sua pesquisa com vistas ao aproveitamento dos resíduos gerados pela indústria da madeira.

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo geral propor um sistema de ventilação industrial para os principais pontos de geração de resíduos particulados no processo de beneficiamento da madeira em uma indústria de móveis. Para tal, um dos escopos do trabalho foi o dimensionamento de um sistema de ventilação local exaustora (VLE) – dutos, captadores e conjunto ventilador-motor – de modo a minimizar os

riscos ocupacionais relacionados à geração de resíduos atmosféricos. Além disso, em complementação a esses intentos o trabalho se incumbiu de projetar um ciclone para a segregação dos resíduos particulados coletados pelo sistema de ventilação local exaustora.

## **2. Materiais e Métodos**

### **2.1 Descrição da área de estudo**

O corrente trabalho está fundamentado nas atividades de uma marcenaria, empresa de pequeno porte<sup>1</sup> – área total de 700 m<sup>2</sup> – localizada no município do oeste paranaense de Santa Terezinha de Itaipu, situada na área industrial. Emprega atualmente 8 (oito) funcionários, tendo como atividade principal a produção de móveis sob medida, enquadrando-se no padrão de microempresa. Os dados e resultados aqui apresentados foram autorizados pela empresa para publicação.

A indústria, denominada “Fábrica de Móveis Santa Terezinha”, é munida de um reduzido esquema de conservação ambiental, sem prevenção de impactos ambientais causados pelo seu processo de produção, seja pelas matérias-primas, insumos e componentes utilizados, ou pela própria geração de resíduos e disposição destes.

Dentre os resíduos líquidos estão os solventes orgânicos como “thinner”, tinta automotiva, catalisador, removedor e tingidor. Com relação aos sólidos gerados pela empresa, basicamente, são: serragem e sobras de material (madeira, compensado, MDF), cola, silicone, lixa, latas de tintas.

Atualmente, o edifício da empresa possui 3 portas (2 portas grandes para entrada e saída e 1 porta média lateral), janelas em todas as paredes da empresa, que contribuem para a ventilação do recinto, embora de forma pouco eficiente. Estão instalados também exaustores localizados no teto e nas paredes laterais que auxiliam no controle de poeiras e serragens oriundas do beneficiamento da madeira. Segundo levantamento realizado em uma das visitas à fábrica o volume de madeira utilizado no processo global para a produção de móveis gira em torno de 17,40 m<sup>3</sup>.

A seguir está descrito através de um fluxograma todo o processo básico de produção de móveis empregado pela fábrica em questão. Ressalta-se que esse fluxograma representa o caminho geralmente percorrido para geração do produto final, sendo que em determinados casos não necessariamente a produção de móveis se aplicará a este processo (Figura 1).

---

<sup>1</sup> Na classificação do porte do empreendimento são observados os parâmetros de área construída, investimento total e número de empregados, constantes do quadro abaixo, conforme estabelecido na Lei Estadual n.º 10.233, de 28 de dezembro de 1992. De acordo com esta lei são considerados empreendimentos de pequeno porte aqueles com área construída de até 2.000 m<sup>2</sup>.

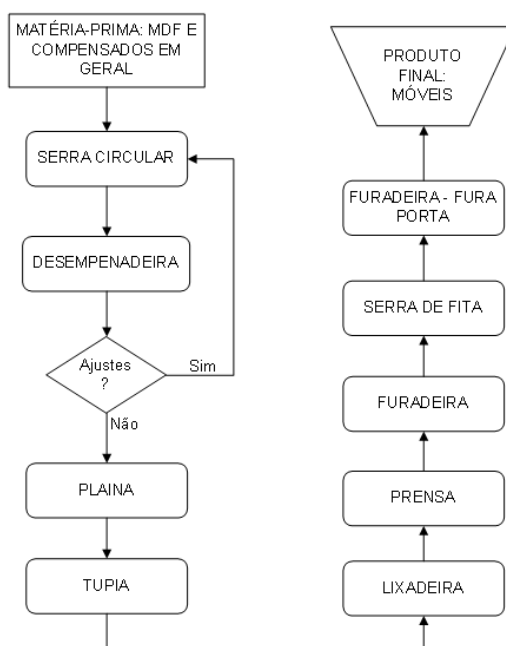


Figura 1: Fluxograma do processo de produção de móveis.

Dentre os equipamentos que mais contribuem para a carga de poluentes atmosféricos destacam-se a serra circular, a lixadeira, a plaina e a serra de fita. Desta forma, estes 4 (quatro) equipamentos serão objetos do dimensionamento para o controle dos resíduos gerados a partir destes.

## Dimensionamento do sistema de ventilação

Projetar um sistema para a ventilação industrial de um recinto consiste basicamente em três etapas (Lisboa, 2007):

1. Determinação da vazão de ar necessária e o esquema de distribuição do ar no recinto a ser ventilado;
2. Projeto e cálculo da rede de dutos;
3. Seleção dos ventiladores, ou de qualquer outro sistema de movimentação de ar.

Para que o ar se movimente e penetre no captor é necessário fornecer energia para essa finalidade. Essa energia é fornecida na forma de pressão estática ( $P_e$ ), a qual se denomina “pressão estática do captor”. A Pressão estática do captor é a somatória da pressão cinética ( $P_c$ ) necessária à movimentação do fluido até atingir a velocidade que o fluido deve ter no duto logo após o captor. A pressão estática do captor ( $P_{ec}$ ) é um bom indicador da vazão exaurida pelo mesmo, se for conhecido o coeficiente de entrada ( $K_e$ ) do captor (Equação 1).

$$K_e = \sqrt{\frac{P_c}{P_e}} \quad (1)$$

A vazão de exaustão é determinada pela escolha do tipo de captor e do equipamento a ser instalado nesse dispositivo, assim temos a seguinte fórmula (Equação 2):

$$Q = 4005 \cdot A_{duto} \cdot K_e \cdot \sqrt{P_{e\ captor}} \quad (2)$$

onde:  $A_{duto}$  = Área do duto

A perda de carga no captor, variável necessária para o dimensionamento do sistema, é estimada pelo fator de perda de carga na entrada no captor (Equação 3).

$$\Delta P = K_c \cdot P_c \quad (3)$$

A perda de carga em trechos retos é calculada por meio de um ábaco que relaciona a perda de carga em pressão cinética por metro, a velocidade (m/s), a vazão (m<sup>3</sup>/s) e o diâmetro do duto (mm). O ábaco está disponível em Macintyre (1990).

Importante salientar que as técnicas utilizadas para o dimensionamento do sistema de VLE baseiam-se no método do *Balanceamento Estático*, disponível em Lisboa (2007).

Para o cálculo da pressão e potência do ventilador a ser instalado na rede de dutos lança-se mão a Equação 4.

$$P_{e_v} = P_{t_v} - P_{c_{sv}} \quad (4)$$

onde:  $P_{e_v}$  = Pressão estática do ventilador;  $P_{t_v}$  = Pressão total do ventilador;  $P_{c_{sv}}$  = Pressão cinética na saída do ventilador.

Desta forma, a potência requerida pelo ventilador ( $N_{RV}$ ) pode ser estimada assim (equação 5):

$$N_{RV} = \frac{Q(m^3/s) \cdot P_{t_v}(mmca)}{75 \cdot E_v} \quad (5)$$

onde:  $E_v$  = eficiência mecânica total do ventilador.

Todas as equações apresentadas anteriormente estão disponíveis em Lisboa (2007).

### 3. Resultados e Discussão

Para o início do dimensionamento foi necessário escolher o tipo de captor a ser empregado no sistema de ventilação. O captor escolhido corresponde ao tipo boca com cone sem flange com ângulo de 30°, conforme está ilustrado na Figura 2. A escolha por esse tipo de captor justifica-se pela concentração da zona de emissão do material particulado, de tal maneira que o ângulo adotado é suficiente para induzir uma corrente de ar necessária para captura do material.


Tipo de Boca	Descrição	Ke	Kc
	Cone sem flange com ângulo de 30°	0,79	0,6

Figura 2: Tipo de captor (adaptado de Lisboa, 2007).

Esse tipo de captor foi definido para a lixadeira e a plaina. Para a serra circular e serra de fita foram projetados captadores de aspiração inferior (Figura 3).

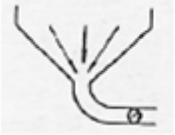
<b>Tipo de Boca</b>	<b>Descrição</b>	<b>Ke</b>	<b>Kc</b>
	Aspiração Inferior	0,82	0,49

Figura 3: Tipo de captor para aspiração inferior (adaptado de Lisboa, 2007).

O tamanho de cada captor foi projetado de acordo com as dimensões dos respectivos equipamentos da fábrica. Na tabela 1 estão indicadas as dimensões das áreas de entrada dos captores.

Tabela 1: Dimensões do captor conforme equipamento.

<b>Equipamento</b>	<b>Dimensões Captor (mm)</b>
<b>Serra circular</b>	700 x 300
<b>Lixadeira</b>	1100 x 500
<b>Plaina</b>	500 x 300
<b>Serra de fita</b>	300 x 150

Após a aplicação dos cálculos teóricos de ventilação, chegou-se ao resultado do dimensionamento do sistema global, conforme está descrito na Tabela 2.

Tabela 2: Resultados do dimensionamento do sistema.

<b>Equipamento</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Trecho</b>	<b>Comp. (m)</b>	<b>D (mm)</b>	<b>ΔPd</b>	<b>ΔPs</b>	<b>Pec (mmca)</b>	<b>PE (mmca)</b>
Lixadeira	0,16	Duto 1-A	6,4	107	29,78	10,44	30,94	71,17
	0,23	Duto 2-A	3,4	128	12,49	13,92	30,94	57,25
Duto principal	0,39	A-B	6,0	107	13,92	--	--	85,09
Serra Circular	0,17	Duto 3-B	8,5	109	39,45	10,44	28,81	78,71
Duto principal	0,58	B-C	3,0	204	5,8	--	--	90,89
Serra Fita	0,33	Duto 5-C	7,5	165	20,3	19,15	28,81	68,27
Duto principal	0,88	C-D	6,0	251	8,7	--	--	99,59
Plaina	0,26	Duto 4-D	4,4	136	16,24	19,15	30,94	66,34
Duto principal	1,14	D-Vent	6,0	285	7,16	--	--	106,75
Duto principal	1,14	Vent-Ciclone	--	285	--	--	--	--

Onde: Q: vazão do sistema; D: diâmetro do duto; ΔPd: perda de carga no duto; ΔPs: perda de carga nas singularidades; P<sub>ec</sub>: perda de carga no captor; PE: pressão estática até o duto principal.

A potência requerida para o ventilador é na faixa de 2,45 cv<sup>2</sup> (2,42 hp<sup>3</sup>). As dimensões do ciclone seguem os valores descritos pela tabela 3 disponível em Macintyre (1990). As dimensões do ciclone têm por referência a capacidade de vazão projetada, que é de 1,14 m<sup>3</sup>/s (Q = 2415 cfm<sup>4</sup>).

Tabela 3: Dimensões do ciclone.

Capacidade CFM	d	L	L'	h	d <sub>d</sub>
3000	63	36	57	12	25
	s	a	b	c	d <sub>b</sub>
	22	18	18	19	7

Nota: As dimensões do ciclone são dadas em centímetro (cm).

As letras na tabela acima representam as dimensões necessárias para o projeto do ciclone. Na Figura 4 é possível identificar e discriminar cada dimensão referida pela tabela 3.

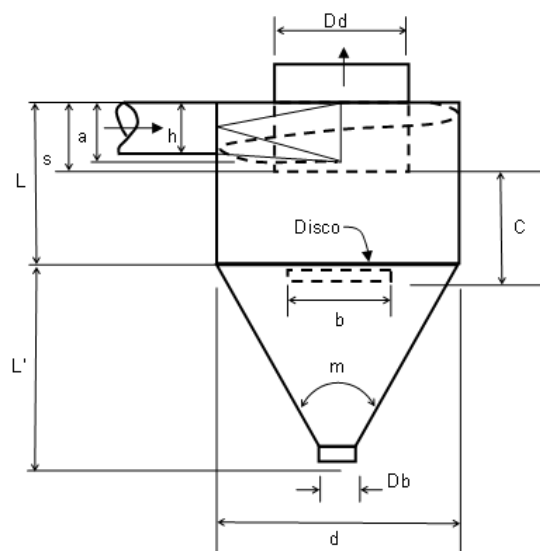


Figura 4: Dimensões de ciclone padrão.

Lima (2005) identificou nas indústrias pesquisadas alguns equipamentos utilizados para o controle da poluição, como: exaustores, silos, filtros de manga, ciclones, cortinas d'água e coletores de pó.

O mecanismo de coleta envolvido no processo por ciclone é regido principalmente pela força gravitacional. Segundo Schirmer *et al.* (2008), o material particulado, quando não coletado eficientemente, pode 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, em decorrência de 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

<sup>2</sup> Cavalo-vapor (cv): Unidade de potência equivalente a 735,5 Watts.

<sup>3</sup> Horsepower (hp): Unidade de potência equivalente a 745,7 Watts.

<sup>4</sup> Cubic Feet per Minute (cfm): Unidade de vazão equivalente a 0,00047 m<sup>3</sup>/s.



combustível em caldeiras, por exemplo), sendo necessária a varrição de uma maior quantidade de resíduos espalhados pela fábrica.

A coleta ou captação desses resíduos além dos benefícios ambientais e ocupacionais ensejam benefícios financeiros, pois segundo Banks (2003), existem diversas aplicações que podem ser dadas aos resíduos de madeira, tais como: energia, chapas de partículas e fibras, briquetes, polpa para produção de papel, entre outros.

Na Figura 5 é apresentado um desenho esquemático do sistema de ventilação a ser instalado na fábrica.

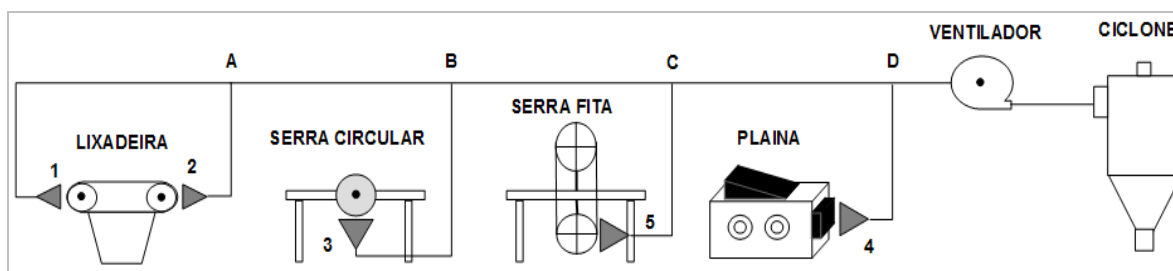


Figura 5: Desenho esquemático do sistema de VLE.

Eid (2009) dimensionou um sistema de VLE para uma marcenaria constituída de 11 máquinas dispostas em um único pavilhão da fábrica. Para essa finalidade utilizou o método da *Velocidade Constante*. Método o qual estabelece que a velocidade mínima de transporte permanece inalterada ao longo dos dutos. A vazão acumulada foi de aproximadamente  $3,36 \text{ m}^3/\text{s}$  para uma velocidade mínima de transporte de  $20,32 \text{ m/s}$ . A seleção do ventilador considerou a perda de carga total do sistema, que foi em torno de  $4.559 \text{ Pa}^5$ , o que levou a se adotar um ventilador de 50 hp de potência para uma velocidade de descarga de  $26,5 \text{ m/s}$ . O orçamento de custos para instalação do sistema proposto foi de R\$ 24.336,70.

De acordo com Schirmer *et al.* (2008), 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).

Schirmer *et al.* (2010) observou nas empresas pesquisadas que a geração de material particulado (pó de madeira) decorrente de seus processos é bastante expressiva. Os sistemas de exaustão verificados nesses locais, quando existentes, não apresentavam eficiência de coleta necessária para recolher estes particulados, que acabam se depositando sobre as peças e maquinários, além de afetarem a saúde dos trabalhadores. Assim, sugeriu-se que sejam instalados sistemas de exaustão eficientes, projetados de acordo com as normas de ventilação, especialmente para cada situação.

<sup>5</sup> Pascal (Pa): Unidade de pressão equivalente  $1 \text{ N/m}^2$  ou  $9,87 \cdot 10^{-6} \text{ atm}$ .

## 4. Conclusão

Os resultados mostram que foi possível idealizar o projeto de sistema de ventilação local exaustora em seus aspectos principais, que eram o dimensionamento dos dutos, captosres e das especificações do ventilador. Em complemento ao sistema projetou-se também um mecanismo de segregação dos resíduos coletados, representado nesse caso por um ciclone. O sistema de VLE constitui-se em um recurso bastante eficaz na redução de riscos ocupacionais, porém o uso associado de demais dispositivos de minimização desses riscos, tais como os EPI's, não devem ser negligenciados, aliás são altamente recomendáveis para o aumento do nível da segurança ocupacional.

Recomenda-se também o monitoramento dos poluentes no interior da fábrica e emitidos após a instalação do sistema de VLE, por profissional habilitado, de modo a verificar e garantir a eficiência do sistema, e também dar suporte ao Relatório de Automonitoramento de Emissões Atmosféricas exigido pela Resolução nº 054/06 da SEMA.

## Referências

- BANKS, A.D. 2003. Aproveitamento de resíduos da indústria da madeira. *Revista da Madeira*, **69**:28-30.
- EID, G.T. 2009. *Dimensionamento de um sistema de exaustão local em uma indústria moveleira*. Porto Alegre, RS. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 30 p
- FUNDACENTRO. 2010. *Manual de Controle de Poeira no Setor de Revestimentos Cerâmicos*. São Paulo, Ed. Aspacer, 60 p.
- LIMA, E.G. 2005. *diagnóstico ambiental de empresas de móveis em madeira situadas no pólo moveleiro de Arapongas/PR*. Curitiba, PR. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, 134 p.
- LISBOA, H.M. 2007. *Controle da poluição atmosférica: ventilação industrial*. Disponível em: <http://www.lcqr.ufsc.br/adm/aula/Cap%206%20Ventilacao%20Industrial.pdf>. Acesso em: 13/07/2010.
- MACYNTIRE, A.J. 1990. *Ventilação industrial e controle de poluição*. Ed. LTC, Rio de Janeiro, 416 p.
- NAHUZ, M.A.R. 2005. Resíduos da indústria moveleira. In: SEMINÁRIO DE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA E EUCALIPTO E TECNOLOGIAS EMERGENTES PARA A INDÚSTRIA MOVELEIRA, III, Vitória, 2005. *Anais...* Vitória, 18 p.
- PARANÁ. 2006. *Resolução nº 054/2006 da Secretaria Estadual de Meio Ambiente*. Curitiba, SEMA, 69 p.
- QUEIROZ, S. 2010. *Tratado de toxicologia ocupacional*. São Paulo, Ed. Biblioteca 24x7, 498 p.
- SÁ, A. 2007. *Meio ambiente do trabalho, conceituação e prevenção de riscos*. Disponível em: [http://www.anest.org.br/noticias/Meio\\_Ambiente\\_Trabalho\\_conceituacao\\_prevencao.pdf](http://www.anest.org.br/noticias/Meio_Ambiente_Trabalho_conceituacao_prevencao.pdf). Acesso em: 13/07/2010.
- SCHIRMER, W.N.; GAUER, M.A.; HILLIG, E.; BARTIKO, D. 2010. Desempenho ambiental em indústrias de base florestal: estudo de caso na região centro-sul do Paraná. *Revista Gestão Industrial*, **6**(3):100-114.

SCHIRMER, W.N.; CORTEZ, A.M.; KOZAK, P.A. 2008. Ventilação industrial: uma ferramenta na gestão de resíduos atmosféricos em indústrias moveleiras – estudo de caso. *Revista de Ciências Ambientais*, **2**(1):15-28.

SOBRINHO, F.V. 1996. *Ventilação local exaustora em galvanoplastia*. São Paulo, Fundacentro, 50 p.

Submissão: 05/02/2011  
Aceite: 05/06/2011