

RISCOS À SAÚDE DOS TRABALHADORES NOS PROCESSOS BRASILEIROS DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

*PINTO, T. C. N. O. *; SILVA, M. C. E. S. P. **

* Engenheiras de segurança e mestres em sistemas integrados de gestão, pesquisadoras da Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (FUNDACENTRO), São Paulo, São Paulo, BRASIL.

1 INTRODUÇÃO

O considerável volume de resíduos gerados nas atividades de construção e demolição, e sua conseqüente destinação final, resulta em impactos ambientais, sociais, econômicos e ocupacionais que somente poderão ser minimizados por meio de mudanças na política governamental, de implementação de gestão dos resíduos sólidos e de integração das ações, com o envolvimento das partes interessadas, direta ou indiretamente envolvidas no processo de gestão dos resíduos de construção e demolição (RCD).

A reciclagem dos resíduos de construção e demolição (RCD) é uma das opções viáveis para a redução do impacto ambiental, pois auxilia na diminuição de áreas utilizadas para aterro e na redução da extração mineral (JOHN, 2001), mas, é necessário considerar os possíveis problemas decorrentes do processo que resultem em perigos e riscos para a saúde e segurança dos trabalhadores

envolvidos, além dos possíveis impactos negativos à comunidade e ao meio ambiente.

A FUNDACENTRO¹, organização do governo do Brasil vinculada ao Ministério do Trabalho, por meio de seus pesquisadores, desenvolveu um estudo qualitativo junto a usinas municipais de reciclagem de RCD com o objetivo de identificar os principais riscos à saúde a que os trabalhadores estavam expostos e os principais impactos ao meio ambiente gerados pelo processo de reciclagem. Essa pesquisa concluiu que o pior cenário é a exposição ocupacional ao ruído e à poeira, sendo esses dois agentes também responsáveis pelo impacto ambiental às comunidades vizinhas.

A pesquisa foi completada por um estudo quantitativo da exposição ocupacional ao ruído e à poeira em duas usinas recicladoras, cada qual com aproximadamente 10 trabalhadores. Os limites de exposição

¹ Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho.

recomendados foram excedidos em muitos dos casos.

Este artigo descreve a pesquisa realizada, trata das conclusões obtidas e aborda possíveis medidas de controle técnicas

e administrativas a serem aplicadas visando a melhoria das condições dos ambientes de trabalho.

ANTECEDENTES

A reciclagem de RCD teve início no Brasil em 1991 quando foi instalada a primeira usina na cidade de Itatinga (estado de São Paulo), com a capacidade de reciclagem de 100 toneladas por dia. O material reciclado foi inicialmente utilizado como base na pavimentação de ruas e estradas.

Em 2002 o governo Federal promulgou legislação específica a respeito da gestão dos RCD, por meio da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente -

CONAMA - número 307 de 5 de julho de 2002, (CONAMA 2002) definindo entre outros, a responsabilidade pela gestão dos RCD pelo gerador do resíduo, compartilhando as ações entre os órgãos governamentais, geradores e transportadores.

A medida valorizou a reciclagem do resíduo e, em 2003, existiam cerca de 9 usinas municipais de reciclagem de RCD no Brasil, conforme Ângulo *et al.* (2003).

2 METODOLOGIA

Das 9 usinas existentes foram selecionadas 5, onde foi realizada a avaliação qualitativa preliminar, que consistiu na observação e no registro do processo produtivo, das operações e funções, das fontes de perigo e riscos, dos tipos de material reciclado, da origem e do destino do material, da capacidade de produção, das formas de gerenciamento, das máquinas e dos equipamentos utilizados, dos tipos de controle (individual ou coletivo) já implantados e dos

programas de educação dos trabalhadores, entre outras informações relevantes.

Dessas 5 empresas, foram selecionadas 2 para a realização da segunda fase do estudo, adotando-se como critério escolher as que apresentaram situações mais contrastantes de processo de reciclagem e de condições de trabalho, visando identificar a maior gama possível de situações diferenciadas de trabalho e de riscos. Essa fase consistiu na realização de avaliação quantitativa da exposição ocupacional ao

ruído e à poeira contendo sílica nos trabalhadores da área operacional das 2 empresas objetos do estudo.

As usinas de reciclagem selecionadas para participarem deste estudo tiveram os

2.1 Estratégia de avaliação

Todos os trabalhadores da área operacional de reciclagem de RCD foram monitorados individualmente, utilizando-se simultaneamente equipamentos de avaliação da exposição ao ruído e à poeira contendo

2.2 Ruído

Para a monitoração da exposição dos trabalhadores ao ruído foram utilizados dosímetros de ruído da marca Quest, modelo Q-400. Os equipamentos foram fixados no cinto do trabalhador e o microfone foi posicionado do ombro, dentro da zona auditiva (raio medido a partir do canal auditivo de 150 mm a mais ou menos 50 mm), (NIOSH, 1997; GIAMPAOLI, *et al*, 1999).

O equipamento foi ajustado no modo de resposta lenta e com dois critérios de avaliação: o primeiro de acordo com o critério estabelecido pela legislação do Ministério do

seus nomes preservados e passarão a ser identificadas como **Usina de Reciclagem A** e **Usina de Reciclagem B**.

sílica. A avaliação foi executada em três dias consecutivos, durante 70% da jornada diária de trabalho (aproximadamente 5 horas por dia).

Trabalho – MTE - brasileiro² (ATLAS, 2002), nomeado “critério legal” e o segundo de acordo com procedimento técnico elaborado pela FUNDACENTRO, NHO-01 - Avaliação da exposição ocupacional ao ruído (GIAMPAOLI *et al*, 1999), nomeado “critério técnico”.

O critério legal adota como parâmetro para a determinação do Limite de Exposição (LE), o critério de referência de 85 dB (A) para 8 horas de exposição, correspondendo à dose de 100% da exposição permissível, com nível limiar de integração (NLI) de 85 dB (A) e incremento de dose de 5.

² Portaria 3214 de 8 de julho de 1978, Norma Regulamentadora – NR-15 (ATLAS, 2002).

O critério técnico adota como critério de referência, a exposição diária de 8 horas a um nível de ruído de 85 dB (A), correspondendo à dose de 100% de exposição permissível, com NLI de 80 dB(A) e incremento de dose de 3.

Para ambos os critérios, a dose de ruído superior a 100%, caracteriza limite de exposição ultrapassado.

O QUADRO 1, que segue, resume os parâmetros de dosimetria de ruído para os critérios legal e técnico.

QUADRO 1 Parâmetros para dosimetria de ruído

PARÂMETROS	Portaria 3214/78 NR-15 (MTE²)	NHO-01³
Critério de Referência - CR	100% de dose para 8 horas dias de exposição	100% de dose para 8 horas dias de exposição
Incremento de dose - q	5	3
Nível limiar de Integração - NLI	85 dB(A)	80 dB(A)

2.3 Poeira

A avaliação de poeira foi realizada individualmente, em cada trabalhador da área operacional das usinas selecionadas.

Todas as amostras de poeira foram coletadas utilizando-se bombas de amostragem individual, marca Buck-Genie, modelo VSS-5, calibradas³ na vazão de 1,7 l/min (litros por minuto) e acopladas a um ciclone de náilon, tipo Dorr-Oliver, com porta

filtro de três corpos de 37 mm de diâmetro, contendo filtro de membrana de PVC de 5 µm de poro, marca MSA, tipo FWS-B e suporte de celulose, marca Millipore, tipo AP-10, seguindo o método de coleta da Norma de Higiene Ocupacional elaborada pela FUNDACENTRO, NHO-08 Coleta de aerodispersóides sólido em filtro de membrana (SANTOS, AMARAL e BON, 2005). A bomba foi fixada na cintura do trabalhador e o ciclone no ombro, próximo à sua zona respiratória.

³ Calibração efetuada segundo o método padronizado pela Norma de Higiene Ocupacional da Fundacentro NHO-07 Norma de Higiene Ocupacional – Calibração de Bombas de Amostragem Individual pelo Método da bolha de Sabão (PASTORELLO e PINTO, 2002).

A análise gravimétrica das amostras de poeira foi realizada pelo método de ensaio descrito na Norma de Higiene Ocupacional NHO-03: Análise Gravimétrica de Aerodispersóides Coletados sobre Filtros de Membrana (SANTOS, AMARAL e BON, 2001) e a análise de sílica livre cristalizada pelo método especificado pelo NIOSH – *National Institute of Occupational Safety and Health* – nº 7500 (NIOSH, 1994).

No Brasil, o limite de exposição (LE) para poeira contendo sílica livre cristalizada, de acordo com a legislação do Ministério do Trabalho brasileiro² (ATLAS, 2002), é dado pela fórmula $8/(\% \text{ quartz} + 2)$ [miligramas por metro cúbico], para poeira respirável. Já a ACGIH (American Conference of Governmental Hygienists) propõe o valor de 0,05 [miligramas por metro cúbico] de poeira de sílica respirável (ACGIH, 2002) como limite de exposição (*Threshold Limit Value - TLV*).

² Portaria 3214 de 8 de julho de 1978, Norma Regulamentadora – NR-15 (ATLAS, 2002).

3 RESULTADOS

3.1 Processo de reciclagem no Brasil

O processo de reciclagem de RCD no Brasil é estacionário sendo desenvolvido basicamente utilizando as seguintes máquinas e equipamentos: britador, para a moagem dos restos de matérias de construção e demolição; esteira transportadora, para o encaminhamento do material britado para outras fases do processo; peneira mecânica, para seleção do material britado por granulometria; pá carregadeira, para transporte do material durante o processo, e caminhão para a descarga da matéria bruta e retirada do material resultante da reciclagem

O processo se inicia com a chegada dos RCD à área de reciclagem, onde é descarregado por caminhões. Posteriormente, a pá carregadeira separa o resíduo formando leiras (montes) de material, para receberem a primeira triagem manual, executada pelos ajudantes de triagem. Nessa fase são retirados do processo os materiais não recicláveis no processo como lata, papel, pano, vidro, amianto, madeira, e outros.

Em seguida, a pá carregadeira retira o material selecionado e o deposita no

britador. Do britador, o produto moído cai em uma esteira transportadora que o encaminha para o depósito de material britado. Na esteira, trabalhadores realizam uma nova triagem, sendo auxiliados por um eletroímã, instalado acima da esteira, para retirada dos materiais ferrosos.

Parte do material da esteira pode ser conduzido para a peneira mecânica para a seleção do material por granulometria.

A FIG. 1 esquematiza o processo de reciclagem dos RCD.

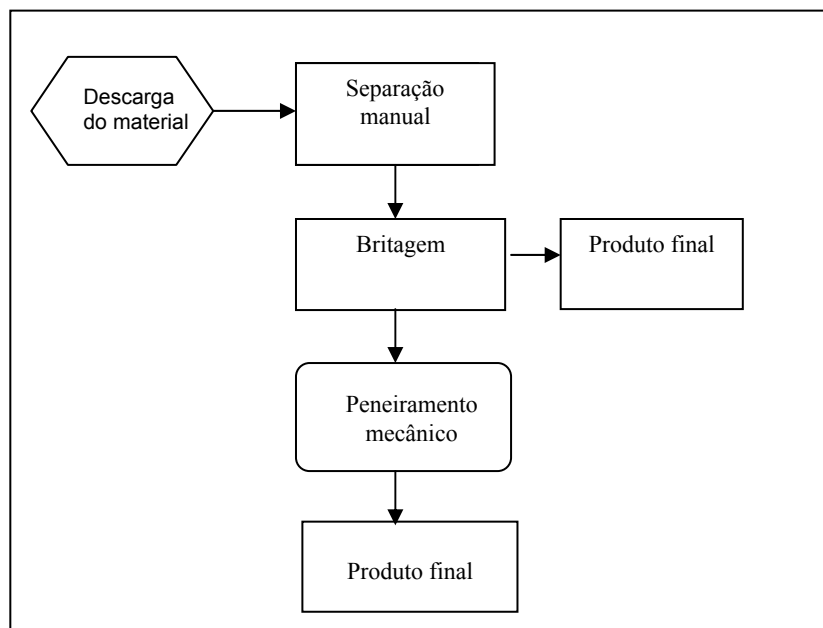


FIGURA 1 Processo de reciclagem

3.2 Usina de reciclagem A

A **Usina de Reciclagem A** foi instalada em uma pedreira desativada, sendo operada por 9 trabalhadores divididos em 5 funções diferentes, de supervisor, operador de britador, operador de pá carregadeira, ajudante de pré-triagem e ajudante de triagem na esteira transportadora.

A usina é dotada de equipamento móvel (trailer) para o controle e

3.3 Usina de reciclagem B

A Usina de Reciclagem B está instalada em área de reciclagem projetada e construída para este fim. Os equipamentos são fixos nas áreas de processo que dispõe de energia elétrica própria, dispensando a utilização de gerador de energia.

As operações são realizadas por doze trabalhadores, exercendo 4 funções: operador de britador, operador de pá carregadeira,

3.3 Avaliação de poeira e dosimetria de ruído

As principais fontes de ruído e poeira contendo sílica são o processo de britagem e a movimentação de veículos, caracterizado pelos caminhões trazendo matéria prima e

monitoramento de todos os equipamentos do processo de reciclagem, além de dispor de um gerador como fonte de energia, de um britador, de três esteiras transportadoras, de uma peneira mecânica e de uma pá carregadeira.

ajudante de pré-triagem e ajudante de triagem na esteira transportadora.

A Usina B dispõe de sistema de pulverização de água para redução do volume de poeira suspensa no ar e manta isolante aplicada no britador, para redução do ruído decorrente do processo.

retirando o produto acabado e pela pá carregadeira que circula por toda a área de processo.

Na usina de reciclagem A, foram realizadas 24 amostras de poeira contendo sílica e 15 dosimetrias de ruído. Na usina de reciclagem B, foram realizadas 29 amostras de poeira contendo sílica e 14 dosimetrias de ruído. Os resultados obtidos são apresentados

resumidamente na TAB. 1, com informações separadas por tipo de critério adotado e função avaliada.

TABELA 1 Resultados das avaliações de poeira e ruído

Função	Dose de ruído (%) Critério 1 ^(1,2)		Dose de ruído (%) Critério 2 ^(1,2)		Relação conc e LE ⁽²⁾ (%)		Concentração de sílica. (mg/m ³) ⁽³⁾	
	Usina A	Usina B	Usina A	Usina B	Usina A	Usina B	Usina A	Usina B
Operador de pá carregadeira	770,0	236,0	4046,3	462,8	63,5	35,5	0,04	<0,02
Operador de britador	104,1	104,3	211,5	198,1	53,7	31,9	0,04	0,02
Ajudante de pré-seleção manual	---	27,2	---	79,7	103,5	30,0	0,04	0,02
Operador de esteira transportadora	155,2	43,6	452,4	66,4	586,7	91,6	0,09	0,04
Supervisor	125,2	---	342,5	---	230,7	---	0,11	---

Valores realçados – exposição superior ao LE

⁽¹⁾ Como descrito no item 2.3

⁽²⁾ Valor máximo - 100%

⁽³⁾ TLV[®] - 0,05 mg/m³ (ACGIH, 2002)

Das funções existentes na **Usina A**, as que apresentaram as piores condições de exposição conjugada, ao ruído e à poeira contendo sílica, foram o operador da esteira e o supervisor da área. Já o operador da pá carregadeira chegou a estar exposto a uma dose de ruído de 4046,3%, ultrapassando várias vezes o máximo permitido de 100%.

No caso da Usina B, a exposição dos trabalhadores à poeira de sílica não superou os valores máximos permitidos, mas no que

se refere à exposição ocupacional ao ruído, houve sobre exposição nas funções de operador de pá carregadeira e operador do britador.

Esse resultado indica que existe risco potencial à saúde dos trabalhadores, tornando necessária a implantação de medidas administrativas e de engenharia com o objetivo de melhorar as condições de exposição ocupacional.

4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O princípio geral de controle do ruído e da poeira no ar inclui isolamento e enclausuramento das fontes de ruído e poeira, essa última podendo também ser controlada por meio do uso de métodos úmidos, quando possível, e da aplicação de ventilação e exaustão.

Para a melhoria das condições de exposição ao ruído e à poeira nas usinas recicladoras, sugere-se a adoção de medidas de engenharia, tais como:

- O britador deve ser provido de cabine à prova de som e dotada de ar condicionado para o operador, que deve permanecer o máximo tempo possível no interior da cabine, com portas e janelas fechadas.

- A pá carregadeira deve ser dotada de cabine enclausurada, com ar condicionado, para a proteção do motorista.

- As esteiras transportadoras devem ser enclausuradas, com ventilação local exaustora.

- As peneiras devem ser enclausuradas, com ventilação local exaustora.

- O material estocado deve ser coberto para prevenir o espalhamento da poeira pelo vento.

- O gerador de energia, se houver, deve ser enclausurado, para evitar que o ruído chegue aos trabalhadores.

- Devem ser implantados programas de prevenção de perda auditiva e de proteção respiratória.

REFERENCES

- AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS - ACGIH **Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices**. Cincinnati, OH: ACGIH, 2002.
- ANGULO *et al.* Metodologia de caracterização de resíduos da construção e demolição. In: VI Seminário de Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil, 2003, São Paulo. **Anais**. IBRACON CT-206/IPEN. Em CD-Rom.
- ATLAS. **Manuais de legislação – Segurança e medicina do trabalho**. 50ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução 307 de 19 de dezembro de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
- GIAMPAOLLI *et al.* **Norma de Higiene Ocupacional – NHO-01: Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído**. São Paulo: FUNDACENTRO, 1999.
- JOHN, V. M. Aproveitamento de resíduos sólidos como materiais de construção. In: Projeto entulho bom. **Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção**. Salvador: Caixa Econômica Federal, 2001. p.27-45.
- NIOSH (NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH). **Industrial noise: A guide to its evaluation and control**. U. S. Department of Health, Education. Washington: 1997.
- NIOSH (NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH). **Manual for Analytical Methods** - 4. ed., Cincinnati US Department of Health and Human Services: CDC, 1994.
- PASTORELLO, N A H e PINTO, T C N O. **NHO-07 Norma de Higiene Ocupacional – Calibração de Bombas de Amostragem Individual pelo Método da bolha de Sabão**. Fundacentro: 2002, 31p.
- SANTOS A. M. A., AMARAL, N. C. e BOM, A. M. T. **NHO – 08 Norma de Higiene Ocupacional, Coleta de aerodispersóides sólidos em filtro de membrana**. Fundacentro: São Paulo, 2005. Texto em fase de publicação.
- SANTOS, A. M. A., AMARAL, N. C. e BON A, M. T. **NHO 03 Norma de Higiene Ocupacional – Método de Ensaio – Análise gravimétrica de Aerodispersóides Sólidos Coletados Sobre Filtros Membrana**, Fundacentro: São Paulo, 2001.