

## CONTROLE DA EXPOSIÇÃO AO RUÍDO EM CANTEIROS DE OBRAS

**Paulo Alves Maia (1); Stelamaris Rolla Bertoli (2); Tatiana Chrispim Gouvêa (3)**

(1) e (3) FUNDACENTRO - R. Marcelino Velez, 43, 13020-200, Campinas - SP.

E-mail paulo.maia@fundacentro.gov.br, tatibaila@bol.com.br

(2) Departamento de Arquitetura e Construção – Faculdade de Engenharia Civil - UNICAMP – C.P. 6021

CEP: 13083-970 Campinas – SP. E-mail [rolla@fec.unicamp.br](mailto:rolla@fec.unicamp.br)

### RESUMO

Neste trabalho apresentamos algumas máquinas e ferramentas ruidosas utilizadas na Construção Civil com os seus respectivos níveis médios de ruído, a causa de sua geração, bem como as medidas de controle sugeridas pela literatura e pelos autores deste trabalho.

### ABSTRACT

This work shows some noisy machines and tools used in the Civil Construction with their average noise levels, origin of the their generation and the control actions those developed in the literature and by the authors of this work.

### 1. INTRODUÇÃO

Em grande parte o ruído gerado nos canteiros de obras pode ser atenuado ou eliminado com medidas preventivas eficazes. Tais medidas podem ser encaradas como um investimento, pois delas deriva um retorno financeiro graças à melhoria de produtividade dos trabalhadores e a um melhor desempenho das máquinas. No entanto, há muitos casos nos quais só se alcançam níveis aceitáveis nos ambientes de trabalho com a substituição da máquina ou do processo ruidoso.

O custo das diversas medidas de atenuação sonora depende do tipo de medida adotada e do momento em que isso ocorre. Geralmente, adotar medidas de controle depois da compra de máquinas ruidosas onera mais as empresas, que quando elas optam por adquirir máquinas mais caras, em geral mais modernas e silenciosas.

O controle da exposição ao ruído é um conjunto de medidas técnicas que visa a atenuação ou a eliminação do ruído e de seus efeitos em determinado ambiente. Essas medidas são aplicadas em um sistema formado pela **fonte geradora, pela trajetória do som e pelo receptor**. Fonte é a parte do sistema que produz a energia acústica. Pode ser um motor, o ar que flui através de uma tubulação ou os dentes de uma engrenagem. A trajetória compreende todos os meios por onde o som pode propagar-se, como: estruturas sólidas, meios líquidos e gasosos. O terceiro componente do sistema, o receptor, é o próprio trabalhador.

As medidas sobre a fonte sonora e sobre a trajetória do som são geralmente mais eficientes, porém na maioria das vezes mais complexas e onerosas para a empresa. Com frequência, são denominadas medidas de controle de engenharia e consistem em ações baseadas em projeto que intervêm diretamente na máquina ou no ambiente entre a fonte e o trabalhador.

Pertence também à esfera da engenharia, embora não exclusivamente, as atividades de avaliação da exposição ao ruído e a especificação de protetores auriculares para trabalhadores de ambientes ruidosos de trabalho.

## 2. METODOLOGIA

Neste trabalho são apresentadas e discutidas as medidas específicas de controle de ruído em canteiro de obras. São mostrados alguns dos principais equipamentos utilizados em obras, como são usados e os níveis sonoros medidos na situação real de uso. Em seguida, são discutidas as principais causas geradoras do ruído gerado e são apresentadas algumas sugestões de controle.

As medidas realizadas nos canteiros de obras compreenderam doses de ruído e níveis globais de pressão sonora. Todas as medidas e níveis admissíveis basearam-se na norma da FUNDACENTRO (1999). As medidas foram realizadas na zona auditiva do trabalhador e o período de medição da exposição de cada tarefa típica da categoria cobriu, pelo menos, um a cinco **ciclos de exposição** da jornada diária de trabalho.

É importante observar que os valores do tempo máximo diário permissível expresso no anexo, dado em minutos, não são os de nossa legislação, eles correspondem aos resultados de pesquisas da American Conference of Governmental Industrial Hygienists - ACGIH, e foram utilizados neste trabalho por serem valores que expressam melhor a prevenção de perdas auditivas induzidas pelo ruído.

Utilizaram-se, nas medições, dosímetros Quest, modelo Q 400, fixados no trabalhador, para determinar a dose ou o nível médio, e integradores de níveis sonoros, Quest, modelo 2900, para medir os níveis globais de pressão sonora e espectros sonoros das máquinas utilizadas nos canteiros de obras. Esses equipamentos foram ajustados de forma a atender aos seguintes parâmetros:

- Circuito de ponderação – “A”
- Circuito de resposta – lenta (*slow*)
- Critério de exposição de 85 dB(A), que corresponde à dose de 100% para uma exposição de oito horas.
- Nível limiar de integração de 80 dB(A)
- Faixa de medição mínima de 80 a 115 dB(A)
- Incremento de duplicação de dose = 3 ( $q = 3$ )
- Valor teto para ruído de impacto 140 dB (Lin)

## 3. MEDIDAS ESPECÍFICAS DE CONTROLE DE RUÍDO EM CANTEIROS DE OBRAS

As medidas gerais de controle de ruído apontam para a necessidade de implantar medidas específicas que devem ser desenvolvidas segundo a capacidade técnica-financeira e os recursos humanos de cada empresa.

Nesse trabalho, apresentamos os resultados da pesquisa realizada por Maia (2002), identificando as máquinas mais utilizadas por carpinteiros e ajudantes gerais. Mostramos os níveis médios de pressão sonora de cada máquina, descrevendo as causas do ruído gerado e indicando algumas medidas específicas de controle, sendo algumas propostas pelos fabricantes e outras, inéditas, propostas pelos autores desse trabalho.

### 3.1 Serras circulares de bancada

A serra circular de bancada é uma máquina de corte, cuja ferramenta é um disco circular montado num eixo provido de arestas cortantes, que lhe transmite o movimento rotativo e a potência de corte, sendo o conjunto acionado por um motor elétrico por meio de polias e correias. É um equipamento obrigatório na Construção Civil, principalmente, no corte de madeira para execução das formas que moldam as peças de concreto armado. É utilizado também na execução de estruturas de madeira de telhados e em serviços auxiliares, como: fabricação de caixas, sarrafos, régua etc.

A serra circular é um equipamento precário, montado geralmente no próprio canteiro de obras, que frequentemente gera níveis sonoros maiores que os admissíveis. A sua montagem sem os devidos requisitos técnicos necessários e/ou adequada utilização podem ser causas de acidente. O ruído produzido caracteriza-se por espectros de alta frequência, que variam com o diâmetro e a velocidade de rotação do disco, com o tamanho e o perfil dos dentes, com o material trabalhado e o com

desbalanceamento do disco. Quando em operação, a peça serrada atenua as altas frequências do som, razão pela qual, o ruído, nessas frequências, é mais intenso quando a serra gira “em vazio”.

Os níveis sonoros médios medidos a um metro do ponto de operação variaram de 100 a 107 dB (A). Ressalte-se que o ruído na afiação do disco pode ser ainda mais elevado, porque sua lâmina pode entrar em ressonância.

A causa do ruído deve-se principalmente a radiação sonora emitida pelo motor elétrico, pela transmissão e pelo disco da serra, além da vibração do material trabalhado.

Para redução do ruído emitido, o disco de serra deve ser firmemente fixado no eixo da bancada. Em operação, utilizar disco com dimensões adequadas para cada tarefa executada. A utilização de um disco com diâmetro maior que o necessário traz o inconveniente do aumento de vibração e ruído excessivo. Recomenda-se a escolha do perfil de dente apropriado ao material trabalhado, a substituição de discos danificados, a sua afiação periódica, além de evitar que a serra funcione “em vazio” por muito tempo.

O desenvolvimento de lâminas providas de dentes de metal duro (vídia) possibilita a escolha de discos de diâmetros relativamente menores, reduzindo seu custo, aumentando sua durabilidade, bem como diminuindo o ruído proveniente da vibração. Nesses discos a perda projetada devido à afiação é de apenas 15 mm durante toda a vida útil da ferramenta. Para reduzir o ruído causado pela ressonância do sistema (serra, material e bancada) em operação, podem-se acoplar ambos os lados do disco da serra com flanges de aço sobre discos de borracha, para aumentar simultaneamente a massa e o amortecimento da lâmina.

Mesmo levando em conta todas estas medidas, o ruído de alta frequência gerado por serras circulares geralmente ultrapassa os limites de tolerância, razão pela qual recomenda-se o uso de protetores auditivos, ainda que para exposições de curta duração.

### **3.2 Serras circulares portáteis**

Serras portáteis são máquinas elétricas utilizadas para o corte de diversos materiais, como madeiras, pedras (ardósia, mármore, granito), pisos cerâmicos etc. O ruído predominante é de alta frequência e depende do material trabalhado, da velocidade de rotação, do diâmetro da serra, do perfil dos dentes e das vibrações causadas por um eventual desequilíbrio do disco.

Os resultados dos níveis sonoros medidos na posição do operador (altura do ouvido) variaram de 101 a 109 dB (A).

O ruído gerado pelas serras portáteis decorre do contato entre o disco abrasivo e o material trabalhado e da radiação sonora emitida pelo motor elétrico e seus elementos de transmissão.

O intenso ruído gerado por essas máquinas pode ser atenuado adotando, no que couber, as medidas sugeridas para serra de bancada e pela fixação do material trabalhado de forma a evitar sua vibração apoiando-o sobre material resiliente.

Embora a adoção dessas medidas atenuar o ruído gerado, os níveis resultantes, como nas serras circulares de bancada, certamente serão maiores que os limites diários admissíveis, razão pela qual se faz necessário o uso de protetores auditivos, mesmo para exposições de curta duração.

### **3.3 Lixadeiras manuais elétricas e pneumáticas**

Lixadeiras e esmerilhadeiras são máquinas elétricas ou pneumáticas utilizadas para lixamento, nivelamento, corte e desbaste de diferentes materiais, como concreto, madeira, pedras, ferro etc. O ruído dessas máquinas depende do material trabalhado, do disco abrasivo ou de corte e da potência da máquina.

Os níveis sonoros medidos na posição do operador (altura do ouvido) estão na faixa de 98 a 108 dB(A).

As causas do ruído são: o atrito do disco abrasivo no material, o funcionamento do motor e a vibração transmitida ao material trabalhado. Quando essas máquinas são pneumáticas, o ruído gerado dá-se também pelo escoamento turbulento da exaustão de ar.

Por causa dos elevadíssimos níveis sonoros os trabalhadores que operam lixadeiras e esmerilhadeiras deverão usar protetores auriculares do tipo concha simultaneamente com o tipo *plug*, ainda que em exposições de curta duração.

Para lixadeiras pneumáticas desenvolveram-se manoplas (braço silenciador) preenchidas com material poroso (absorvente sonoro) entre duas telas finas. A passagem do ar através desse material quebra a turbulência e torna o fluxo que deixa o braço menos turbulento, atenuando o ruído causado pela exaustão do ar.

### **3.4 Furadeiras elétricas portáteis**

Furadeiras são máquinas portáteis acionadas por motores elétricos utilizados para perfuração de pisos, paredes, tetos e outras estruturas de madeira, concreto, cerâmica, pedras etc. Podem ser supridas de dispositivo de impacto. As furadeiras de impacto quando utilizadas apenas no modo de perfuração geram ruído semelhante ao das furadeiras comuns, mas quando usadas no modo de impacto (2.200 a 2.600 impactos por minuto) são mais ruidosas, mesmo nas baixas frequências. A escolha da ferramenta depende do material a ser furado, porém aumentando-se o diâmetro e o tamanho das brocas, elevam-se os níveis sonoros. Testes mostram que a variação da velocidade não modifica sensivelmente o ruído gerado.

As furadeiras comuns apresentaram níveis sonoros, medidos na posição do operador, de 90 a 99 dB(A) e as furadeiras de impacto, de 92 a 101 dB(A).

O ruído é gerado pelo motor elétrico, por elementos de transmissão e pelas vibrações do corpo da própria furadeira, broca ou outra ferramenta acoplada, além da radiação sonora emitida pelo material trabalhado.

No caso de perfuração combinada com percussão (2.200 a 2.600 impactos por minuto), predomina o som devido à percussão. Para material leve e/ou fino, o nível de pressão sonora aumenta, ainda que para as baixas frequências.

Para atenuar o ruído de furadeiras é necessário utilizar broca de diâmetro e comprimento adequada para cada tarefa, pois a utilização de ferramentas inadequadas, além de causar ruído excessivo, pode dar origem à quebra, travamento e superaquecimento da máquina, especialmente da broca. Sempre que possível, as peças finas ou de material leve deverão ser firmemente fixadas de preferência contra um material com propriedades resilientes, como borracha ou espuma de alta densidade. As furadeiras deverão passar por manutenção preventiva e/ou preditiva para substituir os rolamentos e as buchas gastas. O uso do dispositivo de percussão deverá ser racionalizado em relação ao tempo e à dureza do material.

Essas medidas sobre as furadeiras e o material trabalhado certamente resultarão em níveis sonoros menores que os produzidos em operações de perfuração, porém a atenuação apenas diminuirá o risco de perdas auditivas induzidas pelo ruído, razão pela qual se recomenda aos operadores dessas máquinas o uso de protetores auriculares. Geralmente o ruído é suficientemente atenuado por protetores do tipo concha.

### **3.5 Rompedores elétricos e pneumáticos**

Esses equipamentos são utilizados para rompimento e perfuração de concreto, alvenaria e pavimentos asfálticos; rasgos de tubulação, correções em vigas e pilares e retirada de pisos cerâmicos e ladrilhos. São também muito empregados em demolição.

O nível sonoro dessas ferramentas é praticamente o mesmo em qualquer material trabalhado. Encontram-se, no entanto, diferenças nas baixas e altas frequências quando se quebra piso cerâmico ou concreto leve. Os usuários desses equipamentos não contam com nenhuma medida de redução do

ruído na fonte sonora, exceto a escolha do próprio equipamento. Equipamentos pneumáticos com silenciadores incorporados são menos ruidosos. Mesmo assim, os níveis são altíssimos, de maneira que se faz necessário o uso de protetores auriculares do tipo concha simultaneamente com os do tipo tampão, que podem ser de espuma ou plástico.

Esses rompedores, quando utilizados em ambientes fechados, geram níveis sonoros entre 103 e 115 dB(A) a um metro das atividades.

O ruído é gerado pelo corpo da máquina, mas principalmente pelo contato entre a ferramenta (ponteira, entalhador ou outra ferramenta acoplada) do rompedor e a superfície do material trabalhado e, quando o equipamento é pneumático, pelo escoamento turbulento de exaustão do ar.

Existem no mercado equipamentos de vários tamanhos e potências de forma que a sua escolha adequada pode ser uma medida administrativa de controle de ruído. O emprego de ferramentas pequenas, quando possível, é preferível.

Outra medida de controle é a aquisição de certas máquinas com revestimento especial para evitar a transmissão da vibração do corpo da ferramenta para o ar do ambiente, dotadas de silenciadores acústicos para impedir a transmissão sonora emitida pela exaustão e com amortecedores de contato antivibratório para apoiar-se sobre o material trabalhado, o que atenua as vibrações transmitidas pela máquina.

Além disso, a escolha do período de uso é importante no sentido de limitar o número de trabalhadores expostos. Pode-se, também, utilizar o revezamento do operador para distribuir a exposição entre os trabalhadores e minimizar a possibilidade de dano auditivo.

De qualquer forma, deve-se tornar obrigatório o uso simultâneo de protetores auriculares do tipo *plug* e concha.

### **3.6 Betoneiras**

Largamente utilizados na Construção Civil, esses equipamentos servem para preparar o concreto e argamassas diversas com a mistura de cimento, água e agregados.

As betoneiras são constituídas por caçamba carregadora, cuba de mistura, dosador de água e motor elétrico, a gasolina ou diesel. As betoneiras mais simples não possuem caçamba carregadora nem dosadores de água e são utilizadas geralmente em pequenas obras.

O ruído dessas máquinas depende das condições de instalação, da potência, da capacidade volumétrica, do nível de carga (vazia, meia carga, cheia), do material trabalhado, da manutenção etc.

Os níveis sonoros obtidos na posição do operador (altura do ouvido) variaram de 82 a 92 dB(A).

A radiação sonora é emitida pelo conjunto motor/redutor e pelos impactos dos agregados com o corpo ou parede da cuba de mistura.

A escolha do piso para disposição da betoneira pode evitar a transmissão da vibração à estrutura da obra, por isso, deve-se, se possível, instalar esses equipamentos diretamente sobre o solo e garantir o seu nivelamento. Para atenuar o ruído causado pelo atrito entre o material processado e o corpo da máquina, pode-se revestir internamente a betoneira com um tipo de borracha resistente ao atrito das britas e aos efeitos químicos do cimento.

Para prevenir o aumento dos níveis sonoros, as partes móveis de transmissão das betoneiras devem ser mantidas limpas e lubrificadas e seus parafusos e porcas, devidamente apertados.

### **3.7 Compressores**

Compressores são sistemas mecânicos destinados a aumentar a pressão dos fluidos. São compostos por uma parte fixa e uma parte rotativa ou alternativa. As partes rotativas dos compressores são chamadas genericamente de pás, apesar de assumirem formas de dentes, lóbulos, palhetas etc. São máquinas ruidosas que geram altas pressões em baixa rotação.

O ar comprimido é utilizado na Construção Civil em trabalhos de pintura, pressurização de tubulões e acionamento de máquinas pneumáticas como martelotes, rompedores, perfuradores etc.

Os compressores podem produzir altos níveis de ruído de baixa frequência, mesmo que sejam equipados com silenciadores na entrada e na saída de ar, pois o ruído propaga-se por fendas e aberturas. Assim, nas proximidades de um compressor não isolado acusticamente, em geral o nível sonoro é elevado. No entanto, os compressores isolados apresentam uma ótima atenuação, cerca de 15 a 25 dB.

Foram avaliados compressores com e sem tratamento acústico. Os níveis sonoros medidos, a aproximadamente um metro, variaram de 85 a 95 dB(A) para compressores sem tratamento acústico e em torno de 70 dB(A) para compressores isolados.

De acordo com Gerges (1992), as principais fontes de ruído em compressores centrífugos são a turbulência do fluxo de ar devido à passagem não suave do fluido pelo interior do compressor, a separação do fluxo causado pela sua interação nas partes rotativas (rotores) e nas partes fixas (estatores) e o fluxo não estacionário (irregular) nas pás dos rotores, que gera ruído na frequência de rotação e nos seus harmônicos. A isso, se somam as irradiações sonoras do motor e do sistema de refrigeração.

Para atenuar o ruído de compressores, recomenda-se a instalação de silenciadores reativos na entrada e na saída do ar e a sua isolação acústica com o uso de molas ou coxins sobre uma base de inércia. Deve-se também utilizar juntas flexíveis nas tubulações e enclausurar a carcaça, quando necessário. No caso de enclausuramento, o invólucro deve ser revestido internamente com material absorvente e as janelas para inspeção devem prover meios para fechamento hermético. É importante ressaltar, porém, que o controle mediante o enclausuramento é possível apenas quando, junto com o isolamento acústico, se projeta o seu sistema interno de ventilação.

### **3.8 Martelos**

Martelo é uma ferramenta de percussão usada para trabalhos em superfícies diversas. Na Construção Civil ele é bastante utilizado por carpinteiros para construir os telhados, fazer as formas de madeira de pilares, vigas, escadas e pisos de concreto e também para desmontá-las (desforma). Essas atividades geram impacto de altíssimos níveis de pressão sonora influenciando muito na composição dos níveis de exposição diária ao ruído dos carpinteiros.

Os níveis médios de pressão sonora podem atingir valores de 109 a 142 dB (linear), principalmente em tarefas de desforma de pisos, vigas, pilares e escadas de concreto, podendo ultrapassar, inclusive, os limites máximos admissíveis de exposição sonora (140 dB medido na escala linear), o que, na falta de proteção adequada, caracterizaria a tarefa como de grave e iminente risco.

A causa desses níveis de ruído é o impacto da base do corpo do martelo sobre a cabeça de pregos ou sobre determinada superfície. Na Construção Civil, por exemplo os carpinteiros golpeiam o madeiramento de formas de madeira utilizadas na construção de pisos, escadas, vigas e pilares de concreto para desmontá-las.

Até o momento não houve progresso na substituição do martelo por outra ferramenta ou equipamento menos ruidoso. Existem, porém, equipamentos pneumáticos de pregar para construção de engradados de madeira, utilizados para exportação de máquinas. Esses equipamentos são efetivamente mais rápidos que o martelo nessa tarefa, mas geram um ruído maior por causa do efeito de saída do ar comprimido.

Para atenuar esse tipo de ruído, sugere-se um estudo para desenvolvimento de um novo equipamento pneumático de impacto, que seja suprido com silenciador semelhante aos utilizados em armas de fogo. Dado o risco de acidente de um equipamento como esse, seu acionamento deve ser feito apenas pelo contato direto na superfície trabalhada. Outro estudo poderia ser feito com compressores de alta pressão ou com motor elétrico cujo acionamento somente empurraria o prego eliminando, assim, todo o ruído da operação.

### **3.9 Serrotes**

Serrotes são ferramentas utilizadas para cortar madeiras, dando-lhes formas e dimensões adequadas, acionadas exclusivamente pela força da mão e do braço do operador.

Os níveis sonoros encontrados variaram de 75 a 81 dB(A) quando medidos na posição do ouvido do trabalhador.

O ruído é gerado pelo contato direto entre a serra e o material trabalhado.

Embora o ruído causado por serrotes não seja suficiente para causar danos auditivos, maiores níveis sonoros podem ser evitados, apenas, posicionando e/ou fixando o material a ser serrado adequadamente.

### **3.10 Vibradores de concreto**

Vibradores de concreto são equipamentos utilizados para obtenção de um melhor adensamento e uma distribuição homogênea dos agregados. Asseguram o enchimento das formas e facilitam a penetração do concreto em todos os vãos, aumentando sua capacidade de carga.

A aproximadamente um metro da operação os níveis sonoros medidos variaram entre 85 e 90 dB(A).

A haste emite um som “desagradável” de alta frequência, que se nota, sobretudo quando o vibrador toca na armadura metálica e na forma de trabalho. Quando funciona “em vazio”, o ruído é idêntico ao registrado no curso da operação, porém em nível mais alto. O som gerado pelos vibradores não é sempre o mesmo, o que provavelmente se dá em razão das diferenças nos mancais e nas partes móveis (giratórias) da máquina.

A substituição dos mancais e das partes móveis desgastadas pode contribuir para redução do ruído. Deve-se evitar também o funcionamento da máquina “em vazio”. De qualquer forma, recomenda-se aos operadores desses equipamentos o uso de protetores auriculares.

### **3.11 Compactadores**

Compactadores são máquinas elétricas ou a combustão, utilizadas na preparação da área a ser construída. Por meio de uma base ou placa vibratória, compactam o solo aumentando-lhe densidade, resistência e estabilidade. São importantes em obras de saneamento, instalações hidráulicas, elétricas, telefônicas, galerias em geral, onde é necessário um alto grau de compactação.

Para compactadores a combustão, os níveis medidos na posição do operador, permaneceram em torno de 91 dB(A).

O ruído é gerado pelo motor e pelos elementos de percussão. No caso de compactadores à combustão, o ruído é maior em razão do tipo de motor utilizado e do escape de gases.

A escolha do equipamento é muito importante nesse caso, já que os compactadores elétricos são menos ruidosos que os movidos a combustível. No caso de inviabilidade financeira ou técnica para aquisição dos compactadores elétricos, aconselha-se o uso de silenciadores na saída de exaustão dos gases, a manutenção freqüente da máquina e o emprego de protetores auriculares.

## **4 CONCLUSÕES**

Os resultados resumidos no anexo indicam que os equipamentos utilizados na Construção Civil são ruidosos. O conhecimento desses valores propicia uma escolha adequada de tempo de exposição ao ruído pelo trabalhador para que se evite danos físicos à saúde, principalmente, perdas auditivas.

A variedade das atividades e equipamentos utilizados na Construção Civil são fatores que dificultam o controle de exposição. Por outro lado, gera um campo rico de experimentação no que se refere à implementação de técnicas de controle de ruído.

## **5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- 1-GERGES, S. N. Y, Ruído: Fundamentos e Controle, Florianópolis, NR Editora, 1992. 600 p.
- 2-MAIA, P.A. Estimativa de exposições não contínuas a ruído, São Paulo, Fundacentro, 2002. 224 p.
- 3-FUNDACENTRO, São Paulo. NHO/01. Avaliação da exposição ocupacional ao ruído. São Paulo, 1999. 37 p.
- 4-AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS Threshold limit values (TLVs) for chemical substances and physical agents and biological exposure indices (BEIs). Cincinnati, OH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists. 2002.

## ANEXO

**Tabela 1 – Equipamentos utilizados na Construção Civil com os respectivos níveis médios de ruído, medidas de controle e variação do tempo máximo diário permissível, conforme ACGIH (2002)**

Equipamento	dB(A)	Medidas de controle	Varição do tempo máximo diário permissível
Serras circulares de bancada	100 a 107	a) Disco com dimensões adequadas firmemente fixada no eixo. b) Acoplar ambos os lados do disco da serra a flanges de aço sobre disco de borracha. c) Escolha de dentes de perfil apropriado ao material serrado e lâminas de dentes de metal duro (vídia). d) Afiação periódica. e) Evitar funcionamento em vazio. f) Substituição de discos danificados. g) Uso simultâneo dos protetores auriculares do tipo concha e plug.	15 min - 100 dB(A) 03 min - 107 dB(A)
Serras circulares portáteis	101 a 109	No que couber, implementar as mesmas medidas das serras de bancada.	12 min - 101dB(A) 02 min - 109 dB(A)
Lixadeiras elétricas portáteis	98 a 108	Utilizar lixadeiras com manoplas manoplas silenciadoras. Utilizar protetores auriculares do tipo concha simultâneamente com o tipo plug.	24 min - 98 08 min - 108
Furadeiras elétricas portáteis	90 a 99 92 a 101 *	Utilizar broca de diâmetro e comprimento adequados para cada tarefa. Fixação do material serrado sobre material resiliente. Manutenção periódica e uso racional do dispositivo de percussão. Uso de protetores auriculares tipo concha.	152 min - 90 dB(A) 95 min - 92 dB(A) 19 min - 99 dB(A) 12 min - 101 dB(A)
Rompedores elétricos e pneumáticos	110 a 115	Utilizar máquinas com revestimento para evitar vibrações, dotadas de silenciadores acústicos e com amortecedores de contato. Escolher o período de uso. Uso simultâneo dos protetores auriculares tipo concha e plug.	02 min - 110 dB(A) 0,5 min - 115 dB(A)
Betoneiras	80 a 85 70 **	Escolha do local (piso) para instalação da betoneira. Revestir internamente a betoneira com material resiliente. Manutenção adequada (limpeza, lubrificação e aperto dos parafusos).	480 min - 85 dB(A)
Compressores	85 a 95	Instalação de silenciadores reativos e isolamento acústica com uso de molas ou coxins sobre uma base de inércia. Utilizar juntas flexíveis nas tubulações e enclausurar a carcaça, quando necessário.	480 min - 85 dB(A) 48 min - 95 dB(A)
Martelos	109 a 142 ***	Uso simultâneo dos protetores auriculares tipo concha e plug.	120 dB(C)
Serrote	75 a 81	Risco controlado.	-
Vibradores de concreto	85 a 90	Manutenção periódica dos mancais e partes móveis. Uso de protetores auriculares.	480 min - 85 dB(A) 152 min - 90 dB(A)
Compactadores	91	Escolha de equipamentos alimentados por energia elétrica. No caso de compactadores a combustão, adquirir os que possuem silenciadores.	120 min - 91 dB(A)

- \*com furadeiras no modo de impacto
- \*\*betoneira com tratamento acústico
- \*\*\* medidas em dB(C)