

JUCÉLIA CAETANO DE SOUZA MENDONÇA

AVALIAÇÃO DE EXPOSIÇÕES OCUPACIONAIS  
NA CONSTRUÇÃO CIVIL:  
ESTUDO DE CASO

SÃO PAULO  
2010

JUCÉLIA CAETANO DE SOUZA MENDONÇA

AVALIAÇÃO DE EXPOSIÇÕES OCUPACIONAIS  
NA CONSTRUÇÃO CIVIL:  
ESTUDO DE CASO

SÃO PAULO  
2010

JUCÉLIA CAETANO DE SOUZA MENDONÇA

AVALIAÇÃO DE EXPOSIÇÕES OCUPACIONAIS  
NA CONSTRUÇÃO CIVIL:  
ESTUDO DE CASO

Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São  
Paulo para a obtenção do título de  
Especialista em Engenharia de  
Segurança do Trabalho.

SÃO PAULO  
2010

## FICHA CATALOGRÁFICA

## RESUMO

O propósito deste estudo é a realização do acompanhamento das avaliações quantitativas dos agentes físicos e químicos a que estão expostos os trabalhadores de um canteiro de obras da construção civil de forma a reforçar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso de Engenharia de Segurança do Trabalho. As avaliações quantitativas realizadas foram: ruído, vibrações mecânicas, agentes químicos (particulado respirável e sílica cristalina, poeira de madeira, monóxido de carbono). O trabalho possibilitou maior contato com os programas de saúde e segurança ocupacional específicos para a construção civil (como é o caso do Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção - PCMAT, ou outros programas não específicos como o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA bem como maior contato com as metodologias de amostragens e equipamentos utilizados reforçando os conhecimentos adquiridos durante o curso de pós graduação em engenharia de segurança do trabalho.

Palavras - chave: Construção civil. Avaliações ambientais. Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. Segurança do Trabalho. Trabalhadores.

## ABSTRACT

The purpose of this study is the realization of the monitoring of quantitative assessments of physical and chemical agents to which workers are exposed to a construction site construction in order to strengthen the knowledge acquired during the course of Safety Engineering Work. The quantitative evaluations were carried out: noise, vibration, chemical agents (respirable particulate and crystalline silica, wood dust, carbon monoxide). The work increased contact with the programs of occupational health and safety specific to the construction (as is the sunset Program Terms and Environment Working in the Construction Industry - PCMAT, or other non-specific as the Risk Prevention Program Environmental - PPRA as well as greater contact with the sampling methods and equipment used by strengthening the knowledge acquired during the course of post graduate degree in engineering safety.

Key - words: Construction. Environmental assessments. Program for the Prevention of Environmental Risks. Work Safety. Workers.

## SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	9
LISTA DE TABELAS .....	10
LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....	11
1 INTRODUÇÃO .....	12
1.1 Objetivos .....	13
1.2 Justificativa .....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	14
2.1 A Construção Civil .....	14
2.2 Riscos Ambientais .....	15
2.2.1 Ruído .....	17
2.2.2 Vibração .....	20
2.2.3 Agentes Químicos .....	21
2.2.4 Doença do Trabalho .....	22
2.2.5 O Programa da Construção Civil (PCMAT) .....	23
2.2.6 NR 15 – Atividade e Operações Insalubres .....	24
2.2.7 NR 6 – Equipamento de Proteção Individual – EPI .....	25
3 METODOLOGIA.....	27
3.1 Apresentação do Caso .....	27
3.1.1 Caracterização da Empresa e do Canteiro de Obras .....	27
3.1.2 Roteiro de Trabalho .....	31
3.1.3 Seleção dos Trabalhadores .....	32
3.2 Avaliação de Exposição Ocupacional .....	32
3.2.1 Ruído .....	32
3.2.2 Vibração .....	35
3.2.3 Avaliação dos Agentes Químicos .....	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	42
4.1 Dos resultados das avaliações .....	42
4.1.1 Ruído .....	42
4.1.2 Vibração .....	45
4.1.3 Agentes químicos .....	48

5 CONCLUSÕES .....	52
REFERÊNCIAS.....	54

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACGIH	American Conference of Governmental Industrial hygienists
CA	Certificado de Aprovação
CAT	Comunicado de Acidente de Trabalho
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FUNDACENTRO	Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho
GHE	Grupo Homogêneo de Exposição
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISO	International Organization for Standardization
LT	Limite de Tolerância
LTCAT	Laudo Técnico das Condições de Trabalho
MTe	Ministério do Trabalho e Emprego
NEN	Nível de Exposição Normalizado
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
PAIC	Pesquisa Anual da Indústria da Construção Civil
PCMAT	Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção
PCMSO	Programa de Controle Médico Ocupacional
PPRA	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
QSMS	Qualidade, Saúde, Segurança e Meio Ambiente

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01	População ocupada, segundo agrupamentos de atividades no Brasil.....	14
Tabela 02	Descrição de atividades do canteiro de obras.....	28
Tabela 03	Resultados das dosimetrias .....	42
Tabela 04	Aceleração equivalente medida e limites de tolerância (operação de grua).....	46
Tabela 05	Aceleração equivalente medida e limites de tolerância (operação de martelete elétrico).....	47
Tabela 06	Resultados das avaliações de poeira respirável e sílica respirável.....	48
Tabela 07	Avaliação de poeira de madeira.....	50
Tabela 08	Avaliação de monóxido de carbono.....	51

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01	Esquema do canteiro de obras: etapa de escavação e finalização da fase estrutural.....	28
Figura 02	Esquema do canteiro de obras: etapa de escavação e finalização da fase estrutural.....	28
Figura 03	Dosímetro de ruído.....	33
Figura 04	Instalação dos dosímetros (carpinteiros e armadores.....	33
Figura 05	Detalhe do microfone instalado.....	33
Figura 06	Técnico explicando sobre a avaliação aos trabalhadores.....	35
Figura 07	Instalação do acelerômetro no martetele.....	37
Figura 08	Instalação do acelerômetro no martetele.....	37
Figura 09	Utilização do martetele com acelerômetro acoplado.....	37
Figura 10	Pedreiro realizando aplicação de argamassa (3º subsolo).....	38
Figura 11	Atividade de lixamento de concreto (2º subsolo), detalhe do equipamento de amostragem instalado no trabalhador.....	39
Figura 12	Trabalhadores na serra de bancada (bomba gravimétrica com K7 de PVC).....	39
Figura 13	Detalhe de equipamento instalado no trabalhador de carpintaria.....	40
Figura 14	Detalhe de equipamento instalado no trabalhador de carpintaria.....	40
Figura 15	Movimentação de terra em área parcialmente fechada.....	41
Figura 16	Bomba gravimétrica e bag para amostragem de CO.....	41
Figura 17	Bomba gravimétrica e bag para amostragem de CO.....	41

## 1 INTRODUÇÃO

A Indústria da Construção no Brasil tem tomado um novo rumo, não só pela evolução tecnológica e pelas novas técnicas construtivas, ou por sua forte representação no PIB nacional, mas também pela insistente luta dos trabalhadores para a melhoria das condições de saúde e segurança nos canteiros de obra.

O setor apresenta um conjunto de características bem distintas dos demais setores da economia, destacando-se aqui a formação deficiente dos profissionais, a rotatividade da mão de obra que configura um eterno “vai e vem” de profissionais nas empresas, diversidade de tarefas desenvolvidas desde a fase inicial até sua finalização: serviços de escavação, fundação, carpintaria, armação, alvenaria, acabamentos, soldagem são só alguns exemplos das diferentes atividades contempladas na construção de um edifício, por exemplo. Estas características influenciam no aumento dos fatores de riscos a que estão expostos os trabalhadores e, conseqüentemente, aumentam as chances de ocorrência de acidentes e aquisição de doenças ocupacionais no exercício da atividade.

O Art. 7º da Constituição federal de 1988 garante igualdade de condições para os trabalhadores no que diz respeito às garantias do exercício do trabalho dentro de condições dignas e com todas as garantias de segurança e saúde e o recebimento do adicional devido, seja de insalubridade ou periculosidade. A caracterização das atividades e operações insalubres somente será possível após uma avaliação criteriosa das avaliações quantitativas ou qualitativas de modo a orientar o empregador sobre a necessidade do pagamento do adicional de insalubridade ao empregado bem como da necessidade de implementar medidas que eliminem, reduzam ou controlem os riscos ambientais, caso seja comprovada a exposição do trabalhador acima dos limites de tolerância estabelecidos. Neste contexto, as avaliações das exposições ocupacionais são ferramentas obrigatórias para mensurar o nível de exposição do trabalhador bem como nortear o estabelecimento de controles que assegurem a manutenção de sua saúde e o profissional de saúde e segurança do trabalho deve conhecer as metodologias e ferramentas para realizar estas avaliações.

## **1.1 Objetivos**

O objetivo deste trabalho é fazer o acompanhamento das avaliações quantitativas dos agentes físicos e químicos a que estão expostos os trabalhadores de um canteiro de obras da construção civil de maneira a reforçar os conhecimentos adquiridos sobre o assunto no decorrer do curso de engenharia de segurança do trabalho.

## **1.2 Justificativa**

As avaliações ambientais quantitativas são ferramentas importantes para que o profissional especialista em segurança e saúde ocupacional detecte situações onde o trabalhador esteja exposto a níveis inaceitáveis de determinado agente, possibilitando implementar controles que eliminem ou reduzam os riscos ocupacionais a níveis aceitáveis ou mesmo apontar necessidades de revisar os processos e controles já estabelecidos. Neste contexto, é necessário que o profissional de engenharia de segurança e higiene ocupacional conheça as metodologias empregadas, equipamentos utilizados durante as medições em campo e saiba interpretar os dados obtidos nestas medições.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura deste trabalho foi desenvolvida com base nas Normas Regulamentadoras - NR's do Ministério do Trabalho e apostilas fornecidas durante o curso de especialização de engenharia de segurança do PECE.

### 2.1 A Construção Civil

A Construção Civil e toda a sua cadeia produtiva representam um setor muito importante da economia com atividades que vai desde a extração de matérias primas, transformação, industrialização até a comercialização de produtos, bens e serviços. Além da importância econômica pela geração de riquezas, o setor tem uma grande importância social, pois gera ocupações para muitas pessoas conforme mostra a tabela 01, desde a mão de obra mais especializada a menos especializada. Segundo dados do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, em 2007 o setor ocupou mais 1,8 milhão de pessoas em todo Brasil. A mesma pesquisa mostra uma expansão do setor influenciado positivamente por um conjunto de fatores diretamente relacionados como crescimento da renda familiar e do emprego, aumento do crédito ao consumidor, maior oferta de crédito imobiliário entre outros (PAIC, 2007).

Tabela 01 – População ocupada, segundo agrupamentos de atividades no Brasil (%)  
(continua)

Setor	Brasil
Agrícola	20,5
Indústria	29
<b>Construção</b>	<b>6,5</b>
Comércio e Reparação	17,8
Alojamento e Alimentação	3,7

Tabela 01 – População ocupada, segundo agrupamentos de atividades no Brasil (%)  
(conclusão)

<b>Setor</b>	<b>Brasil</b>
Transporte, Armazenagem e Comunicação	4,5
Administração Pública	4,9
Educação, saúde e serviços sociais	8,8
Outros serviços	4,3
<b>Total</b>	<b>100</b>

Fonte: Anuário dos Trabalhadores 2007 do Ministério do Trabalho e Emprego (IBGE. PENAD)

O setor da construção civil se divide em dois seguimentos principais:

- Construção Pesada: Composto pela construção das vias de transporte e obras de saneamento, de irrigação e drenagem, de geração e transmissão de energia, de sistemas de comunicação e de infra-estrutura em geral.
- Edificações: Composto basicamente por obras habitacionais, comerciais, industriais, sociais (hospitais, escolas etc.).

A indústria da construção civil possui como característica também o alto número de acidentes e doenças ocupacionais.

## **2.2 Riscos Ambientais**

A Norma Regulamentadora 9 trás em seu texto o conceito de riscos ambientais:

9.1.5 consideram – se riscos ambientais, os agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador:

9.1.5.1 Consideram – se agentes físicos diversas formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, tais como ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, bem como o infra-som e ultra-som.

Na construção civil, o ruído, gerado pela utilização de equipamentos (policorte, compressores, marteleletes), máquinas e veículos pesados (escavadeiras, guindastes, caminhões) pode causar danos irreversíveis à saúde dos trabalhadores

expostos. Vibração mecânica, geralmente associada à operação de equipamentos também ruidosos como é o caso do martetele, é alvo de atenção (Moraes, 2009).

9.1.5.2 Consideram – se agentes químicos as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que, pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou ser absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão.

As atividades de soldagem, carpintaria, lixamentos, pintura e outras comuns ao setor da construção, são os principais responsáveis por expor o trabalhador aos agentes químicos.

9.1.5.3 Consideram – se agentes biológicos as bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros.

Para saber qual é o nível de exposição a um determinado agente é necessário realizar as avaliações ambientais que pode ser qualitativa ou quantitativa.

Os objetivos de uma avaliação ambiental quantitativa podem ser:

- Investigar causa de determinados sintomas ou sinais nos trabalhadores;
- Identificar substancias presentes no local de trabalho;
- Atender a legislação vigente;
- Verificar a eficiência de uma medida de controle estabelecida;
- Realizar estimativa de exposição ocupacional dentro de um programa de higiene ocupacional;

Dentro de um programa de higiene ocupacional a avaliações são realizadas sistematicamente e devem ser repetitivas de modo a realizar o acompanhamento da exposição e introduzir medidas de controle sempre que necessário.

Para realizar as avaliações quantitativas deve se conhecer: que agente será avaliado, metodologia empregada nas medições, os parâmetros de comparação vigentes, como interpretar estes resultados.

Em pequenas empresas onde o número de funcionários também é pequeno, a questão das avaliações pode não representar grande custo, mas nas grandes empresas ou mesmo em um canteiro de obras, objeto de nosso estudo, os técnicos se vêem as voltas com a difícil tarefa de realizar as avaliações de forma econômica, mas sem comprometer o aspecto técnico. Para isso se constituem os chamados Grupos Homogêneos de Exposição (GHE) que, basicamente, corresponde a um grupo de trabalhadores que experimentam exposição semelhante, de forma que o

resultado fornecido pela avaliação da exposição de qualquer trabalhador do grupo seja representativo da exposição do restante dos trabalhadores do mesmo grupo.

Moraes (2009), diz que a escolha do GHE deve ocorrer durante a fase de antecipação e reconhecimento do PPRA. Sua escolha recairá, na maioria das vezes, sobre um dos elementos:

- Tarefas desenvolvidas;
- Funções;
- Trajetória e meio de propagação;
- Número de trabalhadores expostos etc.

As medidas de controle devem ser determinadas em função da interpretação dos resultados, da análise dos riscos e priorizadas em função da evidência dos danos do risco, na seguinte ordem:

- Potencial de lesão à saúde e/ou integridade física do trabalhador (grau de risco - qualitativo ou quantitativo);
- Tempo de exposição dos funcionários ao risco;
- Números de funcionários expostos ao risco;
- Casos configurados (nexo causal entre danos constatados na saúde dos trabalhadores e a atividade desenvolvida pelos mesmos).

### **2.2.1 Ruído**

O ruído é um dos principais agentes físicos presentes no ambiente de trabalho (Fantazzini, 2008). Por sua presença freqüente e pelos efeitos causados á saúde do trabalhador, o ruído é foco da atenção dos profissionais da saúde ocupacional.

A presença do ruído em um ambiente de trabalho pode lesionar o sistema auditivo dos trabalhadores e causar a perda da audição, quando os níveis são excessivos. O dano inicial se apresenta nas freqüências mais altas, em torno de 4.000 Hz depois afeta progressivamente as freqüências mais baixas. Quando o trabalhador é exposto continuamente a um nível de exposição diária superior a 80 dB(A) o risco de perda da audição aumenta. Além da perda auditiva o ruído pode causar:

- Problemas vasculares e digestivos;
- Transtornos do sono;
- Irritabilidade e cansaço;
- Diminui o nível de atenção etc.

As medições de ruído devem considerar o nível de ruído e o tempo de exposição do trabalhador (Moraes, 2009). A metodologia de avaliação do ruído, as características dos equipamentos de medição e métodos de calibração dos equipamentos estão na norma de higiene ocupacional da FUNDACENTRO a NHO -01. Esta Norma Técnica tem por objetivo estabelecer critérios e procedimentos para a avaliação da exposição ocupacional ao ruído, que implique risco potencial de surdez ocupacional.

O critério de referência que embasa os limites de exposição diária adotados pra ruído contínuo ou intermitente corresponde a uma dose de 100% para exposição de 8 horas ao nível de 85 dB(A). O critério de avaliação considera, além do critério de referência, o incremento de dose (q) igual a 3 e o nível limiar de integração igual a 80 dB(A).

A avaliação da exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitente deverá ser feita por meio da determinação da dose diária de ruído ou do nível de exposição, parâmetros representativos da exposição diária do trabalhador. Esses parâmetros são totalmente equivalentes, sendo possível, a partir de um obter-se o outro, mediante as expressões matemáticas que seguem:

### **Nível de Exposição (NE)**

$$NE = 10 \times \log \left( \frac{480}{TE} \times \frac{D}{100} \right) = 85 \text{ (dB)}$$

### **Dose de Ruído (D)**

$$D = \frac{TE}{480} \times 100 \times 2^{\frac{(NE - 85)}{3}} \text{ (\%)}$$

Onde:

NE: Nível de exposição

D: Dose diária em porcentagem

TE: Tempo de duração em minutos de jornada diária de trabalho

A avaliação deve ser realizada utilizando-se medidores integradores de uso individual, fixados no trabalhador (dosímetro de ruído).

Na indisponibilidade destes equipamentos, a Norma oferece procedimentos alternativos para outros tipos de medidores integradores ou medidores de leitura instantânea, não fixados no trabalhador, que poderão ser utilizados na avaliação de determinadas situações de exposição ocupacional. Em cada caso deverão ser seguidos os procedimentos de medição específicos estabelecidos na NHO-01.

O limite de exposição ocupacional diário no ruído contínuo ou intermitente corresponde a dose diária igual a 100%.

O nível de ação para a exposição ocupacional ao ruído é de dose diária igual a 50%.

O limite de exposição valor teto para o ruído contínuo ou intermitente é 115 dB(A).

Exposições a níveis inferiores a 80 dB(A) não serão considerados no cálculo da dose.

A avaliação da exposição pelo nível de exposição deve ser realizada, preferencialmente, utilizando-se medidores integradores de uso individual. Na indisponibilidade destes equipamentos, poderão ser utilizados outros tipos de medidores integradores ou medidores de leitura instantânea, portados pelo avaliador.

O Nível de Exposição (NE) é o Nível Médio representativo da exposição diária do trabalhador avaliado.

Para fins de comparação com o limite de exposição, deve-se determinar o Nível de Exposição Normalizado (NEN), que corresponde ao Nível de Exposição (NE) convertido para a jornada padrão de 8 horas diárias.

#### **O Nível de Exposição Normalizado (NEN):**

$$NEN = NE + 10 \log \frac{TE..}{480} \text{ (dB)}$$

onde:

NE = nível médio representativo da exposição ocupacional diária.

TE = tempo de duração, em minutos, da jornada diária de trabalho.

Neste critério o limite de exposição ocupacional diária ao ruído correspondente a NEN igual a 85 dB(A), e o limite de exposição valor teto para ruído contínuo ou intermitente é de 115 dB.

Os limites de exposição para ruído contínuo e intermitente estão definidos na Norma Regulamentadora NR 15 em seu Anexo 1.

### **2.2.2 Vibração**

A vibração é um agente presente na maioria das atividades, mas ainda é pouco estudado. As vibrações ocupacionais se dividem em:

- Vibrações de corpo inteiro: este tipo de vibração é transmitido ao corpo com a pessoa na posição sentada, em pé ou deitada. Este tipo de vibração, quando em condições severas, pode causar problemas na região dorsal e lombar, gastrointestinais, sistema reprodutivo, desordens no sistema visual e vestibular, problemas nos discos intervertebrais, degeneração da coluna vertebral.
- Vibrações localizadas ou de mãos e braços: são vibrações que atingem algumas regiões do corpo sendo mais comum vibração em mãos e braços. Este tipo de vibração pode provocar efeitos de ordem vascular, neurológica, ósteoarticular e muscular sendo que os estágios da evolução da doença seguem esta configuração: formigamento e adormecimento, ataques de branqueamento dos dedos, comprometimento do tato e destreza, aparência cianótica e necrose (Cunha 2008).

A Norma Regulamentadora NR 15 em seu anexo 8, prevê que as atividade e operações que exponham os trabalhadores sem a devida proteção às vibrações localizadas ou de corpo inteiro serão caracterizadas como insalubres através da perícia realizada no local de trabalho (Moraes 2009). A perícia visando a comprovação ou não da exposição deve tomar por base os limites de exposição definidos pela ISO – Organização Internacional para Normalização em suas normas ISO 2631 e ISO/DIS 5349 ou suas substitutas.

A ISO 2631/1 e 3 de 1985, cancelada e substituída pela segunda edição ISO 2631 de 1997 que é dividida em duas partes: Requisitos Gerais (parte 1) e Vibração contínua e induzida por choque em edificações, é aplicável a vibração de corpo inteiro. A faixa de frequência representativa de vibração de corpo inteiro é de 1 a 80 Hz, sendo que a Norma estabelece três tipos de limites:

- Preservação do conforto: Conforto reduzido;
- Preservação da eficiência: Proficiência reduzida por fadiga;

- Preservação da saúde e segurança: Limite de exposição.

O sistema de condenadas é tri-ortogonal com centro no coração e há limites distintos para os eixos X, Y e Z. Região de maior sensibilidade para eixo Z é 4 a 8 Hz e para os eixos X e Y a região de maior sensibilidade é 1 a 2 Hz. A medição é feita em faixas de 1/3 de oitavas sendo que a aceleração é dada em  $m/s^2$ .

A ISO/DIS 5349 (1986), intitulada Guia para Medição e Análise da Exposição Humana à Vibração Transmitida as Mãos, fornece procedimentos gerais para avaliação dos níveis de vibração mas não especifica limites seguros em termos da aceleração e exposição diária, nem riscos de danos a saúde para as diferentes operações e ferramentas existentes. A medição da aceleração é feita em bandas de 3/8 ou da aceleração ponderada equivalente em energia transmitidas as mãos nos três eixos definidos pela norma. As frequências consideradas nas medições devem abranger ao menos a faixa de 5 a 1500 Hz. A vibração deve ser medida nos três eixos ortogonais e análise deve ter por base o maior valor.

### **2.2.3 Agentes Químicos**

Os agentes químicos atuam devido à presença de substâncias, compostos ou produtos em concentrações relativamente altas, na forma de particulados seja em estado sólido ou líquido, gases e vapores. Podem provocar muitos tipos de danos ao organismo como asfixia, irritação, efeitos sistêmicos entre outros.

A necessidade de proteger a saúde dos trabalhadores através da utilização de equipamento de proteção respiratória data o início da era cristã (Vieira e Torloni, 2003). Do início da era cristã até os dias atuais, foram desenvolvidos equipamentos de proteção mais sofisticados, no entanto, o reconhecimento da diferença entre contaminantes particulados e os gasosos só se deu durante a Revolução Industrial no século XIX.

Os contaminantes gasosos (gases e vapores em proteção respiratória) são classificados, de acordo com suas propriedades químicas, em orgânicos, ácidos alcalinos, inertes e especiais.

Os contaminantes particulados, de acordo com seu estado físico e propriedades, podem apresentar-se como poeiras, névoas, fumos, neblinas, fumaça e radionuclídeos sendo que as partículas podem ser sólidas ou líquidas:

- Poeira é uma suspensão de partículas no ar e são geradas mecanicamente como em detonações, corte de madeira por serra circular, desmonte de rocha, lixamento de madeira ou concreto etc. Seu tamanho pode variar entre 0,1  $\mu\text{m}$  a 25  $\mu\text{m}$ ;
- Névoa é uma suspensão de partículas líquidas no ar e são formadas pela ruptura mecânica de um líquido no ar (pintura com spray, operações com óleo de corte etc).
- Fumos são aerodispersóides gerados termicamente, constituídos por partículas sólidas formadas pela condensação de vapores que geralmente após a volatilização da substância sólida fundida (operações de solda, fundição etc). As partículas existentes nos fumos são bem pequenas, geralmente menores que 1  $\mu\text{m}$ .
- Fumaça é uma mistura formada por partículas suspensas no ar, gases e vapores resultantes de combustão incompleta de materiais.

A silicose é a principal doença ocupacional pulmonar devido ao elevado número de trabalhadores expostos. Na indústria da construção civil, a exposição à sílica do trabalhador é alvo da preocupação dos profissionais de saúde e segurança do trabalho.

Para avaliar o grau de exposição do trabalhador, é preciso que seja feita uma medição da concentração do(s) agente(s) químico(s) junto a zona respiratória do trabalhador (Vieira e Torloni, 2003). Os valores obtidos devem ser comparados com os limites de exposição encontrados na NR 15, nos valores de referência ou nas publicações da ACGIH - Governmental Industrial Hygienists.

#### **2.2.4 Doença do Trabalho**

Define-se como acidente do trabalho aquele que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho dos segurados especiais, provocando lesão corporal ou perturbação funcional, permanente ou temporária, que cause a morte, a perda ou a redução da capacidade para o trabalho.

Consideram-se acidente do trabalho a doença profissional e a doença do trabalho. Equiparam-se também ao acidente do trabalho: o acidente ligado ao trabalho que, embora não tenha sido a causa única, haja contribuído diretamente para a ocorrência da lesão; certos acidentes sofridos pelo segurado no local e no horário de

trabalho; a doença proveniente de contaminação acidental do empregado no exercício de sua atividade; e o acidente sofrido a serviço da empresa ou no trajeto entre a residência e o local de trabalho do segurado e vice-versa.

Todo acidente ou doença ocupacional deve ser comunicado ao INSS – Instituto Nacional de Seguro Social através da CAT – Comunicação de Acidente do Trabalho que foi prevista inicialmente na Lei nº 5.316/67, com todas as alterações ocorridas posteriormente até a Lei nº 9.032/95, regulamentada pelo Decreto nº 2.172/97.

A Lei nº 8.213/91 determina no seu artigo 22 que todo acidente do trabalho ou doença profissional deverá ser comunicado pela empresa ao INSS, sob pena de multa em caso de omissão.

A CAT se constitui na principal fonte de informações sobre acidentes do trabalho no Brasil. No entanto, estes dados dizem respeito somente aos trabalhadores inseridos na força de trabalho formal (Rocha 2009).

### **2.2.5 O Programa da Construção Civil (PCMAT)**

A Norma Regulamentadora 18, intitulada “Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção”, estabelece diretrizes de ordem administrativas, de planejamento e de organização com objetivo de implementar medidas de aspecto preventivo relacionados às condições de trabalho na construção civil.

A norma obriga estabelecimentos da construção civil que possuam 20 trabalhadores ou mais a elaborar e implementar um Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (PCMAT). O item 18.3.4 da Norma estabelece os documentos que devem compor o PCMAT:

- a) Memorial sobre condições de meio ambiente nas atividades e operações, levando-se em consideração riscos de acidentes e de doenças do trabalho e suas respectivas medidas preventivas;
- b) Projeto de execução das proteções coletivas em conformidades com as etapas de execução da obra;
- c) Especificações técnicas das proteções coletivas e individuais a serem utilizadas;
- d) Cronograma de implantação das medidas preventivas definitivas no PCMAT;
- e) Layout inicial do canteiro de obras, contemplando, inclusive, previsão de dimensionamento das áreas de vivência;
- f) Programa educativo contemplando a temática de prevenção de acidentes e doenças do trabalho, com sua carga horária.

O PCMAT deve ser elaborado e assinado por profissional legalmente habilitado na área de segurança do trabalho (técnico de segurança, engenheiro de segurança, médico do trabalho) e deve ser específico para uma única obra. Além disso, é essencial que o profissional que irá elaborar o documento conheça de construção civil para entender as especificações técnicas daquela obra.

O PCMAT não substitui o PPRA, mas deve contemplar as exigências contidas na NR 9 (PPRA) e deve ser analisado durante sua implementação e revisado quando for necessário (ex.mudanças no cronograma, mudanças no projeto, novos equipamentos etc) com objetivo de garantir a implementação das ações que visem a melhoria contínua das condições de trabalho.

### **2.2.6 NR 15 – Atividade e Operações Insalubres**

A NR 15, intitulada Atividade e Operações Insalubres, define em seus anexos, os agentes insalubres, limites de tolerâncias os critérios técnicos e legais para avaliar e caracterizar as atividades e operações insalubres e o adicional devido a cada caso.

15.1. São consideradas atividades ou operações insalubres as que se desenvolvem:

15.1.1. acima dos LT previstos nos anexos 1,2,3,5,11 e 12.

15.1.3. nas atividades mencionadas nos anexos 6,13 e 14.

15.1.4 comprovadas através de laudo de inspeção do local de trabalho, constantes dos anexos 7,8,9 e 10.

Um dos objetivos da Norma é estabelecer limites de tolerância dos agentes quantificáveis. O Limite de Tolerância (LT) é definido aqui, NR 15, como a concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com o tempo de exposição que não causará dano a saúde do trabalhador durante sua via laboral.

Se a NR 15, não trazer estes limites, os mesmos deverão ser consultados em normas e métodos da Fundacentro (NHOs) bem como normas internacionalmente reconhecidas como é o caso da Niosh.

Os limites de tolerância, agentes químicos e físicos, adotados para efeito de comparação com os valores encontrados nas avaliações ambientais do presente estudo serão os da NR 15. Quando estes limites não estiverem listados na NR 15, será obedecido o que trata a NR 9 no tocante a utilização de limites estabelecidos pela ACGIH ou outros, estabelecidos em negociação coletiva de trabalho, desde que mais rigorosos do que os critérios técnicos legais estabelecidos.

Os resultados obtidos nas avaliações ambientais são importantes na elaboração do Laudo Técnico das Condições Ambientais de Trabalho (LTCAT), solicitado pela NR 15 para concessão do direito a insalubridade. A Norma define que o exercício da atividade em condições insalubres, garante ao trabalhador o recebimento de adicional, incidente sobre o salário mínimo da região: 40% (insalubridade de grau máximo), 20% (insalubridade de grau médio) e 10% (grau mínimo). A elaboração do Perfil Profissiográfico Previdenciário (PPP), documento individual do histórico laboral do trabalhador elaborado pela empresa, para fins de concessão de aposentadoria especial. A elaboração destes dois documentos garante ao trabalhador o recebimento dos benefícios que lhe são devidos (aposentadoria, recebimento de adicional de insalubridade) quando comprovada a exposição acima dos Limites de Tolerâncias ou mesmo descaracterizar as situações exposição acima dos limites estabelecidos.

### **2.2.7 NR 6 – Equipamento de Proteção Individual – EPI**

A NR 6 que trata de Equipamento de Proteção Individual ou EPI (fabricação, comercialização, uso etc), tem interfaces importantes com as demais NRs destacando se aqui o papel fundamental que desempenha na aplicação da NR 15 na caracterização ou descaracterização da insalubridade e da NR 9 pois trata da identificação dos grupos de EPI visando ao controle individual da exposição aos agentes ambientais nocivos quando as medidas de ordem coletiva não são suficientes ou possíveis de serem utilizadas.

A NR 9, no item 9.3.5 que trata das medidas de controle, diz que as medidas de controle devem ser adotadas sempre que:

- For identificado, na fase de antecipação, potencial de risco a saúde do trabalhador;
- For constatado, na fase de reconhecimento, riscos á saúde do trabalhador;
- For constatado, na fase de avaliação quantitativas, exposição dos trabalhadores acima dos limites de tolerância estabelecidos pela NR 15 ou os limites adotados pela American Conference of Governmental Industrial Higienists (ACGIH).

Constatada a exposição do trabalhador ao risco, na fase de levantamento e avaliação dos riscos (PPRA), deve ser feita a indicação de medidas que protejam a

saúde do mesmo. O Artigo 191 da Lei Nº 6.514 demonstra bem a importância da adoção de equipamento de proteção individual adequado ao risco no que se refere a neutralização da insalubridade:

Art. 191. A eliminação ou neutralização da condição insalubre ocorrerá:

I – com a adoção de medidas que conservem o ambiente de trabalho dentro dos limites de tolerância;

II – com a utilização de equipamentos de proteção individual ao trabalhador que diminuam a intensidade do agente agressivo a limites de tolerância.

Em canteiros de obras, por experiência dos profissionais do SESMIT quanto aos riscos de exposição dos trabalhadores e conhecimento das condições de trabalho (muitas atividades ao mesmo tempo, grau de exposição aos riscos diferentes ao longo do dia etc), é comum a prescrição da utilização, em toda jornada de trabalho dos chamados EPIs “básicos”: capacete, óculos de proteção, bota de segurança, protetor auricular, luvas diversas (dependendo da atividade desenvolvida). Ao adotar esta prática, alguns cuidados precisam ser tomados:

- Adequação do EPI as condições de trabalho – Quanto mais confortável o trabalhador se sentir, menos tentado ele ficará em não usá-lo.
- Aquisição de EPI com CA (Certificado de Aprovação emitido pelo EMTe no Brasil);
- Treinamento dos trabalhadores sobre utilização, guarda e importância da utilização do mesmo;

Em muitos casos, é preciso lançar mão de outras medidas, além dos treinamentos, para incentivar o uso adequado do EPI: medidas administrativas (advertências), campanhas motivacionais etc.

## **3 METODOLOGIA**

### **3.1 Apresentação do Caso**

#### **3.1.1 Caracterização da Empresa e do Canteiro de Obras**

A empresa responsável pelo edifício em construção onde foram realizadas as avaliações é uma multinacional presente nos principais mercados do mundo que oferece serviços de engenharia e construção. A empresa tem origem europeia e começou sua atuação no Brasil no final da década de 70. Seu foco de atuação é:

- Edificações: Edifícios de escritório, shopping centers, hipermercados e megastores, escolas, hotéis edifícios residenciais, centros de distribuição, data centers e call centers, centros culturais, lazer e exposições bem como hospitais e laboratórios.
- Industrial: Indústria de processos contínuos, indústria de manufatura: siderurgia, mineração, químico, petroquímico, agroindustrial, farmacêutico, papel e celulose, automotivo, eletroeletrônico, alimentício e de bebidas, têxtil, plásticos e borracha e indústria gráfica.
- Infra-estrutura: Atua nos seguimentos de túneis, pontes, barragens, saneamento, obras de vias públicas, metrô e vias férreas, aeroportos, portos e estádios.

Em todos os seguimentos a alta direção da empresa tem como premissa o desenvolvimento das atividades visando a preservação de sua mão de obra de forma a prevenir acidentes do trabalho e de doenças ocupacionais, minimizando os níveis de exposição ocupacionais através dos controles estabelecidos. Estas ações são embasadas não só pela legislação sobre segurança do trabalho vigente no Brasil quanto pelos requisitos da certificação OSHAS 18001.

Há uma preocupação da Diretoria em manter um time de QSMS – Qualidade, Saúde, Meio Ambiente e Segurança do Trabalho bem estruturado em todas as obras para fazer a gestão necessária.

O canteiro de obras onde foram realizadas as avaliações de exposições ocupacionais está localizado em uma região nobre da cidade de São Paulo, possuindo as seguintes características:

- Sistema Construtivo: Edificação comercial de alto nível com 40 (quarenta) pavimentos sendo 05 (cinco) subsolos e 35 (trinta e cinco) sobressolos incluindo térreo e mezanino (figura 01 e 02);
- Características Construtivas: sistema de escavação mecanizado, sistema de estrutura concreto armado moldadas “in loco”.
- Prazo de execução: Previsão de duração de 24 meses.
- Mão de obra prevista (pico): 350 trabalhadores.

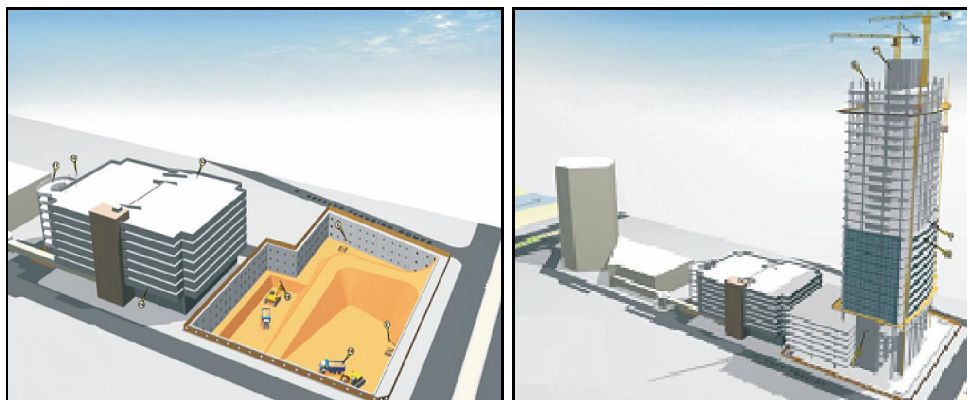


Figura 01 e 02 – Esquema do canteiro de obras: etapa de escavação e finalização da fase estrutural

As principais atividades desenvolvidas no canteiro de obras, no momento da avaliação ambiental quantitativa, estão descritas na Tabela 03:

Tabela 02 – Descrição de atividades do canteiro de obras (Continua)

<b>Atividade</b>	<b>Descrição dos Serviços</b>	<b>Observações</b>
Atividades Administrativas	Análise de documentos; Elaboração de documentos; Digitação; Utilização de telefone; Participação em reuniões	A atividade é realizado em ambiente fechado (escritório), ventilado e o colaborador adota a posição sentado na maior parte da jornada de trabalho (período superior a 7 horas).

Tabela 02 – Descrição de atividades do canteiro de obras (continuação)

<b>Atividade</b>	<b>Descrição dos Serviços</b>	<b>Observações</b>
Escavação Mecanizada	Execução de cortes, aterros e reaterros por meio de máquinas, equipamentos e veículos; Utilização de mini escavadeiras, mini retroescavadeiras.	A atividade é realizada a céu aberto ou semi-abertas (sob laje no 5º subsolo) do prédio, os operadores e motoristas adotam a posição sentado na maior parte da jornada de trabalho (período superior a 7 horas).
Concreto	Lançamento e adensamento de concreto no Canteiro de Obras; Utilização de vibrador de concreto, bomba de concreto e caminhão betoneira.	A atividade é realizada a céu aberto (Frentes de Serviço) e o colaborador adota a posição em pé na maior parte da jornada de trabalho (período superior a 7 horas).
Armação	Execução de armações de aço no Canteiro de Obras; Utilização de policorte para corte das barras de aço.	A atividade é realizada a céu aberto (Frentes de Serviço) e o colaborador adota a posição em pé na maior parte da jornada de trabalho (período superior a 7 horas).
Formas	A atividade é realizada a céu aberto (Frentes de Serviço) e o colaborador adota a posição em pé na maior parte da jornada de trabalho (período superior a 7 horas).	A atividade é realizada a céu aberto (Frentes de Serviço) e o colaborador adota a posição em pé na maior parte da jornada de trabalho (período superior a 7 horas).

Tabela 02 – Descrição de atividades do canteiro de obras (Conclusão)

<b>Atividade</b>	<b>Descrição dos Serviços</b>	<b>Observações</b>
Alvenaria	Execução de alvenaria no Canteiro de Obras; Utilização de serra mármore para corte de blocos de cimento.	A atividade é realizada a céu aberto e / ou frentes de serviço semi-abertas (sob lajes) e o colaborador adota a posição em pé na maior parte da jornada de trabalho (período superior a 7 horas), sendo que em determinados períodos necessita alcançar o nível do piso (joelhos flexionados).
Movimentação de Carga por Equipamento de Guindar	Operação de Grua / Guindaste	A atividade é realizada em local coberto (cabine do equipamento de guindar) e o colaborador adota a posição sentado na maior parte da jornada de trabalho (período superior a 7 horas).
Acabamento de Estruturas de Concreto Aparente	Execução de lixamento manual e mecanizado; Utilização de lixadeira.	A atividade é realizada em locais cobertos (interior da edificação) e o colaborador adota a posição em pé na maior parte da jornada de trabalho (período superior a 7 horas), sendo que em determinados períodos necessita alcançar o nível do piso (joelhos flexionados).
Vigilância (Segurança Patrimonial)	Controle de entrada e saída de pessoas; Controle de entrada e saída de materiais, equipamentos e ferramentas.	A atividade é realizada em local coberto (interior da edificação) e descoberto (portões de acesso ao canteiro de obras) e o colaborador adota a posição em pé na maior parte da jornada de trabalho (período superior a 5 horas), sendo que em determinados períodos necessita alcançar o nível do piso (joelhos flexionados).

Fonte: PPRA da obra

Sendo que no período de acompanhamento<sup>1</sup> foram realizadas as seguintes avaliações: avaliações de exposição ao ruído, avaliações de exposição à vibração (localizada e de corpo inteiro) e avaliações de exposição aos agentes químicos (particulado contendo sílica, poeira de madeira e monóxido de carbono).

### 3.1.2 Roteiro de Trabalho

A realização do acompanhamento das avaliações ambientais quantitativas no canteiro de obras seguiu o seguinte roteiro:

1. Conversa com a equipe do SESMT da obra;
2. Consulta dos principais documentos da obra que tratam da saúde ocupacional dos trabalhadores:
  - PPRA – Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção;
  - PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais;
  - PCMSO – Programa de Controle Médico Ocupacional;
  - PCA – Programa de Conservação Auditiva;
  - PPR – Programa de Proteção Respiratória.
3. Visita de campo para verificação das condições de trabalho nas frentes de serviço;
4. Acompanhamento da equipe técnica, empresa especializada na realização de avaliações quantitativas de exposições ocupacionais, durante as medições em campo. A Construtora optou pela contratação de empresa especialista em avaliações ambientais em detrimento da utilização do seu próprio SESMT pelas seguintes razões: indisponibilidade de equipe técnica em quantidade suficiente para realizar as avaliações em todas as obras em andamento, dificuldade em manter os equipamentos necessários em número suficiente e em com condições adequadas de uso (calibrações, manutenções necessárias etc), preservação da idoneidade e imparcialidade dos resultados.
5. Análise dos relatórios com os resultados das avaliações.

---

<sup>1</sup> Já foram realizadas outras avaliações ambientais quantitativas na obra. As avaliações apresentadas referem –se a fase onde houve o acompanhamento.

### **3.1.3 Seleção dos Trabalhadores**

O SESMT da obra fez a seleção dos trabalhadores dentro dos Grupos Homogêneos de Exposição da obra para a empresa especializada em avaliações fizesse as medições em campo conforme segue:

- Dosimetria de ruído: Foram selecionados vinte e nove trabalhadores, abrangendo funções administrativas e de campo;
- Vibração: Foram selecionados um operador de grua (vibração de corpo inteiro) e um servente que operava um martetele elétrico;
- Sílica: Foram selecionados dois trabalhadores, que executavam serviços de acabamento nos subsolos do edifício em construção.
- Poeira de madeira: Foi selecionado um trabalhador que operava a serra de bancada na carpintaria do canteiro de obras;
- Monóxido de carbono: Foi selecionado um operador de mini-escavadeira que executava serviços de escavação no subsolo do edifício em construção.

## **3.2 Avaliação de Exposição Ocupacional**

### **3.2.1 Ruído**

A avaliação da exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitente tomou por base Norma de Higiene Ocupacional – NHO 01 “Avaliação de Exposição Ocupacional ao Ruído” – 2001 da FUNDACENTRO.

A avaliação da exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitente foi feita por meio da determinação da dose diária de ruído. Conforme determina a Norma, os medidores integradores de uso pessoal (dosímetro) foram fixados na cintura dos trabalhadores (figura 03 e 04). Os dosímetros foram devidamente calibrados antes e após as medições que foram realizadas, cobrindo-se 70 % da jornada de trabalho. Todas as medições foram realizadas mantendo o microfone do medidor integrador de ruído na altura da zona auditiva dos trabalhadores (figura 05). Para a obtenção da dose da jornada, foi feita extrapolação linear simples.



Figura 03 – Dosímetro de ruído (Fonte: <http://www.interney.net/shop>)



Figura 04 – Instalação dos dosímetros (carpinteiros e armadores)

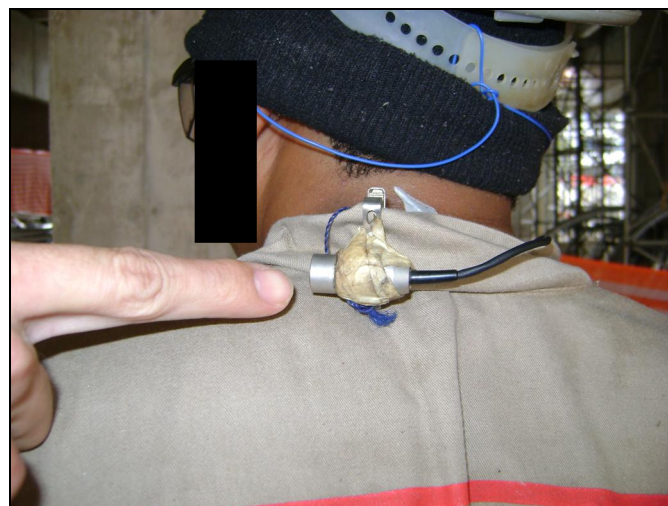


Figura 05 – Detalhe do microfone instalado

As avaliações de ruído foram realizadas utilizando-se os seguintes equipamentos:

1. Dosímetro de ruído (medidor integrador de uso pessoal) Simpson 897 Tipo S2A com os seguintes critérios:
  - Circuito de ponderação 'A'
  - Circuito de resposta lenta (slow)
  - Critério de referência: 85 dBA
  - Limite de Exposição: 80 dBA
  - Incremento de Duplicação de Dose: 3
2. Calibrador de Nível Sonoro Marca Simpson; Modelo 887-2; Número de Série 73611. Antes de iniciar as avaliações em campo cada dosímetro foi calibrado.

Antes de iniciar as dosimetrias o técnico da empresa responsável pelas avaliações fez a checagem dos dosímetros (baterias, ajustes dos parâmetros de medição etc) conforme estabelece a NHO 01.

Uma semana antes de iniciar as avaliações ambientais, o SESMIT da obra explicou aos trabalhadores no que consistiam as avaliações e que seria necessária a colaboração de alguns deles para a realização das mesmas.

Ao chamar os trabalhadores que seriam avaliados para realizar a instalação dos dosímetros, o técnico responsável pelas avaliações explicou novamente sobre a finalidade das avaliações, a forma como deveriam conduzir normalmente suas atividades, que o equipamento só poderia ser removido pelo técnico, os microfones não deveriam ser removidos (figura 06). Alguns trabalhadores, que nunca haviam passado por este tipo de avaliação, se mostraram preocupados. Com estas pessoas o técnico procurou tirar as dúvidas que tinham.



Figura 06 –Técnico explicando sobre a avaliação aos trabalhadores

Durante a jornada de trabalho o técnico fez algumas checagens para verificar a condição de instalação dos equipamentos. Houve necessidade de refazer a dosimetria em dois carpinteiros, pois foi constatado alteração no equipamento durante a amostragem.

Durante o horário de almoço dos trabalhadores, realizado em refeitório fora da obra, os dosímetros foram retirados e recolocados ao reiniciarem as atividades.

### 3.2.2 Vibração

Foram realizadas uma medição de vibração de corpo inteiro e uma medição de vibração localizada.

Os equipamentos utilizados nas avaliações de vibração foram:

- 01 medidor de vibrações humanas da marca Quest Technologies, modelo HAVPro, número de série 03059, devidamente calibrado.
- 01 acelerômetro triaxial para corpo inteiro fabricado pela PCB, modelo PCB 356B40.
- 01 acelerômetro triaxial para seguimento mão-braço fabricado pela PCB, modelo PCB 356<sup>a</sup>67.
- 01 suporte adaptador de acelerômetro para avaliação de corpo inteiro.
- Adaptadores metálicos e suportes para avaliação do seguimento mão-braço

## **Vibração de Corpo Inteiro**

A medição de vibração de corpo inteiro foi realizada em um operador de grua que fica em média exposto á sete horas ao dia desconsiderando aqui os momentos em que o equipamento não está em movimento (ausência de materiais a serem içados, duração da amarração e preparação da carga etc).

Para a medição foram adotadas as determinações da norma ISO 2631/85, parte 1, aplicadas para trabalhos que envolvem veículos utilizados para movimentação e transporte e nas proximidades de máquinas industriais. A medição foi realizada nos eixos ortogonais representativos (eixo x: direção costa ao peito; eixo y: direção ombro-ombro; eixo z: direção pé ou nádega á cabeça). O tempo de avaliação foi ajustado para cobrir pelo menos um ciclo completo de exposição.

Para realizar a avaliação os transdutores foram posicionados na interface entre o corpo do trabalhador e a fonte de vibração, ou seja, no assento da grua.

O método básico utilizado é de aceleração ponderada que é expressa em  $m/s^3$ .

## **Vibração Localizada (mãos e braços)**

A medição de vibração localizada foi realizada em um servente que operava um martele elétrico. Ele fica exposto diariamente por cerca de uma hora, quando realiza a quebra de eventual sobra de concreto no serviço de limpeza da área de concretagem.

Para proceder com a avaliação de vibração localizada ou mãos-braços foram adotados as determinações constantes nas normas ISO 5349/2001, partes 1 e 2, aplicadas para trabalhos que envolvem uso típico de ferramentas manuais.

As direções da vibração transmitida á mão foram medidas e reportadas para três direções de modo a atender as direções num sistema ortogonal coordenado.

As medições foram realizadas na superfície vibrante o mais próximo possível do apoio da mão no martelele elétrico (figura 07 e 08). O acelerômetro foi fixado na empunhadura do equipamento, muito próximo da mão do operador, em condições de operação. A fixação foi feita de modo a não interferir nas condições operacionais (figura 09).



Figura 07 e 08 – Instalação do acelerômetro no martelete



Figura 09 – Utilização do martelete com o acelerômetro acoplado

### 3.2.3 Avaliação dos Agentes Químicos

As amostragem para avaliação aos agentes químicos foram do tipo coleta pessoal (individual) sendo que o dispositivo foi fixado na roupa do trabalhador na altura da zona respiratória seguindo a seguinte configuração:

- Poeira respirável e poeira contendo sílica: 02 amostras coletadas em pedreiros que executavam serviços de acabamento (figuras 10 e 11);
- Poeira de madeira: 01 amostra coletada junto à zona respiratória do carpinteiro operador da serra de bancada (figuras 12, 13 e 14);
- Monóxido de carbono: 01 amostra coletada junto à zona respiratória do operador de mini-escavadeira.

Realizada a coleta dos amostras em campo, as mesmas foram encaminhadas á um laboratório para determinação da concentração dos agentes químicos.

### **Poeira contendo sílica e poeira respirável**

A avaliação de exposição ocupacional a poeira foi realizada com base em dois parâmetros: concentração de poeira na fração respirável e concentração de sílica na fração respirável. As amostras foram tomadas nas atividades de lixamento de concreto e acabamento com uso de argamassa.

Informações gerais sobre avaliação:

- Local de Amostragem: 2º e 3º Subsolos
- Metodologia de amostragem: NIOSH 0600 e 7602;
- Método de análise: gravimetria e espectrofotometria de infravermelho;
- Equipamento utilizado: bomba de amostragem individual



Figura 10 – Pedreiro realizando aplicação de argamassa (3º Subsolo)



Figura 11 – Atividade de lixamento de concreto (2º Subsolo), detalhe do equipamento de amostragem instalado no trabalhador

### Poeira de Madeira

A amostragem para verificação de poeira de madeira foi realizada na carpintaria da obra.

- Metodologia de amostragem: NIOSH 500;
- Método de análise: gravimetria;
- Equipamento utilizado: bomba de amostragem individual



Figura 12 – Trabalhadores<sup>2</sup> na serra de bancada (Bomba Gravimétrica com K7 de PVC)

<sup>2</sup> O trabalhador exposto já utiliza equipamento de proteção respiratória



Figuras 13 e 14 – Detalhe do equipamento instalado no trabalhador (carpintaria)

### **Monóxido de Carbono**

Foi realizada uma amostragem de monóxido de carbono no 5º subsolo. Segundo o engenheiro de segurança da obra, a avaliação de monóxido de carbono não estava prevista inicialmente para esta fase da obra no entanto, como os trabalhadores que executavam serviços naquela área estavam se queixando da fumaça, a avaliação foi incluída.

A amostra foi coletada junto ao operador de uma mini escavadeira (fotos 15, 16 e 17). Após a coleta em campo, o material foi encaminhado ao laboratório para análise.

Informações Gerais:

- Item analisado: Monóxido de Carbono:
- Método utilizado: OSHA ID 210;
- Tipo de Amostrador: BAG; Vazão: 1,0 a 2,0 L/min; Volume: 02 a 4,0 L.
- Local de amostragem: 5º Subsolo



Figura 15 – Movimentação de terra em área parcialmente fechada

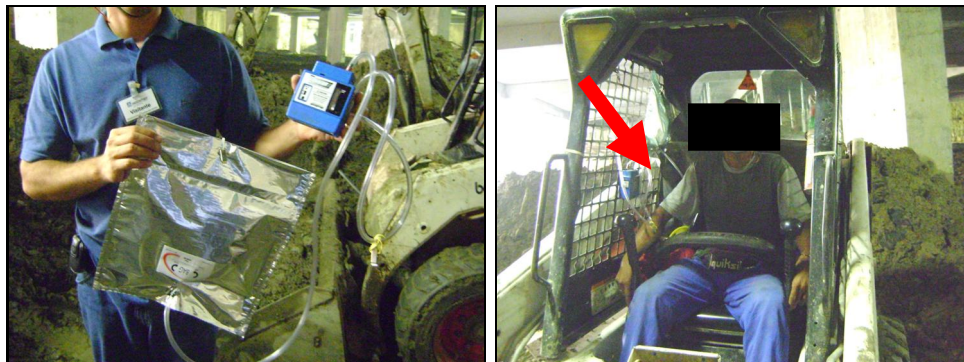


Figura16 e 17 – Bomba gravimétrica e bag para amostragem de CO

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Dos resultados das avaliações

#### 4.1.1 Ruído

Os resultados das dosimetrias realizadas são apresentados na tabela 03 segundo os critérios de referência da NHO-01:

Tabela 03 – Resultados das dosimetrias (continua)

Nº	Local	Função	Dose da jornada (%)	Lavg [dB (A)]	Consideração técnica (NHO-01)
01	Área administrativa	Analista de RH	0,6	<80	Aceitável
02	Central de Armação	Armador	13,1	<80	Aceitável
03	Central de Armação	Armador	20,4	<80	Aceitável
04	Central de Armação (térreo)	Armador	24,4	<80	Aceitável
05	Central de Armação (térreo)	Armador	447,6	98,2	Acima do Limite de Exposição
06	Laje da torre	Carpinteiro	45,9	82,4	Acima do Nível de Ação
07	Laje da torre	Carpinteiro	98,8	88,0	Acima do Limite de Exposição
08	Laje da torre	Carpinteiro	22,0	<80	Aceitável
09	Laje da torre	Carpinteiro	49,0	80,9	Aceitável
10	Carpintaria	Carpinteiro	295,3	94,5	Acima do Limite de Exposição
11	Laje da torre	Carpinteiro	539,0	98,3	Acima do Limite de Exposição

Tabela 03 – Resultados das dosimetrias (continuação)

<b>Nº</b>	<b>Local</b>	<b>Função</b>	<b>Dose da jornada (%)</b>	<b>Lavg [dB (A)]</b>	<b>Consideração técnica (NHO-01)</b>
12	2 ° e 3° subsolo	Pedreiro	26,5	<80	Aceitável
13	3° subsolo	Pedreiro	17,0	<80	Aceitável
14	1° e 2° andar	Pedreiro	33,3	<80	Aceitável
15	Área administrativa (P5)	Vigia	4,5	<80	Aceitável
16	Almoxarifado	Ajudante de almoxarifado	0,3	<80	Aceitável
17	Térreo - próximo a portaria 04	Moldador	51,8	81,0	Aceitável
18	Todo canteiro e área administrativa	Eletricista	13,3	<80	Aceitável
18	Todo canteiro e área administrativa	Eletricista	13,3	<80	Aceitável
19	Área administrativa	Auxiliar de serviços gerais	13,0	<80	Aceitável
20	Área administrativa	Auxiliar administrativo	3,4	<80	Aceitável
21	Central de Armação	Operador de Cortadeira	53,9	82,4	Acima do Nível de Ação
22	Canteiro e área administrativa	Engenheiro de produção	7,3	<80	Aceitável
23	Enfermaria (área administrativa)	Auxiliar de enfermagem	18,8	<80	Aceitável
24	Canteiro de Obras e área administrativa	Mestre de obras	20,3	<80	Aceitável
25	Central de Armação	Operador de dobradeira	32,4	<80	Aceitável

Tabela 03 – Resultados das dosimetrias (conclusão)

Nº	Local	Função	Dose da jornada (%)	Lavg [dB (A)]	Consideração técnica (NHO-01)
26	Área da grua	Sinaleiro	39,3	80,4	Aceitável
27	Central de armação	Operador de rosqueadeira	45,4	81,3	Aceitável
28	Cabine da grua	Operador de grua	23,6	<80	Aceitável
29	Central de armação	Operador de policorte	83,0	86,1	Acima do Limite de Exposição

Para os resultados das dosimetrias apresentados na tabela 03, a atuação recomendada, baseada na NHO-01, é:

- Para a consideração técnica, **aceitável**, no mínimo deve ser mantida a condição existente;
- Para a consideração técnica, **acima do nível de ação**, deverão ser adotadas medidas preventivas;
- Para a consideração técnica, **acima do limite de exposição**, deve ser tomada ação corretiva imediata;

No canteiro de obras a central de carpintaria é a única atividade segregada. As outras atividades ocorrem simultaneamente e muitas vezes no mesmo local (forma, desforma, concretagens etc) por isso, todos os trabalhadores envolvidos nas atividades de campo utilizam, dentre outros EPIs, protetores auriculares a partir de momento que acessa a frente de serviço.

O carpinteiro número 11 (quadro 8) que foi o caso mais crítico identificado durante as dosimetrias realizadas, utilizava durante a realização de suas atividades o protetor auricular com as seguintes características:

- Protetor auricular tipo plug de inserção
- CA 13226
- Marca: Duráveis
- NRRsf : 14

A correta utilização do EPI citado reduz para 84,3 dBA o nível de exposição de ruído. Este valor está abaixo do Limite de Tolerância estabelecido pela NR15 para uma exposição de até 08 horas diárias. A recomendação é melhorar a investigação do caso, procurando repetir de imediato as medições nos casos de exposição mais severas para verificar se ocorreu um fato isolado ou se é uma constância o alto nível de ruído neste grupo de exposição.

A hierarquia de controle na fonte e na trajetória do ruído é pouco praticada nos canteiros de obras, quase sempre, a medida adotada são os controles focados no receptor com a adoção de algum tipo de equipamento de proteção individual (protetor auricular). Daí a grande importância dos treinamentos, orientações nos Diálogos Diários de Segurança (DDS) com os trabalhadores sobre adoção e uso correto dos equipamentos de proteção individual já que é comum encontrar trabalhadores executando atividades sem a utilização do equipamento de proteção individual.

#### **4.1.2 Vibração**

##### **Vibração de corpo inteiro**

A tabela 04 apresenta os dados obtidos nas avaliações realizadas a avaliação realizado durante a operação da grua:

Onde

Tipo de Avaliação: Corpo inteiro

Exposição diária: Média de 07 horas/dia

Tabela 04 – Aceleração equivalente medida e limites de tolerância (Operação de Grua)\*

Eixo	X	Y	Z	Unidade
Aceleração(Aeq)	<b>0,486</b>	<b>0,485</b>	<b>0,260</b>	
L.T.(2,5 horas) - CGIH	0,500	0,500	0,71	
L.T.(4 horas) - CGIH	0,355	0,355	0,53	m/s <sup>2</sup>
L.T.(8 horas) - CGIH	0,224	0,224	0,315	
L.T.(16 horas) - CGIH	0,135	0,135	0,192	

A norma ISO 2631/97, não traz referencias para limites de tolerância, portanto, foi utilizado a versão da norma ISO 2631/85, que apresenta 03 limites distintos: Conforto reduzido, proficiência reduzida pela fadiga e limite de exposição compatível com a saúde. Os limites de tolerância (compatível com a saúde) são os parâmetros adotados aqui, sendo estes 2 vezes maiores do que os limites estabelecidos para fadiga. A título de comparação, citamos os limites de tolerância estabelecidos na ACGIH/2003, que são os mesmos adotados na Norma ISO para fadiga (limites mais severos)

As atividades desenvolvidas, expõe o trabalhador a níveis de vibração de corpo inteiro iguais aos limites máximos de tolerâncias conforme ISSO 2631, para um período diário de 08 horas, não expondo o trabalhador á vibração mecânica em condições de risco á saúde.

Observação: Os limites acima se referem á Preservação da Proficiência do Trabalho (níveis de proficiência reduzido – fadiga). Para preservação da Saúde e Segurança , adotar os “Limites de Exposição”, multiplicando os valores de LT acima por 2 (dois).

## Vibração localizada

A tabela 05 apresenta os dados obtidos nas avaliações realizadas a avaliação realizado durante a operação de marteleto (quebra de placas de concreto):

Tabela 05 – Aceleração equivalente medida e limites de tolerância (Operação de Marteleto Elétrico)\*

Eixo	X	Y	Z	Unidade
Aceleração(Aeq)	<b>8,12</b>	<b>6,61</b>	<b>8,90</b>	
L.T.(2,5 horas) - CGIH	12,0	12,0	12,0	
L.T.(4 horas) - CGIH	8,0	8,0	8,0	m/s <sup>2</sup>
L.T.(8 horas) - CGIH	6,0	6,0	6,0	
L.T.(16 horas) - CGIH	4,0	4,0	4,0	

\*Tipo de Avaliação: Mãos/braços

\*Exposição diária: Máxima de 01 hora/dia

\*Atividade: Rompimento de resíduo de concreto

\*Função: Ajudante

Fonte: Relatório fornecido pela empresa que realizou as medições

As atividades desenvolvidas pelo trabalhador, na operação do marteleto elétrico durante 01 hora/dia, expõe o funcionário a níveis de vibração localizada abaixo dos limites de tolerâncias, não expondo o trabalhador á vibrações mecânicas em condições de risco. Se houver necessidade de operação do marteleto por período superior a 2 horas por dia, um rodízio entre os funcionários.

Observação: A ISO 5349 não estabelece um limite de tolerância. Ela apresenta um critério que permite uma avaliação da situação de exposição. Os limites provisórios de exposição são apresentados como diretriz para avaliar e categorizar as exposições à vibração transmitida à mão. Os dados disponíveis são insuficientes para relacionar os limites de exposição com qualquer grau de risco das doenças que incorrem, provocadas pela vibração numa população média de trabalhadores. Os

limites representam a melhor diretriz de análise disponível para os níveis aceitos, mas não representam necessariamente os limites de exposição segura.

#### 4.1.3 Agentes químicos

A seguir serão apresentadas as tabelas com os resultados das avaliações dos agentes químicos,

Onde:

- Data de Amostragem: Dia em que se realizou a amostragem;
- Função: Área de atuação do funcionário;
- Atividade: Tarefas desempenhadas pelo funcionário;
- Substâncias: Agentes contaminantes avaliados;
- Código da Amostra: Código que identifica a amostra;
- CIND: Concentração representativa do tempo de amostragem;
- Limites ACGIH e NR15: Limites pela ACGIH e pela NR15, quando adotados.

#### Sílica

A tabela 06 apresenta os resultados das medições de particulados contendo sílica:

Tabela 06 – Resultados das avaliações de poeira respirável e sílica respirável (continua)

Data da Coleta	Função	Atividade	Código da Amostra	Substância	CIND Mg/m <sup>3</sup>	Limites	
						NR15 TLV-TWA Mg/m <sup>3</sup>	ACGIH STEL Mg/m <sup>3</sup>
10/02/2010	Pedreiro (1)	Lixamento de concreto	5151-09 (3h)	Poeira Respirável	4,8	3,73**	3*
				Sílica Respirável	< 0,007 (0,14%)		0,025 A2

Tabela 06 – Resultados das avaliações de poeira respirável e sílica respirável (conclusão)

Data da Coleta	Função	Atividade	Código da Amostra	Substância	CIND Mg/m <sup>3</sup>	Limites	
						NR15 TLV-TWA Mg/m <sup>3</sup>	ACGIH STEL Mg/m <sup>3</sup>
		Aplicação de massa para acabamento	5150-09 (1h)	Poeira Respirável	1,0	2,96	3*
10/02/2010	Pedreiro (2)			Sílica Respirável	<0,007 (0,7%)		0,025 A2

Fonte: Relatório fornecido pela empresa que realizou as medições

A2 – Carcinogênico Humano Suspeito

\*Recomendação do Anexo B da ACGIH para PNOS

\*\*Exemplo de cálculo do Limite de Tolerância da NR 15 para poeira respirável

$$LT = \frac{8}{\% \text{ de quartzo} + 2}$$

$$LT = \frac{8}{0,14 + 2} = 3,738 \text{ Mg/m}^3$$

Para o pedreiro 1, nas condições encontradas no dia da realização da amostragem, os limites de tolerância foram ultrapassados. Portanto é necessário tomar medidas para proteção do trabalhador.

Para o pedreiro 2, nas condições no dia da amostragem, os limites de tolerância não foram ultrapassados. No entanto medidas de controle devem ser tomadas uma vez que o nível de ação (metade do limite de tolerância) foi ultrapassado.

## Poeira de Madeira

A tabela 07 apresenta os dados obtidos nas avaliações em campo:

Tabela 07 – Avaliação de poeira de madeira

Data da Coleta	Função	Atividade	Código da Amostra	Substância	CIND Mg/m <sup>3</sup>	Limites	
						NR15 TLV- TWA Mg/m <sup>3</sup>	ACGIH STEL Mg/m <sup>3</sup>
10/02/2010	Carpinteiro	Corte de madeira em serra de bancada	5149-09 (1h)	Poeira de madeira	18,83	CV=0,5 TOE=1	

A4 – Não classificável como carcinogênico humano

CV – Cedro vermelho do oeste

TOE – Todas as outras espécies

Fonte: Relatório fornecido pela empresa que realizou as medições

Para as condições no dia da realização da amostragem, os limites de tolerância para poeira de madeira foram excedidos (ACGIH) sendo necessário tomar medidas de controle imediatas.

## Monóxido de Carbono

A tabela 08 apresenta os dados referentes a medição de monóxido de carbono bem como os limites de tolerância (NR 15 e ACGIH) para o agente químico:

Tabela 8 – Avaliação de monóxido de carbono

Data da Coleta	Função	Atividade	Código da Amostra	Substância	CIND ppm	Limites	
						NR15 TLV-TWA Mg/m <sup>3</sup>	ACGIH STEL Mg/m <sup>3</sup>
10/02/2010	Operador de Bob Cat	Movimentação de terra	459-09 (40 m)	Monóxido de Carbono	<2,0	<b>39</b>	<b>25</b>

Fonte: Relatório fornecido pela empresa que realizou as medições

Para as condições no dia da amostragem, os limites de tolerância não foram ultrapassados, não sendo necessária tomar medidas de controle.

## 5 CONCLUSÕES

Conforme proposto, o acompanhamento das avaliações quantitativas dos riscos ambientais no canteiro de obras foi realizado, possibilitando:

Uma maior familiarização com os programas de saúde e segurança ocupacional específicos para a construção civil, como é o caso do Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (PCMAT), ou outros programas não específicos como o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA);

Criou a possibilidade da continuidade do trabalho de acompanhamento do canteiro de obras uma vez que, para agentes químicos, por exemplo, tanto as estratégias de controle propostas como as novas medições, deverão ser acompanhadas pelo aluno do curso de segurança do trabalho:

### **Ruído Ocupacional**

Manutenção dos controles já implementados no canteiro de obras: utilização de protetor auricular, treinamentos, monitorização médica (audiometria periódica).

### **Vibração**

Manutenção dos controles implementados: limitação de tempo de exposição (rodízios, limitação de carga horária), monitorização médica, treinamentos;

### **Agentes Químicos**

Manutenção dos controles estabelecidos: Utilização de equipamento de proteção individual, treinamentos periódicos, exames médicos (espirometria);

Estabelecimento de novas metodologias de controle: Utilização de novos equipamentos na execução de serviços de lixamento e carpintaria:

- Utilização de lixadeiras com captor de pó acoplado, associado ao uso de captosres de particulado (serviços de acabamento);
- Captosres de particulado (serviços de carpintaria);

Antecipação de novas avaliações de agentes químicos com a utilização de novos equipamentos.

Finalmente, promoveu um contato maior com as metodologias de amostragens e equipamentos utilizados nas medições de ruído, vibração e os agentes químicos (sílica, poeira de madeira e monóxido de carbono), reforçando os conhecimentos adquiridos durante o curso de pós graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho reforçando a premissa de que a prática é de fundamental importância no processo ensino-aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO – MTE. Anuário dos Trabalhadores 2007.

Disponível em: < [www.mte.gov.br](http://www.mte.gov.br) >. Último acesso em 22 de maio de 2010.

MORAES, G.A. Normas Regulamentadoras Comentadas 7ª edição. Revisada, Ampliada, Atualizada e Ilustrada, Rio de Janeiro, Volumes 2 e 3. 2009.

FANTAZINI, M.L. Apostila de Higiene no Trabalho parte B, São Paulo, Capítulo 1 – Introdução aos Agentes Físicos, Capítulo 2 – Avaliação e Controle da Exposição ao Ruído. 2008.

CUNHA, I.A. Apostila de Higiene no Trabalho , São Paulo, Capítulo 3 – Exposição Ocupacional às Vibrações Mecânicas. 2008.

TORLONI, M; VIEIRA, A.V. Manual de Proteção Respiratória. São Paulo: ABHO, 2003. 520 p.

ROCHA, L.E. Apostila O Ambiente e as Doenças do Trabalho, São Paulo, Capítulo 1 – Evolução dos Conceitos em Saúde e Trabalho. 2009.

BRASIL – Ministério do Trabalho. Norma Regulamentadora NR 18. Manual de Legislação Atlas de Segurança e Medicina do Trabalho, 62. Ed. São Paulo: Ed. Atlas S.A, 2008.

BRASIL – Ministério do Trabalho. Norma Regulamentadora NR 15. Manual de Legislação Atlas de Segurança e Medicina do Trabalho, 62. Ed. São Paulo: Ed. Atlas S.A, 2008.

BRASIL – Ministério do Trabalho. Norma Regulamentadora NR 6. Manual de Legislação Atlas de Segurança e Medicina do Trabalho, 62. Ed. São Paulo: Ed. Atlas S.A, 2008.

BRASIL – Ministério do Trabalho. Norma Regulamentadora NR 7. Manual de Legislação Atlas de Segurança e Medicina do Trabalho, 62. Ed. São Paulo: Ed. Atlas S.A, 2008.