



UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil

ANA ROSA BEZERRA MARTINS

**CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE POEIRAS PRESENTES EM
CANTEIROS DE OBRAS DE EDIFICAÇÕES VERTICAIS**

RECIFE
2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil

ANA ROSA BEZERRA MARTINS

**CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE POEIRAS PRESENTES EM
CANTEIROS DE OBRAS DE EDIFICAÇÕES VERTICAIS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, da Escola Politécnica de Pernambuco da Universidade de Pernambuco para obtenção do título de Mestre em Engenharia.

Área de Concentração: Construção Civil

Orientador: Profa. Dra. Emilia R. Kohlman Rabbani
Co-orientador: Prof. Dr. Béda Barkokébas Júnior

RECIFE
2009

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Universidade de Pernambuco – Recife
Sistemas de Bibliotecas

Martins, Ana Rosa Bezerra

M386c Caracterização e avaliação de poeira presentes em canteiros de obras de edificações verticais / Ana Rosa Bezerra Martins. – Recife: Universidade de Pernambuco. Escola Politécnica de Pernambuco, 2009.
200 p.: il.

Orientadora: Prof^a Dra. Emilia R. Kohlman Rabbani

Co-orientador: Prof^o Dr. Béda Barkokébas Júnior

Dissertação (Mestrado – Construção Civil) – Programa de pós-graduação em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, 2009.

1. Segurança e Saúde do Trabalho – Construção Civil. 2. Canteiros de Obras. 3. Poeira – Agente Químico. 4. Poeira – Medidas de controle. I. Rabbani, Emilia Kohlman (Orient.). II. Barkokébas Júnior, Béda (Co-orient.) III. Universidade de Pernambuco. IV. Escola Politécnica. III. Título

CDU: 613.633:69

ANA ROSA BEZERRA MARTINS

**CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE POEIRAS PRESENTES EM
CANTEIROS DE OBRAS DE EDIFICAÇÕES VERTICAIS**

BANCA EXAMINADORA:

Orientador:

Prof^a Dra. Emilia R. Kohlman Rabbani
Universidade de Pernambuco

Examinadores:

Prof^o Dr. Pedro Miguel Ferreira Martins Arezes
Universidade do Minho

Prof^o Dr. Alexandre Duarte Gusmão
Universidade de Pernambuco

Recife, PE
2009

DEDICATÓRIA

À essa força superior chamada DEUS, que me deu a oportunidade de renascer e sentir a Sua presença em todos os momentos difíceis e alegres. À minha amada filha, pelo seu amor e admiração, e para que sirva de exemplo. Aos meus pais, pelo exemplo de caráter e determinação. Ao meu marido, que pela sua compreensão e incentivo fizeram-me crer que um dia conseguiria. Às minhas irmãs, irmão e cunhados que nunca deixaram de incentivar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e a todos que direta e indiretamente tiveram paciência e compreensão durante as minhas faltas.

Aos professores do Mestrado de Engenharia Civil da Escola Politécnica de Pernambuco, que transmitiram os conhecimentos necessários para iniciar este trabalho.

Em especial, agradeço à minha orientadora professora Dra. Emilia Rahnemay Kohlman Rabbani, que não mediu esforços para o aprimoramento desta pesquisa e teve a sublime paciência nos momentos de desânimo.

Também em especial, agradeço ao meu co-orientador Prof. Dr. Béda Barkokébas Júnior, que foi um grande incentivador e desafiante, desde o curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, não desistindo de me mostrar os erros cometidos.

À professora MSc. Eliane Maria Gorga Lago, gerente do Laboratório de Segurança e Higiene do Trabalho (LSHT) que me orientou com os equipamentos de medição e não mediu esforços para que esta tarefa fosse realizada. Também, agradeço aos estagiários Raimundo Patriota e Waldo Alencar que me ajudaram nas pesquisas de campo.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Civil e do Departamento de Pós-Graduação pelo carinho e incentivo.

Agradeço também, às empresas que colaboraram com a pesquisa de campo, recebendo a nossa equipe de portas abertas.

Por fim, agradeço aos colegas e amigos de sala, que durante esses três anos estiveram presentes nas alegrias e dificuldades compartilhadas desta jornada.

“Devo primeiramente fazer alguns experimentos antes de prosseguir, pois é minha intenção mencionar a experiência primeiro, e então demonstrar pelo raciocínio por que tal experiência é obrigada a operar de tal maneira. E essa é a regra verdadeira que aqueles que especulam sobre os efeitos da natureza devem seguir.”

Leonardo da Vinci, 1513

RESUMO

A poeira presente na composição do ar pode ser um agente de risco à saúde dos trabalhadores, em especial quando houver a presença de polimorfos da sílica nas formas cristalinas em sua composição, que dependendo de sua concentração, especificidade e o tempo de exposição a que o homem está submetido, pode causar doenças respiratórias. A presença de alguns tipos de poeira em canteiros de obra de edificações verticais, na maioria das vezes, é verificada visualmente ou por seus efeitos, assim como reações alérgicas em trabalhadores e moradores de periferia de obras. Os trabalhadores da construção civil estão expostos aos mais diferentes tipos de matérias primas, tais quais: areia, cimento, cal, madeira, cerâmica, granito, gesso, ferro, argamassas, entre outros; e processos produtivos como: fabricação de argamassa, corte e dobra de ferro, corte de madeira, corte de cerâmica e granito, aplicação de gesso, lixamento de superfícies, escavações e atividades que produzem diversos tipos de poeira que se propagam no ambiente de trabalho e vizinhanças da construção. Quando o aspecto é detectado visualmente, adotam-se medidas de controle individuais ou coletivas, justificando, portanto, o desenvolvimento de pesquisas que visem à identificação e quantificação destes agentes. O objetivo deste estudo foi de realizar um diagnóstico da exposição à poeira nos trabalhadores de canteiros de obra da construção de edificações verticais, nos seus postos de trabalhos. Para tanto, foi realizado uma pesquisa inicial em alguns canteiros de obras para fazer o reconhecimento dos riscos através do levantamento das atividades geradoras de poeira, os materiais de construção, processos e equipamentos utilizados nos diferentes postos de trabalho. Depois de definido o plano de amostragem foram feitas coletas e realizadas análises qualitativas e quantitativas para estabelecer o material particulado suspenso no ar e sua concentração em miligrama por metro cúbico de ar (mg/m^3), através de métodos aceitos internacionalmente, além de estabelecer vínculo com as atividades desenvolvidas no setor e seus respectivos ciclos de trabalho. No final deste estudo foram identificadas nove atividades que expõe o trabalhador à presença de poeira. A pesquisa quantitativa foi realizada em seis destas atividades e as mais críticas foram: o corte de granito e cerâmica, com máquina elétrica de disco de corte, que apresentaram sílica livre cristalina nas frações inalável e respirável; o corte de madeira, também com máquina elétrica de disco de corte e o lixamento de superfícies para dar o acabamento na massa corrida. As concentrações destes agentes químicos deram acima dos limites de exposição ocupacional da NR 15 e da ACGIH. Este estudo contribui com dados relevantes para o combate a exposição de poeiras em canteiros de obras de edificações verticais, fornecendo subsídios para o aprimoramento do Programa Nacional de Eliminação da Silicose e atualização dos índices e métodos utilizados pela legislação nacional relativos à Segurança e Saúde Ocupacional.

Palavras chaves: Exposição à poeira. Sílica livre cristalina. Saúde ocupacional. Construção civil. Limites de exposição ocupacional.

ABSTRACT

Airborne dust can be a hazard to workers' health, especially when polymorphic crystalline forms of silica are present, which, depending on their concentration, specificity, and the length of time of exposure, can cause respiratory illnesses. The presence of some types of dust at building construction sites, in the majority of cases, can be verified visually or through its effects, such as allergic reactions in workers and residents who live near the sites. Construction workers are exposed to various types of raw materials, such as: sand, cement, lime, wood, ceramic, granite, plaster, iron, and mortar, among others; and production processes like: fabrication of mortar, cutting and bending of iron, cutting of wood, cutting of ceramic and granite, application of plaster, sanding of surfaces, excavations and activities, which produce diverse types of dust that propagate through the work environment and the neighborhood of the construction site. When its presence is visually detected, individual or collective control measure can be adopted, justifying, however, the development of studies that aim to identify and quantify these agents. The objective of this study was to conduct a diagnosis of the exposure to dust on the part of construction workers at their jobs. For this, an initial research was performed at some building construction sites in order to recognize the risks through a survey of dust-generating activities, construction materials, processes, and equipment utilized during the various jobs. After defining the sampling procedure, data was collected and quantitative and qualitative analyses were performed to determine the particulate material suspended in the air and its concentration in milligrams per cubic meter of air (mg/m^3), using internationally accepted methods, as well as to establish a link with the activities in the sector and their respective courses of study. At the end of this study, nine activities that expose workers to the presence of dust were identified. The quantitative analysis was performed for six of these activities and the most critical were: the cutting of granite and ceramic with an electric disc cutting machine, which presented free crystalline silica in inhalable and breathable particles; the cutting of wood, also with an electric disc cutting machine; and the sanding of surfaces to finish the spackling. The concentrations of these chemical agents were above the occupational exposure limits of NR 15 and ACGIH. This study contributes relevant data to combat dust exposure at building construction sites, providing aid for the improvement of the National Program for Elimination of Silicosis and the updating of indexes and methods utilized by national legislation regarding Occupational Health and Safety.

Keywords: Exposure to dust. Free crystalline silica. Occupational health. Civil construction. Occupational exposure limits.

LISTA DE QUADROS E GRÁFICOS

Quadro 1 – Dados do setor da construção civil de Pernambuco	29
Quadro 2 – Fases de produção da construção de edificações verticais	31
Quadro 3 – Relação de materiais de construção usados nas fases de estrutura e acabamento	33
Quadro 4 – Limites de Tolerância do Anexo 12 da NR 15	42
Quadro 5 – Limites de Exposição Ocupacional recomendados pela ACGIH	48
Quadro 6 – Tipos de aerodispersóides	54
Quadro 7 – Divisão do trato respiratório pelo mecanismo de deposição das partículas	56
Quadro 8 – Tipo de poeira quanto ao efeito no organismo	60
Quadro 9 – Relação dos materiais, agentes químicos e seus efeitos	65
Quadro 10 – Trabalhadores expostos à sílica cristalina por setor econômico	67
Quadro 11 – Trabalhadores expostos à sílica relativos à jornada semanal de trabalho	68
Quadro 12 – Técnicas mais utilizadas para análise de amostras de poeira	83
Quadro 13 – Esquema de coleta das amostras de poeira	91
Quadro 14 – Limites de Tolerância para poeira contendo sílica cristalina da NR 15	95
Quadro 15 – Valores dos limites de exposição ocupacional da ACGIH corrigidos	96
Quadro 16 – Atividades geradoras de poeira	99
Quadro 17 e Gráfico 1 – Agentes químicos presentes nas atividades pesquisadas	102
Quadro 18 e Gráfico 2 – Modelo de EPR utilizados	102
Quadro 19 e Gráfico 3 – Critério para escolha do EPR	103
Quadro 20 e Gráfico 4 – O custo é relevante para escolha do EPR	103
Quadro 21 – Avaliação dos EPR vistoriados	104
Quadro 22 e Gráfico 5 – Realizam manutenção periódica no EPR	105
Quadro 23 e Gráfico 6 – O PCMAT descreve os riscos em relação à poeira	107
Quadro 24 e Gráfico 7 – O PCMSO descreve os riscos de inalação de poeira	108
Quadro 25 – Exames periódicos por função	108
Quadro 26 e Gráfico 8 – Dispõe de Programa de Proteção Respiratória	108
Quadro 27 – Ações para se evitar a exposição excessiva do trabalhador à poeira	109
Quadro 28 e Gráfico 9 – Trabalhadores por funções analisadas	110
Quadro 29 – Resultado da percepção dos trabalhadores	110
Quadro 30 – Indicação de equipamentos de proteção individual necessários	133

LISTAS DE FIGURAS

Figura 01 – Local de deposição das partículas no sistema respiratório humano	57
Figura 02 – Dispositivo de coleta para particulado respirável (Dorr Oliver)	82
Figura 03 – Imagens de EPR em utilização	105
Figura 04 – Equipamento de proteção respiratória saturado	106
Figura 05 – Funcionário varrendo o chão sem EPR e sem umedecer o piso	109
Figura 06 – Imagens de EPR guardados e utilizados de forma incorreta	112
Figura 07 – Situações não conformes quanto ao uso de EPR	113
Figura 08 – Corte de cerâmica	118
Figura 09 – Corte de granito	119
Figura 10 – Betoneiro	120
Figura 11 – Servente em atividade de varrição	123
Figura 12 – Carpinteiro	125
Figura 13 – Preparação da pasta de gesso	126
Figura 14 – Gesseiro misturando a pasta de gesso	126
Figura 15 – Aplicação da pasta de gesso	126
Figura 16 (A e B) – Lixamento de parede	127
Figura 17 – Lixamento no teto	128

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Porcentagens em massa de poeira, para cada tipo de fração, adotadas pela ACGIH, ISO e CEN	58
Tabela 2 – Número mínimo de amostragem por grupo de trabalhadores	79
Tabela 3 – Resultado analítico da poeira inalável respirável com presença de sílica	117
Tabela 4 – Resultado analítico da poeira inalável total com presença de sílica	117
Tabela 5 – Resultado analítico da poeira inalável respirável e total sem presença de sílica	122

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists

BSI – British Standard Institution

CA – Certificado de aprovação

CAT - Comunicação de acidente de trabalho

CEN – Comité Européen de Normalisation

FUNDACENTRO - Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Saúde do Trabalho

EPI – Equipamento de proteção individual

EPR – Equipamento de proteção respiratória

ILO - International Labour Organization.

ISO - International Organization for Standardization

LT – Limite de tolerância

LEO – Limite de exposição ocupacional

NA – Nível de ação

NR - Norma Regulamentadora

NBR - Norma Regulamentadora Brasileira

NHO – Norma de Higiene Ocupacional

NIOSH – National Institute for Occupational Safety and Health

OIT - Organização Internacional do Trabalho

OMS - Organização Mundial da Saúde

OSHA - Occupation Safety and Health Administration

PCMAT – Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção

PCMSO – Programa de Condições Médica e Saúde Ocupacional

PES – Programa Internacional para Eliminação da Silicose

PNES – Programa Nacional de Eliminação da Silicose

PNOS – Partículas (insolúveis ou de baixa solubilidade) não Especificadas de Outra Maneira

PPR – Programa de Proteção Respiratória

PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais

SGSST – Sistema de Gestão em Segurança e Saúde do Trabalho

SINDUSCON – Sindicato da Indústria da Construção Civil

TLV-TWA – Threshold Limit Value – Time Weighted Average

SUMÁRIO

	Pág
1 INTRODUÇÃO	17
1.1 Justificativa	21
1.2 Objetivos	24
1.2.1 Objetivo geral	25
1.2.2 Objetivos específicos	25
2 CONSTRUÇÃO CIVIL	26
2.1 Perfil industrial da construção civil em Pernambuco	28
2.2 Fases e métodos de trabalho	30
2.3 Matérias primas/insumos encontrados na fase de produção da construção civil	32
3 SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	36
3.1 Conceitos sobre saúde e segurança do trabalho	37
3.2 Legislação	38
3.2.1 Norma regulamentadora (NR) nacional	40
3.2.2 Normas técnicas nacionais	43
3.2.3 Normas internacionais	44
3.3 Sistema de gestão em segurança e saúde do trabalho (SGSST) aplicado à construção civil	48
4 A POEIRA COMO AGENTE QUÍMICO	53
4.1 Classificação da poeira	55
4.1.1 Quanto ao tamanho e deposição das partículas	56
4.1.2 Quanto ao efeito no organismo	60
4.2 Doenças relacionadas à poeira	63
4.3 Estudos sobre poeira na construção civil e indústrias de agregados	66
5 AVALIAÇÃO DE POEIRA NO AMBIENTE DE TRABALHO	71
5.1 Etapas para avaliação do ambiente de trabalho	71
5.1.1 Reconhecimento do risco	72
5.1.2 Etapa de avaliação do risco	74
5.1.3 Etapa de controle	75
5.1.4 Avaliação da eficiência das medidas adotadas	76

5.2 Métodos de amostragem para particulados suspenso no ar	77
5.2.1 Estratégia de amostragem	78
5.2.2 Materiais, equipamentos e instrumentos utilizados na amostragem de poeira	79
5.3 Métodos de análises laboratoriais para poeiras	83
5.4 Etapas para análises dos resultados	84
5.4.1 Cálculo da vazão média	84
5.4.2 Cálculo do volume de ar amostrado	84
5.4.3 Cálculo da concentração da amostra	85
5.4.4 Cálculo da concentração média ponderada pelo tempo	85
6 METODOLOGIA	86
6.1 Reconhecimento dos riscos	87
6.2 Avaliação dos riscos	88
6.2.1 Método de amostragem aplicado	88
6.2.2 Plano de amostragem	89
6.3 Medidas de controle	96
6.4 Avaliação da eficiência das medidas adotadas	97
7 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	98
7.1 Diagnóstico preliminar	98
7.1.1 Atividades geradoras de poeira e matérias primas utilizadas	98
7.1.2 Descrição das atividades desenvolvidas pelo trabalhador	99
7.1.3 Agentes químicos identificados	101
7.1.4 Utilização de equipamento de proteção respiratória (EPR)	102
7.1.5 Avaliação dos programas PCMAT, PCMSO e PPR e adoção de boas práticas	106
7.2 Resultados da análise da percepção do trabalhador	110
7.3 Resultados das análises laboratoriais	113
7.3.1 Resultados das amostras de poeira com presença de sílica livre cristalina	117
7.3.2 Resultados das amostras de poeira sem presença de sílica livre cristalina	124
7.4 Medidas de controle propostas	129
7.5 Avaliação da eficiência das medidas de controle adotadas	135
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	136
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	142
APÊNDICE A – Formulário da pesquisa de campo preliminar	150
APÊNDICE B – Formulário de pesquisa da percepção do trabalhador	153

APÊNDICE C – Formulário padrão para coleta de poeira	155
APÊNDICE D – Formulários das coletas de campo realizadas	157
APÊNDICE E – Tabela geral com os resultados analíticos das coletas de poeira	174
APÊNDICE F – INFORMAÇÕES RELATIVAS À AQUISIÇÃO DE EPR E FILTROS MECÂNICOS	177
APÊNDICE G – ROTEIRO PARA IMPLANTAÇÃO DE UM PPR PARA CANTEIROS DE OBRAS DE EDIFICAÇÕES VERTICAIS	182
ANEXO A – Certificados de calibração das bombas de amostragem de ar e do calibrador de vazão	194

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil tem grande importância no contexto sócio-econômico do país, pois agrega grande quantidade de estabelecimentos gerando milhões de empregos diretos e indiretos. O Brasil é um país de grande dimensão territorial e populacional e esses fatores colaboram para o crescimento do setor da construção civil. No entanto, a questão da segurança e saúde ocupacional está longe de atingir patamares confortáveis, em relação a acidentes de trabalho neste setor. Apesar de comprovada melhoria, que vem sendo alcançada a cada ano, devido a esforços de entidades sindicais, patronais, acadêmicas e governamentais, ainda há muito que fazer.

Este estudo é relacionado à questão da segurança e saúde do trabalho e surgiu da necessidade de estudos sobre a exposição a poeiras, as quais estão submetidos os trabalhadores de canteiros de obras de construção civil. Visa contribuir para redução de acidentes de trabalho, na modalidade de doenças ocupacionais. E, apesar da deficiência de estudos específicos nos canteiros de obras que identifiquem e quantifiquem as poeiras existentes nestes ambientes, sua necessidade é percebida e sentida não só pelos trabalhadores, mas também por moradores e transeuntes em periferia de obras, pela simples observação durante as fases de produção.

Entende-se que a matéria ora em estudo possui três vertentes principais: a produção do setor da construção civil, considerando o aquecimento do setor com crescente volume de obras; as políticas de segurança e saúde ocupacional do setor, e neste pilar estão envolvidos os profissionais da área, a legislação, métodos, tecnologias e sistema de gestão para garantir um trabalho seguro; e o meio ambiente no que diz respeito às condições ambientais dos canteiros de obra e de suas periferias.

Com relação à primeira vertente, a produção do setor da construção civil, verifica-se a importância deste segmento na economia nacional através de dados fornecidos pelo Comitê Brasileiro da Indústria da Construção Civil (CBIC, 2009): em 2007 existiam 117.460 empresas formais de Construção Civil no país, sendo quase 95% de micros e pequenas empresas que empregavam até 49 trabalhadores, responsáveis pela ocupação formal de 1.674.483 trabalhadores e, deste total de trabalhadores 661.978 (39,5%) estão em construções de edifícios; em 2005 o setor cresceu 1,3% e participou com 7,3% do PIB nacional e para

2006 a previsão do IPEA é de que a construção cresça 6%. Em dezembro de 2008, o Cadastro Geral de Empregador e Empregados (CAGED) registrou 1.872.351 trabalhadores formais na construção civil em todo país e 68.320 trabalhadores no estado de Pernambuco.

Alguns desses dados têm relevância significativa, uma vez que a grande maioria das empresas são micros e pequenas, e, portanto, a questão da gestão da segurança e saúde ocupacional precisa ser bastante difundida, através de campanhas, incentivos, fiscalização e apoio das entidades envolvidas com o setor, para conscientização de empresários e trabalhadores. Outro dado preocupante é a informalidade de empresas e da mão de obra evidenciando a rotatividade de trabalhadores, que pode significar falta de investimento em treinamento e capacitação e dados oficiais irrealistas relativos a acidentes de trabalho. Dados de 2003 comprovam esta informalidade: existiam 289.796 empresas no país, destas 41% eram formais e 59% informais; existiam cerca de 3.770.000 trabalhadores no setor da construção (representando 5,6% em relação à população ocupada) e destes 30% eram de trabalhadores formais, 66% de informais e 4% de proprietários de empresas (CIBC, 2009).

No que diz respeito à segurança e saúde ocupacional, dados mundiais fornecidos pela Organização Internacional do Trabalho (OIT, 2007), mostram que ocorrem anualmente cerca de 270 milhões de acidentes de trabalho e 160 milhões de doenças ocupacionais, podendo em 2020 duplicar o número de doenças ocupacionais se medidas preventivas não forem implantadas.

Observando os dados do Ministério da Previdência Social (BRASIL, 2009a), referente a acidentes de trabalho, verifica-se uma evidente subnotificação no que se refere às doenças ocupacionais, isto se deve talvez a dificuldade de se comprovar a relação causal entre as doenças adquiridas (sejam as que causam afastamento ou não) e as condições de trabalho. O atual anuário estatístico da Previdência Social, referente a acidentes de trabalho no ano de 2007, trouxe a inovação de alguns registros sem a existência da Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT). Portanto, de um total nacional de 653.090 acidentes de trabalho, sendo 514.135 registrados através da CAT e 138.955 sem CAT. Dos acidentes de trabalho registrados com a CAT, 414.785 foram acidentes típicos, 78.564 foram acidentes de trajeto e 20.786 foram de doenças ocupacionais. No período de 2006 a 2007 foram registrados 8.504 incapacidades permanentes e 2.804 óbitos. Vale ressaltar os dados de acidentes de trabalho segundo a parte do corpo atingida, referente ao aparelho respiratório, ou seja, de um total de

1.189 acidentes registrados com CAT, 931 foram acidentes típicos, 39 de trajeto e 219 de doenças respiratórias. Neste contexto, a construção civil contribuiu com 36.467 acidentes de trabalho, sendo 29.698 registrados através da CAT e 6.769 sem CAT. Dos acidentes com CAT, 25.253 foram acidentes típicos, 3.500 foram acidentes de trajeto e 945 foram de doenças ocupacionais. No Estado de Pernambuco, em 2007, os acidentes de trabalho representaram 2,18% em relação ao índice nacional com um total de 14.224, sendo 11.146 registrados através da CAT e 3.078 sem CAT. Dos acidentes com CAT, 8.796 foram acidentes típicos, 1.804 foram acidentes de trajeto e 546 foram de doenças ocupacionais. No período de 2006 a 2007 foram registrados 243 incapacidades permanentes e 80 óbitos.

Segundo Barkokébas Júnior et al. (2006), os acidentes de trabalho representam altos custos não só para a empresa mas também para a sociedade, que acaba sendo penalizada com as despesas assumidas pelo Ministério da Previdência Social, e para o próprio trabalhador. E, além do fator econômico, existe o fator humano que pela morte, invalidez ou doença não é possível dimensionar. Em seu trabalho, os autores simulam custos com as situações de grave e iminente risco (GIR) e situações em desacordo com as normas (DES), encontradas durante a pesquisa. Também, apresentam dados financeiros alarmantes para empresas que não investem em segurança e saúde do trabalhador.

Os fatores que favorecem a ocorrência de acidentes de trabalho na construção civil são principalmente as condições e meio ambiente de trabalho devido aos diferentes tipos de obras, a mutação constante do ambiente de trabalho, a movimentação da mão de obra ao longo da produção, a logística dos materiais e do trabalho na obra e a falha que se comete pela confusão que se faz em acreditar que o termo *provisório* significa *improvisado* (VÉRAS et al., 2003).

Outro aspecto que também influencia questões de acidentes de trabalho é apresentado em FIEPE (2007), cujo último levantamento realizado até o ano de 2003, constata que o estado de Pernambuco possui um perfil de estabelecimentos formais de micro empresas na sua maioria (90,6%), com até 19 empregados. As construtoras de maior porte, normalmente subcontratam microempresas, conhecidas como terceirizadas, para realização de algumas atividades específicas como: montagem de formas, aplicação de gesso, pintura, instalações elétricas, de gás, entre outras.

Por sua vez, os trabalhadores da construção civil estão expostos aos mais diferentes tipos de matérias primas, tais quais: areia, cimento, cal, madeira, cerâmica, granito, gesso, ferro, entre outros; e processos produtivos como: fabricação de argamassa, transporte das matérias primas, corte e dobra de ferro, corte de madeira, corte de cerâmica e granito, preparo e aplicação de gesso, lixamento de superfícies, escavações e atividades que produzem diversos tipos de poeiras que se propagam no ambiente de trabalho e que, se não forem corretamente controlados podem causar prejuízos a saúde do trabalhador e conseqüentemente representarão custos diretos e indiretos à empresa, ao governo e a sociedade.

Com esses indicativos, o segmento da construção civil vem merecendo atenção especial de diversos setores econômicos, sociais e acadêmicos visando o controle dos aspectos de segurança e saúde do trabalho e ambientais, onde ainda são poucas as informações disponíveis sobre os riscos ambientais a que estão expostos os trabalhadores.

Este estudo procurou evidenciar os aspectos observados no ambiente de trabalho dos canteiros de obra de edificações verticais com os impactos que possam vir a ser gerados no trabalhador deste setor. Através de levantamentos de dados e análises quantitativas, procurou-se estabelecer índices de poeiras relacionando-os com as atividades desenvolvidas pelos trabalhadores do setor. Assim, foi gerado o conhecimento de alguns riscos que poderão embasar atuação apropriada, dos profissionais de segurança e de medicina do trabalho, na gestão destes riscos no setor da construção civil.

O ambiente de trabalho é sem dúvida o objeto de estudo e preocupação destes profissionais que têm obrigações legais na prevenção de acidentes e de doenças ocupacionais. Para tanto, contam com a lei estipulada pelas Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 1978) para colocar em prática medidas de controle que efetivamente protejam a integridade física e mental do trabalhador.

É importante ressaltar que estudos devem ser feitos considerando os aspectos regionais como, clima, qualidade da mão de obra, recursos financeiros, a qualidade da matéria prima e os processos utilizados, pois, a variabilidade desses fatores influencia na análise das condições de trabalho. Portanto, a abordagem da pesquisa neste estudo levou em consideração as peculiaridades da região, no que diz respeito aos materiais, processos e mão de obra, assim como o sistema de gestão relativo à segurança e saúde do trabalho.

1.1 Justificativa

O ambiente de trabalho compreende todo e qualquer espaço que o trabalhador ocupa durante a sua jornada de trabalho. Além das condições materiais e de conforto, a qualidade do ar que se respira é sem dúvida um dos aspectos de vital relevância para manutenção da integridade física do indivíduo, precisando ser, portanto, monitorado a fim de evitar as possíveis doenças respiratórias.

Ao estudar as poeiras deve-se ter em mente que, em quantidade excessiva, elas sobrecarregam os sistemas de proteção e limpeza do organismo, favorecendo a instalação de doenças respiratórias. A exposição é caracterizada principalmente pelo tipo de poeira, sua concentração no ar e duração da exposição.

Dentre as doenças respiratórias, destaca-se a silicose, espécie de pneumoconiose, que é considerada a mais antiga, mais grave e mais prevalente das doenças pulmonares relacionadas à inalação de poeiras minerais. A Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer (IARC, 1997) da Organização Mundial de Saúde (OMS) considera a sílica livre cristalina inalada, o agente causador da silicose, como um agente cancerígeno do Grupo 1.

Esta doença tem provocado, em seres humanos, incapacidade temporária ou permanente e/ou morte em países desenvolvidos e, principalmente, nos países em desenvolvimento. Os dados do documento de referência elaborado por Goehzer et. al (2001), foram apresentados por diversos especialistas durante o Seminário Internacional sobre Exposição à Sílica – Prevenção e Controle realizado em Curitiba no ano 2000, cujos registros epidemiológicos são: a silicose é considerada uma das doenças ocupacionais mais prevalentes no Vietnã, com 90% dos casos de concessão de benefícios previdenciários aos trabalhadores e aproximadamente 9.000 casos acumulados até o ano de 2000; na China, o número de casos de pneumoconioses acumulados até 1990 foi de aproximadamente 360.000, no período de 1991-1995, foi registrado mais de 500.000 casos de silicose, com quase 6.000 casos novos ocorrendo a cada ano e mais de 24.000 mortes por ano, sendo a maior parte entre trabalhadores idosos; na Índia, foi encontrada uma prevalência de silicose de 55% entre os trabalhadores, na maioria jovens, de pedreiras de rochas sedimentárias de xisto; na Malásia estudos demonstram uma prevalência de silicose de 25% em trabalhadores de pedreiras e de 36% em trabalhadores fazendo lápides funerárias; nos EUA, estima-se que mais de 1 milhão

de trabalhadores são expostos a poeiras contendo sílica livre e cristalina, sendo que desses, 100.000 correm o risco de contraírem a silicose e, mais de 250 trabalhadores morrem de silicose por ano.

Em relação à prevalência de silicose no Brasil, estimativas sugerem existir de 25 a 30 mil casos desta pneumoconiose, citado no mesmo documento de referência por Goehzer et al. (2001). E também são apresentados os seguintes dados de prevalência da silicose no Brasil:

- em pedreiras a céu aberto – 3,0%;
- na produção de cerâmicas – 3,9%;
- em fundições – 4,5%;
- na Indústria Naval (jateamento de areia) – 23,6%;
- em cavação de poços no Ceará (1986-1989) – 17,2% em 365 casos examinados;
- em Minas Gerais – mais de 4.500 casos de trabalhadores diagnosticados como portadores de silicose, e estima-se existir cerca de 7.500 casos provenientes da mineração de ouro, garimpo e outras atividades;
- no Paraná, foram registrados 142 ocorrências de silicose, entre os casos confirmados, suspeitos e óbitos em trabalhadores de Curitiba e Região Metropolitana desde 1996, pelo Centro Metropolitano de Apoio à Saúde do Trabalhador - CEMAST/SESA.

Minas Gerais é o estado que apresenta o maior número de casos de silicose. Foi realizado um estudo por Carneiro et al. (2002), em 300 prontuários, do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais, de trabalhadores expostos à sílica em diversas atividades, no período de 1989 à 2000. A maioria dos trabalhadores expostos encontrava-se em atividades de mineração, com 66% dos indivíduos. O resultado deste estudo apresentou o diagnóstico de 126 (42%) casos de silicose comprovados radiologicamente. Também foi constatado que, quanto maior a evidência radiológica, a situação da espirometria era pior, com mais frequência de associação com tuberculose e limitação crônica ao fluxo aéreo. Outro dado de relevância identificado foi que a situação radiológica mais avançada da doença foi identificada em trabalhadores do mercado informal. Os autores sugerem que este grupo de trabalhadores encontrava-se em piores condições de exposição à sílica.

A simples exposição à sílica cristalina não evidencia a prevalência da silicose, que depende de fatores como tempo de exposição e quantidades elevadas, como será visto no decorrer deste

estudo. No entanto, a exposição ocupacional à sílica já é motivo para o controle e prevenção através de estudos e adoção de medidas de controle.

Foi realizado um estudo por Algranti (1998), onde estima-se que seis milhões de trabalhadores brasileiros estão potencialmente expostos à poeira contendo sílica livre cristalina, distribuídos em setores econômicos. O setor da construção civil é o que expõe o maior número de trabalhadores, com aproximadamente quatro milhões.

Este estudo prevê a constatação de que o setor da construção civil é responsável pelo consumo de grandes quantidades de matérias primas que produzem diferentes tipos de poeira, entre as quais pode-se citar o cimento, o cal, a areia e o gesso. Estimativas de Mattar Neto (2007) mostram que o Brasil produziu 36,7 milhões de toneladas de cimento no ano de 2005 e que o pólo gesseiro do Araripe em Pernambuco produz em média 1,8 milhões de toneladas de gesso por ano.

Diante aos dados alarmantes, que vem sendo apresentados em vários países do mundo, a OIT junto com a OMS lançou o "Programa Internacional para Eliminação global da Silicose" (PES), em 1995. O objetivo principal deste programa é promover o desenvolvimento de Programas Nacionais de eliminação da silicose para reduzir significativamente as taxas de incidência da doença até o ano 2010, e eliminar a silicose como problema de saúde pública até o ano 2030. Este programa visa ainda promover a vontade política e compromisso, colaboração intersetorial, programas de capacitação e disseminação de informação, educação dos trabalhadores e comunicação de risco e a harmonização de critérios de diagnóstico, utilizando a Classificação Internacional de Radiografias da OIT, a fim de melhorar a detecção precoce da silicose e facilitar comparações epidemiológicas. Com estes objetivos, a FUNDACENTRO/SP com apoio da OIT e de outros órgãos nacionais, apresentou o Programa Nacional de Eliminação da Silicose (PNES) em 18 de junho de 2002. Este programa tem realizado ações em vários estados do país, promovendo estudos, seminários, estatísticas e difusão de dados relativos à silicose, entre outras.

Considerando o fato do impacto que pode ser causado na saúde do trabalhador e de estudos que apresentam a construção civil como um setor de grande importância, com relação à exposição do trabalhador às atividades geradoras de poeira, é de se esperar também a possibilidade da geração de impactos ambientais. Observa-se que o aspecto ambiental

provocado pela poeira nos canteiros de obra não é só percebido pelos trabalhadores, mas também, pelas vizinhanças das obras que sofrem com seus efeitos. E quando este aspecto é detectado visualmente no ambiente de trabalho são adotadas medidas de controle, individual ou coletiva de forma pontual, e muitas vezes, essas medidas deixam de ser aplicadas em outras obras da mesma empresa. O que fica claro é a falta de políticas de gestão e de padronização de medidas de controle relativas à proteção contra poeiras.

A relevância desta pesquisa para o setor da Construção Civil se apóia na consideração de que o conhecimento adquirido poderá possibilitar investimentos eficazes em programas de gestão de Segurança e Saúde do Trabalho, que vise o controle das atividades geradoras de poeira e do aspecto ambiental provocado por ela. Como a construção civil tem vários segmentos, este estudo se delimitou a fazer o diagnóstico da presença de poeira nos ambientes de trabalho do segmento de edificações verticais, nas fases de estrutura e acabamento do processo construtivo considerando as peculiaridades do setor. E mesmo nessas fases foram feitas opções dos postos de trabalho aos quais foram considerados mais críticos. A área de abrangência desta pesquisa foi a região metropolitana do Recife – PE. A limitação dessa pesquisa se deve a ocorrência de custos elevados para realização de coleta e análises quantitativas, tendo em vista que no Brasil não há muitas opções de laboratórios credenciados por entidades nacionais e internacionais.

Espera-se ainda, promover não só o controle das condições de riscos de acidentes, mas também, o bem estar da comunidade, a preservação do meio ambiente, o aumento da produtividade e conseqüentemente, a lucratividade do empreendimento. Dessa forma contribuindo também para manutenção do crescimento sustentável do setor produtivo, uma vez que edificações verticais são opções viáveis de moradia e do setor comercial em grandes centros urbanos.

1.2 Objetivos

Diante do exposto, e com base na investigação científica, pretende-se fornecer dados para controle de riscos ambientais, mais especificamente os relacionados aos riscos químicos produzidos pela poeira, e contribuir para melhoria no ambiente de trabalho e qualidade de vida dos trabalhadores e da comunidade. Segue a apresentação dos objetivos gerais e específicos deste estudo.

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo principal deste estudo é fazer o diagnóstico da presença de poeiras, qualificando e quantificando a concentração de poeira total e de sílica cristalina na fração respirável, presentes em postos de trabalho nos canteiros de obra da construção de edificações verticais, nas fases de estrutura e acabamento.

1.2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos serão apresentados no decorrer das sessões seguintes e estão assim relacionados:

- a) estudar e apresentar os conceitos, legislação e modelos de amostragem necessários para avaliação de poeiras em canteiros de obras conforme normas nacionais e internacionais;
- b) identificar e caracterizar as atividades nas quais os trabalhadores do setor estão sujeito ao contato com poeiras;
- c) identificar os tipos de poeira aos quais os trabalhadores de canteiros de obra de construções de edifícios estão expostos nas fases de estrutura e acabamento;
- d) analisar quantitativamente amostras de poeira nos postos de trabalho, considerados mais críticos;
- e) apresentar parâmetros e índices que possam ajudar na avaliação ambiental dos canteiros de obras de edificações verticais;
- f) propor medidas de controle que possam minimizar os riscos produzidos nas atividades geradoras de poeiras em obras de edificações verticais.1,.

2 CONSTRUÇÃO CIVIL

A indústria da construção civil desempenha um papel fundamental no desenvolvimento da economia. Dados de 2007 apontam que no Brasil, cerca de 70% de todos os investimentos na indústria e na infra-estrutura, financiados ou não pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), passam pela cadeia da construção civil. Para os próximos 4 anos (2008-2011), foram identificados investimentos que somam mais de R\$ 1,2 trilhão e a construção residencial representa 44% desse total, com R\$ 535 bilhões. Sendo um setor gerador de empregos, capaz de absorver grande contingente de mão-de-obra (BRASIL, 2007).

Com uma visão macrosetorial pode-se classificar a indústria da construção civil em três setores distintos: construção pesada, montagem industrial e edificações. Sendo a construção pesada constituída pelas obras viárias, obras hidráulicas, obras de urbanização e obras diversas, que compreende a construção de pontes, viadutos, contenção de encostas, túneis, barragens hidrelétricas, captação, adução, tratamento e distribuição de água, usinas atômicas, fundações especiais, perfuração de poços de petróleo e gás. O setor de montagem industrial compreende obras de sistemas industriais, tais como: montagens de estruturas mecânicas, elétricas, eletromecânicas, hidromecânicas; montagem de sistemas de telecomunicações; montagem de estruturas metálicas; montagem de exploração de recursos naturais e obras subaquáticas. O setor de edificações, objeto deste estudo, compreende a construção de edifícios residenciais, comerciais, de serviços e institucionais, construção de edificações modulares verticais e horizontais e edificações industriais (LIMA JÚNIOR, 2005).

Dados de 1998 mostram a cadeia produtiva com 204.855 empresas sendo, 115.939 (56,6%) do setor de edificações, 10.811 (5,3%) da construção pesada, 1.660 (0,81%) em montagem industrial e 76.445 (37,3%) com empreiteiros e locadores de mão de obra (LIMA JÚNIOR, 2005). Ainda, segundo o mesmo autor, pode-se constatar a existência de um quarto setor o de serviços especiais e/ou auxiliares com diversas atividades, entre elas estão projetos, consultorias em qualidade, meio ambiente, segurança do trabalho, entre outras.

No que diz respeito à evolução tecnológica do setor, a construção civil ao longo dos tempos vem desenvolvendo processos produtivos mais adequados com métodos cada vez mais

práticos e eficientes, como por exemplos: vedações verticais com gesso acartonado, estruturas pré-moldadas de concreto e aplicação de lajes nervuradas ou de concreto protendido, entre outros, na constante busca de produtividade e competitividade. Percebe-se que na prática não se vê unanimidade na condução desses processos construtivos, pois, continua sendo uma particularidade deste setor a diversidade de conceitos, métodos, matérias primas, equipamentos, maquinários, entre outros, além da mão de obra pouco qualificada.

Um estudo feito pelo SESI (Departamento Nacional) mostrou a deficiência de escolaridade dos trabalhadores da construção civil no Distrito Federal, referente ao ano de 1991, com os seguintes índices: 72% dos trabalhadores pesquisados nunca freqüentaram cursos e treinamentos; 80% possuem apenas o primeiro grau incompleto e 20% são analfabetos. Outro estudo realizado pelo DIEESE em 2001 constatou a baixa escolaridade em trabalhadores da construção civil em Recife que apresentou o índice de 16,1% de analfabetos e uma média de cinco anos de estudo em relação ao total de ocupados (LIMA JÚNIOR, 2005).

A baixa qualificação da mão de obra também interfere no desenvolvimento de um trabalho mais seguro dificultando o entendimento e a aceitação de medidas preventivas, como é o simples caso da não utilização de equipamentos de proteção individual (EPI) porque é feio ou incomoda, mesmo sabendo que muitas vezes a empresa não se preocupa em fornecer EPI adequados para cada trabalhador. Com efeito, a tecnologia depende do homem e não é possível desenvolvimento tecnológico se não existir mão de obra qualificada. Métodos e máquinas podem ser inventados e reinventados, mas se o fator humano não acompanhar essa evolução, não há possibilidades de mudanças dos antigos paradigmas. Esforços devem ser feitos por todos os envolvidos para mudar esse cenário, não só através da capacitação do trabalhador, mas também evitar que decisões empresariais se sustentem em vender e lucrar, mas em adotar métodos, materiais e procedimentos eficazes e principalmente seguros, capazes de agregar valor à empresa, garantindo assim, desempenho no futuro e a qualificação continuada de seus processos e trabalhadores.

Neste cenário apresentado constata-se que o setor da construção civil é um dos mais importantes do país no que diz respeito ao volume de capital circulante, utilidade de produtos e produtor de insumos, entretanto detém um grande número de agentes causadores de risco, ocupando a terceira colocação dentre as atividades industriais que mais registra acidentes do trabalho (DATAPREV, 2007). Os estudos que analisam estas doenças e acidentes se detêm na

avaliação dos riscos de segurança, tendo ainda poucos estudos que descrevem os riscos ambientais presentes nos canteiros de obras.

2.1 Perfil industrial da construção civil em Pernambuco

O tema deste estudo faz parte de política de gestão empresarial voltada à segurança e saúde do trabalhador, onde se faz necessário o entendimento do assunto e a preocupação social com o bem estar do trabalhador, considerando não só a saúde mas também a satisfação do indivíduo.

Em sua tese de doutorado, sobre a influência da cultura organizacional no sistema de gestão da segurança e saúde no trabalho em empresas construtoras da cidade de João Pessoa / PB, Melo (2001), concluiu que a cultura organizacional sofre grande influência do meio externo, principalmente no que se refere a concorrência e a instabilidade do mercado. Dessa forma, não é possível a implantação de um sistema de gestão eficaz com ações preventivas de conscientização, sensibilização e capacitação. O que significa que não haverá resultados positivos quanto à saúde e segurança do trabalhador sem que haja o compromisso por parte dos que decidem a vida organizacional das empresas, restando quanto muito, o cumprimento da lei. Neste sentido espera-se que a grande maioria dos empresários da região em estudo também se comporte da mesma forma, por isso, faz-se oportuno o estudo do perfil industrial das construtoras, sua organização e sistema de gestão para que se possa avaliar o perfil destes empresários.

Segundo o Ministério do Trabalho e Emprego Brasil, (BRASIL, 2009b), através do relatório da RAIS de 2007, o número de empregados formais no Estado foi de 1.239.499, e na construção civil foi de 54.190, cujo crescimento de 13,2% (em relação a dezembro de 2006) foi o maior dentre os setores do Estado. Segundo dados da CBIC (2009), em 2008 o Estado fechou o ano com 57.375 trabalhadores formais na construção civil, sendo 24.859 (43,3%) em construções de edifícios. Os dados a seguir apresentados no Quadro 1 foram compilados e publicados em Perfil Setorial Pernambuco FIEPE (2007), através de informações do Cadastro Industrial 2005/2006 o qual teve como base os seguintes bancos de dados: Secretaria da Fazenda do Estado de Pernambuco (SEFAZ); Junta Comercial de Pernambuco (JUCEPE); Federação da Indústria do Estado de Pernambuco (FIEPE); Ministério do Trabalho e Emprego (MTE); Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) entre outros órgãos oficiais:

Quadro 1 – Dados do setor da construção civil de Pernambuco

Característica	Ano de referência	Dados
Nº de estabelecimentos	2003	1.818 e destes, 90,6% com até 19 empregados formais (micro empresas)
Ano de fundação	2004	54% foram fundadas anteriores à década de 90, 29,8% no período de 1995 – 2003 (94,9%, não possui filial)
Nível de escolaridade dos empregados	2003	26,3% tem a 4ª série incompleta 19,7% tem a 4ª série completa o histórico apresenta o aumento de capacitação a cada ano
Educação profissional	2004	2,1% dos concluintes em cursos do SENAI
Faixas de rendimento	2003	65,6% dos empregados ganham de 1,1 a 2 salários mínimos por mês
Arrecadação do ICMS	2004	1,1% do total arrecadado pela indústria Pernambucana
Valor bruto da produção industrial no setor	2002	R\$ 1.797.588.000,00
Faturamento bruto anual por empresas	2003	41,1% delas faturou de R\$ 244 mil a R\$ 3 milhões 26,9% de R\$ 3 a 12 milhões de reais
Origem da matéria prima para o setor	2004	72,6% das empresas negociam matéria prima do próprio estado, 11,5 % compram de outro estado do nordeste e apenas 8,5% compram no Sudeste
Ferramentas da qualidade	2004	24,7% das empresas pernambucanas utilizam alguma ferramenta da qualidade em sua gestão
Programas sociais	2004	21,7% das empresas promovem ações voltadas à área social a seus colaboradores e/ou comunidade local
Aproveitamento dos resíduos sólidos	2004	50,7% das empresas de construção civil do Estado aproveitam seus próprios resíduos sólidos

Fonte: FIEPE (2007)

Com essa base de dados verifica-se que a grande maioria das construtoras atuantes no Estado de Pernambuco é de micro empresas que atuam regionalmente na construção de empreendimentos, galpões industriais, licitações para obras de pequeno porte, entre outros. As empresas de médio e grande porte normalmente contratam microempresas, ou seja, empresas terceirizadas, para realização de atividades específicas, como montagem de formas, aplicação de gesso, pintura, instalações elétricas, de gás etc. Outro aspecto importante destes dados é o perfil dos trabalhadores do setor da construção. Trata-se de profissionais com pouca qualificação, em sua maioria, cujo aprendizado se desenvolve no dia-a-dia dos canteiros de

obras e que de certa forma, também dificulta a conscientização para segurança e saúde no trabalho.

Com relação a acidentes de trabalho, registrados através da CAT, do setor da construção civil, as estatísticas apontam melhorias que vem sendo alcançadas nos últimos anos. Em 2001 o setor encontrava-se em terceiro lugar, representando 10,41% dos acidentes registrados no Estado. Ano após ano este índice decaiu, e, em 2005 foram registrados 650 acidentes de trabalho representando 6,26% dos acidentes ocorridos. Com este dado, o setor da construção passou para a 7ª posição, antecedido pela indústria de transformação (34,90%), comércio (12,97%), atividades imobiliárias (12,12%), indústria extrativa (8,86%), transporte (7,20%), saúde e serviços sociais (6,65%) (SINDUSCON/PE, 2007).

2.2 Fases e métodos de trabalho

Apesar da evolução tecnológica dos métodos de construção e a intensidade com a qual a execução de uma obra é planejada e controlada, o ritmo não acompanhou o desenvolvimento, por exemplo, das teorias aplicadas aos projetos estruturais. Uma prova disso é a atenção dispensada nos cursos superiores pela arte de planejar mais do que a de executar (GEHBAUER, 2002). Desta forma conclui-se que há um grande potencial para desenvolvimento de meios que promovam a interface entre as fases de projeto e as fases de execução do processo construtivo. E é claro que questões de segurança e saúde do trabalho também fazem parte dessa proposta de desenvolvimento.

Ainda, segundo Gehbauer (2002), para a realização de um empreendimento é necessário uma abordagem sistêmica desde o estudo de viabilidade até a fase de utilização do edifício. Apesar da abrangência da matéria e dos métodos possíveis de construção, o autor sugere as seguintes subdivisões para uma obra completa: **Estudo de viabilidade do empreendimento** (levantamento de dados); **Coordenação dos projetos de arquitetura e engenharia** (estudo preliminar, anteprojeto, projeto legal e projeto executivo); **Canteiros de obra** (layout, dimensionamento e logística do canteiro); **Fundações e contenções** (pesquisa de solo, métodos e máquinas empregadas na execução de fundações profundas, provas de cargas em estacas e controle de qualidade das mesmas); **Obra bruta** (ênfase nas tecnologias de execução e produtividade na execução de fôrmas); **Acabamento** (execução do acabamento da

alvenaria, assentamentos, instalações, pintura, etc.); **Fachadas e coberturas** (execução do acabamento da parte externa da edificação).

Sabe-se que cada empreendimento e obra têm uma forma própria de se estruturar. E para efeito deste estudo, foi considerado que as fases de produção de edificações verticais ficam assim definidas, conforme Quadro 2.

Quadro 2 – Fases de produção da construção de edificações verticais

FASE	SUB-FASE	TIPO/MÉTODO	MACRO-ATIVIDADE
Demolição/ Escavação	-	Mecanizada Manual	Demolição de edificação anterior, carregamento de entulho e/ou escavação de solo
Fundação	-	Hélice contínua Estacas metálicas Compactação de solo Fundação direta	Retirada de material granular, manuseio de solo, cimento e brita, desagregação de material rochoso
Obra bruta	Estrutura	Lastro de concreto magro; Estr. de subsolo; Estr. do pav. Térreo; Estr. dos pav. tipos; Escadas e rampas	De carpintaria (fabricação de fôrmas); Corte e dobra de ferro; Concretagem (com brita); Fabricação de argamassa, retirada e limpeza de resíduos do ambiente
	Alvenaria	Alv. do subsolo Alv. do pav. térreo Alv. dos pav. tipos	Levantamento das vedações verticais e pisos, retirada e limpeza de resíduos do ambiente
Acabamento	bruto	Impermeabilização última lage; Pré-montagem das inst. prediais; Alvenaria interna; Reboco interno; Contra-piso; pré-montagem dos elevadores	Manuseio de argamassas, corte de alvenarias e estruturas, retirada e limpeza de resíduos do ambiente
	fino	Paredes e forros de gesso; Pintura; Esquadrias de madeira; Revestimentos internos (pisos e	Assentamento de cerâmica, granito, mármore, porcelanato, etc., revestimento com pasta ou placas de gesso,

Acabamento	paredes); Serviço de serralheria; Limpeza do edifício	lixamento do revestimento de gesso e massa corrida, polimento e corte de material rochoso, retirada e limpeza de resíduos do ambiente
Instalações prediais	Instalação completa dos elevadores; Calefação; Ventilação; Instalações hidro-sanitárias e elétricas; Instalações de segurança (vigilância, incêndio, descargas elétricas, etc.);	Corte de alvenarias e estruturas, corte de material rochoso, manuseio de argamassas retirada e limpeza de resíduos do ambiente.
Limpeza int. e externa da edificação	Seca e úmida	Retirada de resíduos do ambiente e limpeza final

Fonte: Adaptada a partir de dados de Gehbauer (2002)

2.3 Matérias primas/insumos encontrados na fase de produção da construção civil

As matérias primas e insumos utilizados na construção civil recebem a denominação de “materiais de construção”. A qualidade do material empregado influenciará na solidez, na durabilidade, no custo e no acabamento da obra. A escolha do material deve ser estudada, pois suas propriedades, limitações, vantagens e utilização são específicas e por isso, o conhecimento das propriedades físico químicas dos materiais é cada vez mais exigido e pode ser adquirido de forma tecnológica através de ensaios ou de forma experimental pela observação continuada, (BAUER, 2007). Alguns materiais, quer sejam de forma bruta (in natura) ou elaborada, podem causar danos à saúde do homem, daí a importância do conhecimento da composição físico química dos materiais com visão higienista, principalmente para os agentes de segurança e saúde do trabalhador.

No Quadro 3 estão relacionados materiais de construção, que quando manuseados e/ou manipulados em diversas atividades, durante as fases de estrutura e acabamento, podem gerar algum tipo de poeira. Também estão discriminadas suas composições e aplicações.

Quadro 3 – Relação de materiais de construção usados nas fases de estrutura e acabamento

Materiais	Composição	Aplicação	Particularidades
Areia	material de origem mineral, constituído por fragmentos de mineral ou de rocha, composta basicamente pela sílica, dióxido de silício (SiO ₂)	é considerada agregado miúdo para fabricação de argamassas e concretos	areia fina Φ 0,15 a 0,6 mm; areia média Φ 0,6 a 2,4 mm e areia grossa Φ 2,4 a 4,8 mm
Argamassa	aglomerante, agregados miúdos e água: - aglomerante: cimento, cal, gesso; - agregado miúdo: areia	assentar tijolos e blocos, azulejos, ladrilhos, cerâmicas e tacos de madeira; impermeabilizar superfícies; regularizar paredes, pisos e tetos; tapar buracos, nivelar e dar acabamento às superfícies	tem elevada resistência e durabilidade, a adição da cal hidratada melhora a plasticidade e ajuda a aderência
Azulejo	peça cerâmica de pouca espessura, geralmente quadrada em que uma das faces é vidrada	revestimento de acabamento em paredes, balcões e outros	a face vidrada confere a impermeabilidade do produto
Brita	Material de origem mineral, cujo significado é “pedaço de pedra”, geralmente de origem de pedras de granito e de gnaisse cujas composições básicas são o quartzo, o feldspato e a mica	é considerada agregado graúdo para fabricação de concretos	durante o processo de industrialização, pode adquirir granulometrias diferentes para diferentes usos
Cal	in natura, a cal é composta óxido de cálcio (CaO), com teor maior, e óxido de magnésio (MgO); a soma destes dois óxidos deve ser superior a 95% restando 0 à 5% de impurezas: carbonato de Ca, de sílica, de alumina e de óxido férrico	a cal hidratada é usada na fabricação de argamassa, em caiação	o uso da cal extinta, ou hidratada, é mais comum devido a sua estabilidade
Cerâmica	artefatos produzidos a partir de diversos tipos de argila, de feldspato e de sílica, pode ainda apresentar aditivos em sua composição	revestimento de pisos, paredes e outros	classificação das cerâmicas: terracota, vidrada, grés e faiança, dependendo da composição do material e técnicas de produção
Cimento	o cimento Portland é um aglomerante hidráulico produto da mistura do clinker com gesso e materiais do tipo	Fabricação de argamassas, elevação de alvenaria, em concretagem de bases, vigas, colunas, lajes, etc.,	o cimento Portland CP II –Z é o mais fabricado e usado no nordeste

	pozolâmicos, escórias granuladas de alto forno e/ou materiais carbonáticos, em proporções adequadas clinker: formado por cal, sílica, alumina e óxido de Fe	preenchimento de formas, entre outros	brasileiro devido a facilidade do componente pozolana
Concreto	mistura de cimento, areia, pedras britadas e água, além de outros materiais eventuais, os aditivos	na concretagem de vigas, lajes, base, formas, etc.: quando o concreto comum é adicionado de vigas de aço (ferragem passiva) é o concreto armado; e quando for armado com ferragens ativas recebe o nome de concreto protendido.	sua resistência e durabilidade dependem da proporção entre os materiais que o constituem
Ferro	minério de ferro, cuja composição apresenta vários metais encontrados na natureza como o manganês, cádmio, sódio, alumínio, zinco, cromo, chumbo entre outros e principalmente o elemento ferro	usado em armações para segurar e compor o concreto nas fundações e estruturas	a exposição do óxido de ferro (Fe_2O_3) se dá através de fumos metálicos ou pelo lixamento enérgico de superfície metálica
Gesso	aglomerante simples formado basicamente por sulfatos mais ou menos hidratados e anídeos de cálcio, produzido a partir do mineral gipsita; o gesso comercialmente usado é o sulfato de cálcio hemiidratado $CaSO_4 \cdot 1/2H_2O$ c/ 95% de pureza	em revestimento de paredes, em placas para forro, na fabricação de peças (sancas, molduras p/ tetos, colunas e placas para composição de paredes e forros), chapas de gesso acartonado, construção de paredes divisórias, etc.	no processo de calcinação da gipsita, o gesso perde mais ou menos água que lhe conferirá qualidade diferente para diversos usos
Madeira	material orgânico, sólido, de composição complexa, onde predominam as fibras de celulose e hemicelulose unidas por lenhina.	utilizada para fins estruturais e de sustentação de construções, em revestimento de pisos e forros, em portas, janelas	Cedro, cedrinho, andiroba, envira, embuia, angelim, sucupira, freijó, maçaranduba, etc.
Massa corrida	material sintético composto por água, emulsão acrílica, pigmentos, coalescentes, espessantes, microbiocidas não metálicos e aditivos	revestimento final em paredes e tetos, antes da aplicação de tintas	-
Tijolo	Resultado da modelagem e queima da mistura de argilas, que apresenta alto teor de sílica $SiO_2 = 51,67\%$, óxido de alumínio $Al_2O_3 = 25,78\%$; óxidos corantes como Fe_2O_3 e TiO_2 , entre outros óxidos	elevação de alvenaria	a qualidade do tijolo depende das características da argila, com mais ou menos plasticidade e resistência

Fonte: Bauer(2007); Santos (2003); Vieira (2000)

Como foi apresentado, alguns materiais trazem em sua composição, a sílica em sua forma cristalina de α quartzo, tais quais, areia, argamassa, azulejo, brita, cerâmica, concreto e tijolo. Esses materiais quando utilizados, quer pelas atividades de manuseio e transporte ou pela atividade de manipulação, pela quebra ou corte com ferramentas, geram poeira que apresentam partículas de sílica cristalina de várias dimensões. Outros materiais não apresentam a sílica cristalina na sua composição, mesmo que possa aparecer como impureza, mas, não tem teor significativo para ser detectada como partícula suspensa no ar quando do manuseio ou manipulação destes materiais. É o caso da madeira, do gesso, da massa corrida e do ferro, que também geram poeira pelo manuseio e/ou manipulação, e quando detectadas em nível elevado são chamadas de poeiras incômodas.

As nocividades das partículas são estudadas, através das organizações nacionais e internacionais, com base em estatísticas epidemiológicas que têm a preocupação de relacionar onexo causal com as doenças do trabalhador. Nos capítulos seguintes serão apresentados as causas e os efeitos que essas poeiras podem causar ao trabalhador da construção civil.

3 SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Para Vilella et al. (1990), o trabalho e a saúde estão fortemente relacionados, já que o trabalho é uma atividade em que o indivíduo desenvolve para satisfazer suas necessidades, ou seja, para poder ter uma vida digna pela qual se desenvolvem as capacidades tanto físicas quanto intelectuais. Na busca desta satisfação pessoal, o homem muitas vezes não se preocupa ou não percebe o risco a que está exposto durante as suas atividades laborais. Podendo, muitas vezes, comprometer a sua integridade física através das doenças ocupacionais, lesões permanentes ou não e até a morte.

Este estudo pretende fazer a avaliação de risco do agente químico poeira, a que estão expostos os trabalhadores da construção civil. Para tanto, é importante a definição dos conceitos de perigo e risco, uma vez que a percepção destas situações pode ajudar na compreensão dos dados analíticos, deste estudo, e ajudar nas sugestões de medidas de controle.

Perigo e risco

Há quem não se dê conta do quão são diferentes esses dois termos: *perigo* e *risco*, principalmente, para a disciplina da segurança e saúde ocupacional, ou de uma forma geral, para a integridade física do indivíduo.

O conceito de perigo é definido nas normas BSI-OHSAS 18001 e BS 8800 como “fonte ou situação com potencial de provocar lesões pessoais, problemas de saúde, danos à propriedade, ao ambiente de trabalho, ou uma combinação desses fatores”. Essas mesmas normas também definem o conceito de risco como sendo “combinação da probabilidade e das conseqüências de ocorrer um evento perigoso”. Entende-se por estes conceitos que o perigo é algo que encontra-se em situação iminente de acidente e que pode causar danos, seja ele material ou físico (pessoal) e que risco é algo que pode ser diagnosticado, através de análises quantitativas e/ou qualitativas, e que tem possibilidade da ocorrência de acidente.

Segundo Arezes (2002), perigo é “uma propriedade intrínseca que se torna risco apenas se houver uma probabilidade quantificável de manifestação desse perigo” e que risco é “o produto do perigo pela probabilidade da sua ocorrência, ou na forma mais simples $RISCO = SEVERIDADE \times PROBABILIDADE$ ”. E, segundo Litai (1980) apud Arezes (2002), para

aferição quantitativa do risco é necessário que se conheça quantitativamente o grau de severidade e da probabilidade de ocorrência. Sendo o cálculo da probabilidade de mais fácil determinação, através de dados estatísticos e a severidade de mais complexa determinação. O autor apresenta algumas formas de quantificação da severidade, tais como:

- número de fatalidades (imediatas ou prolongadas),
- número de feridos,
- número de doenças,
- dias de trabalho perdidos,
- perdas econômicas por dano à propriedade,
- perdas financeiras (combinação total),
- redução na esperança de vida.

O reconhecimento de risco de acidentes já é motivo para que sejam realizadas avaliações quanto ao potencial deste risco, podendo esta ser de forma qualitativa, ou seja, apenas sendo identificadas no ambiente de trabalho ou quantitativas, quando pode-se dimensionar a extensão deste risco. E só a partir destas avaliações podem ser adotadas medidas de controle preventivamente. Na situação de perigo, por sua vez, não se faz necessário avaliações, pois a simples identificação da situação é grave e merece que sejam tomadas medidas corretivas para eliminar ou pelo menos isolar o perigo.

Nesta seção serão apresentadas fundamentações teóricas e conceitos sobre segurança e saúde do trabalho aplicado ao setor da construção civil, através da literatura nacional e internacional.

3.1 Conceitos sobre saúde e segurança do trabalho

Com a evolução da conscientização humana sobre temas de saúde e bem estar social, espera-se que os conceitos mais modernos sobre saúde e segurança de trabalho estejam atrelados a outros conceitos como o da qualidade, meio ambiente, aspectos sociais e culturais, assim como, todo e qualquer componente que defina a qualidade de vida do homem e da natureza.

O conceito de saúde tem sofrido alterações com o desenvolvimento de novos conceitos interligados às ciências humanas e sociais e varia de acordo com algumas implicações legais, sociais e econômicas dos estados de saúde e doença. Atualmente a definição mais difundida é

a da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2007a), onde, saúde é “um estado de completo bem-estar físico, mental e social, e não apenas a ausência de doença”. Assim a OMS foi a primeira organização internacional de saúde a preocupar-se com a saúde mental do indivíduo e não apenas pela saúde do corpo, apesar deste conceito gerar inúmeras críticas, pois, a expressão *um estado completo de bem-estar* faz com que a saúde seja algo ideal, inatingível e que não pode ser usado como meta pelos serviços de saúde.

Segundo Miguel (1998), o conceito de segurança é intrínseco ao ser humano individual ou socialmente considerado, portanto, o indivíduo para conquistar o estado completo de bem-estar, também precisa se sentir plenamente seguro.

Os aspectos jurídicos sobre segurança tiveram início na preocupação com a proteção de terceiros (vizinhança) dos riscos advindos das instalações e do funcionamento de estabelecimentos industriais. Posteriormente, o foco da segurança passou a ser a proteção do trabalhador, da sua vida e integridade física e moral. E finalmente, o conceito de segurança como sinônimo de prevenção, busca a antecipação e prevenção de todas as situações geradoras de efeitos indesejáveis nas atividades laborais, segundo Miguel (1998).

É importante o entendimento de outros conceitos que estão interligados à saúde como o conceito de higiene, que segundo a própria definição clássica de higiene industrial, é “a arte e a ciência do reconhecimento, da avaliação e do controle dos agentes químicos, físicos e biológicos”.

Segundo Miguel (1998), os conceitos de segurança e higiene dão subsídios à prevenção cujo objetivo principal reside na informação, no aconselhamento, na motivação e na coordenação de diretrizes para soluções a que se propõem. Desta forma a saúde passa a ser consequência desta prevenção.

3.2 Legislação

O preâmbulo da Constituição Federal (BRASIL, 1988), assegura o estado de direito do povo brasileiro da seguinte forma:

[...]para instituir um Estado Democrático, destinado a assegurar o exercício dos direitos sociais e individuais, a liberdade, a segurança, o bem-estar, o desenvolvimento, a igualdade e a justiça como valores supremos de uma sociedade fraterna, pluralista e sem preconceitos, fundada na harmonia social e comprometida, na ordem interna e internacional, com a solução pacífica das controvérsias[...]

As normas nacionais, referentes à segurança e saúde do trabalho, em sua grande maioria tiveram origem nas normas internacionais. Algumas das organizações que elaboram normas internacionalmente reconhecidas são: American Conference Governmental Industrial Hygiene (ACGIH), American National Standards Institute (ANSI), International Electrotechnical Commission (IEC/ANSI), National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Occupation Safety and Health Administration (OSHA), entre outras.

Assim, atualmente a hierarquia que assegura o direito à segurança e saúde do trabalhador brasileiro é garantida e definida pela Constituição Federal, através de leis, decretos lei, decretos e resoluções (BRASIL, 1988), pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) (BRASIL, 1943) e pelas Normas Regulamentadoras (NR) (BRASIL, 1978) com uma visão específica no foco deste estudo e definida na seguinte seqüência:

A Lei n. 6.514 de 22 de dezembro de 1977, BRASIL (1977) altera o Capítulo V, do Título II da CLT, aprovada pelo Decreto Lei n. 5.452 de 1 de maio de 1943, relativo à Segurança e Medicina do Trabalho. Esta lei foi um grande marco para a segurança e saúde do trabalhador brasileiro que entre outras disposições determina: que os órgãos nacionais, competentes na matéria de segurança e medicina do trabalho cumpram a função de estabelecer normas, coordenar, orientar, controlar e supervisionar a fiscalização e outras atividades relacionadas com a segurança e medicina do trabalho; a competência das Delegacias Regionais do Trabalho (DRT); as obrigações das empresas e as obrigações dos trabalhadores.

As norma regulamentadoras (NR), relativas à segurança e medicina do trabalho, foram aprovadas pela Portaria nº 3.214 de 8 de junho de 1978, BRASIL (1978), do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), conforme disposto no artigo 200, do Capítulo V, Título II da Lei nº 6.514. As normas regulamentadoras têm como objetivo principal, regras que visam a segurança e saúde do trabalhador e que devem ser cumpridas por todos os envolvidos em uma atividade laboral.

3.2.1 Norma regulamentadora (NR) nacional

Serão apresentados a seguir, os resumos das principais diretrizes das NR (BRASIL, 2005) mais importantes para o setor da construção civil e que são necessárias para o entendimento do tema em estudo.

NR 6

Define Equipamento de Proteção Individual (EPI) como “todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho”, e estabelece outras providências. Como por exemplo, o uso do EPI só será necessário quando:

- sempre que as medidas de ordem geral não ofereçam completa proteção contra os riscos de acidentes de trabalho ou de doenças profissionais e do trabalho;
- enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implantadas;
- para atender situações de emergência.

Com relação à contaminação por poeira, quando medidas de proteções coletivas não forem suficientes para minimizar o risco no ar em ambientes de trabalho, foi homologada a Instrução Normativa (I.N.) n.º 01 de 11 de abril de 1994, que estabelece o Regulamento Técnico sobre o uso de Equipamentos para Proteção Respiratória (EPR). Nestes casos, faz-se necessário a adoção das recomendações contidas no Programa de Proteção Respiratória, Seleção e Uso de Respiradores (PPR) (FUNDACENTRO, 2007a) e das Normas Brasileiras através do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (CONMETRO).

NR 7

Estabelece o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO) que tem como objetivo principal a promoção e preservação da saúde dos trabalhadores. Este programa tem caráter preventivo, de rastreamento e diagnóstico precoce dos agravos à saúde relacionados ao trabalho. Considera não só o indivíduo, mas também a coletividade de trabalhadores, para tanto, utiliza-se do instrumental clínico-epidemiológico para abordar a relação entre a saúde e o trabalho. Este programa deve ser elaborado por um médico do trabalho, mas deve também, estar articulado com outros programas tais como: PPRA, PCMAT, PPR entre outros. No caso deste estudo se constatado níveis de poeira comprometedores, o profissional de saúde responsável por este programa deve recomendar a implantação do programa de proteção

respiratória (PPR) e incluir, no PCMSO, alguns exames específicos para os trabalhadores em risco, tais como, Raio X do tórax e Espirometria.

NR 9

Estabelece o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) que tem como objetivo principal, a metodologia de ação que garante a preservação da saúde e integridade dos trabalhadores frente aos riscos dos ambientes de trabalho, e considera *riscos ambientais*, em seu item 9.1.5, “os agentes físicos, químicos e biológicos presentes em ambientes de trabalho que podem causar danos a saúde do trabalhador dependendo da sua natureza, concentração / intensidade e tempo de exposição ao agente”.

Os agentes ambientais que podem causar danos à saúde do trabalhador são identificados como:

- agentes físicos: ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes e radiações não ionizantes;
- agentes químicos: poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases, vapores, absorvidos pelo organismo humano por via respiratória, através da pele ou por ingestão;
- agentes biológicos: bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros.

O PPRA é um documento de ação contínua, um programa de gerenciamento que deve ser levado a sério pelas empresas e, sobretudo uma ferramenta de fiscalização para todos os interessados. Deve estar articulado com o disposto nas demais NR, em especial com a NR 7 que estabelece o PCMSO, com a NR 15 que estabelece as atividades e operações insalubres e com a NR 18 que estabelece o Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (PCMAT).

Ainda na NR 9 no seu item 9.3.6 é apresentado a definição do Nível de Ação (NA) como “o valor acima do qual devem ser iniciadas ações preventivas de forma a minimizar a probabilidade de que as exposições a agentes ambientais ultrapassem os limites de exposição”. Assim, o profissional de segurança e saúde do trabalho não deve achar que o risco estar controlado por estar abaixo do LT e sim basear-se nos NA para que medidas preventivas sejam tomadas antecipadamente. Para os agentes químicos o NA é o valor da metade dos

limites de exposição ocupacional considerados na NR 15, ou seja, quando atingir 50% do LT conforme alínea “a” do subitem 9.3.6.2 da NR 9.

NR 15

A NR 15 estabelece as atividades e operações insalubres. O Art. 189 da Lei 6.514 define as atividades e operações insalubres como sendo “aquelas que por sua natureza, condições ou métodos de trabalho, exponham os empregados a agentes nocivos à saúde quando estiverem acima dos limites de tolerâncias (LT), em função da natureza, intensidade do agente e tempo de exposição. No caso da contaminação ambiental por poeira, em sendo constatado insalubridade ou até mesmo índices maiores do NA, o programa de proteção respiratória (PPR) deve ser obrigatório e a sua implantação deve constar no PPRA e/ou PCMAT.

A NR 15 também estabelece os limites de tolerâncias (LT) que define a intensidade máxima ou mínima do agente presente no ambiente de trabalho e que não causará dano à saúde do trabalhador, decorrente de avaliações quantitativas. Os LT e grau de insalubridade para agentes químicos encontram-se nos anexos 11, 12 e 13 desta NR. Para efeito deste estudo, os agentes químicos a serem pesquisados encontram-se nos Anexos 12 e 13.

O Anexo 12 “Limites de Tolerância para Poeiras Minerais” apresenta os limites de exposição para três tipos de poeiras minerais com mostra o Quadro 4.

Quadro 4 – Limites de Tolerância do Anexo 12 da NR 15

Poeira mineral	Limite de tolerância
Asbesto	Fibras respiráveis de asbesto crisotila LT = 2,0 fibras/cm ³
Manganês e seus compostos	Poeira no ar LT = 5 mg/m ³ Fumos no ar LT = 1 mg/m ³
Sílica livre cristalizada	Poeira respirável LT = $\frac{8}{\% \text{ quartzo} + 2}$ Poeira total LT = $\frac{24}{\% \text{ quartzo} + 3}$

Fonte: BRASIL (1995)

O Anexo 13 “Agentes Químicos” determina o grau de insalubridade para agentes químicos (não especificados nos anexos 11 e 12) em decorrência de inspeção realizada no local de trabalho. É o caso da poeira de cal, cimento, gesso, massa corrida e outros, que pode chegar a ser considerada atividade com grau de insalubridade mínimo (10% de adicional no salário mínimo da região) dependendo da avaliação da exposição. Essa condição só existe se for comprovada a existência de grande quantidade de poeira e em tempo prolongado de exposição. O que seria mais provável acontecer nas fábricas ou distribuidores desses produtos.

Os limites de tolerância brasileiros foram baseados nas recomendações da ACGIH de 1974, corrigidos para jornada de trabalho de 48 horas semanais que permanecem até hoje. Para os agentes que não são contemplados pela legislação brasileira, devem-se utilizar os valores limites de exposição (TLV) correspondentes adotados pela ACGIH (Portaria n. 25 de 29 de dezembro de 1994) ou estabelecidos em negociação coletiva de trabalho desde que mais rigorosos do que os critérios técnicos legais estabelecidos, de acordo com alínea “c” do subitem 9.3.5.1 da NR 9.

NR 18

O Programa de Condições do Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (PCMAT) é um programa obrigatório do setor, em estabelecimentos que tenham 20 ou mais trabalhadores. É um programa específico deste setor, pois além de contemplar as exigências contidas no PPRA, determina uma dinâmica maior quanto aos projetos de proteções coletivas conforme as etapas de execução da obra. Também deve constar: o levantamento das condições e meio ambiente de trabalho, considerando os riscos de acidentes e doenças ocupacionais, assim como as medidas preventivas; cronograma de implantação das medidas preventivas; definição técnica das proteções coletivas e individuais a serem adotadas; layout inicial do canteiro com previsão da área de vivência e programa de treinamento sobre segurança e saúde ocupacional, com respectiva carga horária.

3.2.2 Normas técnicas nacionais

Serão apresentadas a seguir, as normas técnicas nacionais que foram estudadas para o desenvolvimento desta pesquisa.

MHA 01/D:1989 – Determinação quantitativa de sílica livre cristalizada por difração de Raio X realizada pela FUNDACENTRO/SP em 1989.

ABNT MB 3422:1991 – Agentes químicos no ar: coleta de aerodispersóides por filtração;

ABNT NBR 12543:1999 – Equipamentos de proteção respiratória: Terminologia.

NHO 03

É a norma de higiene ocupacional que trata da “Análise gravimétrica de aerodispersóides coletados sobre filtro de membrana (método de ensaio)” realizada pela FUNDACENTRO/SP em 2000.

NHO 07

É a norma de higiene ocupacional que trata da “Calibração de bombas de amostragem individual pelo método da bolha de sabão (procedimento técnico)” realizada pela FUNDACENTRO/SP em 2002.

NHO 08

É a norma de higiene ocupacional que trata da “Coleta de material particulado sólido suspenso no ar de ambientes de trabalho (procedimento técnico)” realizada pela FUNDACENTRO/SP em 2007.

3.2.3 Normas internacionais

A Organização Internacional do Trabalho (OIT) é uma organização que zela pelas relações e condições de trabalho. Tem como princípio fundamental promover proteção ao trabalhador, de forma que homens e mulheres possam desfrutar de um trabalho decente e produtivo, em condições de liberdade, equidade, segurança e dignidade (FUNDACENTRO, 2005). Segundo esta mesma instituição, a legislação é, sem dúvida, um meio essencial para o controle de um trabalho seguro, mas, diante às evoluções tecnológicas, deixa de ser suficiente para prever mudanças que acontecem dia a dia com processos de trabalho, máquinas, equipamentos e ferramentas. É necessário que as organizações também assimilem os princípios básicos da prevenção, mas de forma contínua, através de gestão estratégica dinâmica.

A OIT, através de organizações e institutos internacionais, elabora ou aprova normas e as publica em convenções que poderão ser aceita pelos países membros para serem adotadas. Algumas destas instituições são apresentadas a seguir:

NIOSH – National Institute for Occupational Safety and Health

O instituto NIOSH publicou em 1977 o manual estratégico para amostragem da exposição ocupacional “Occupational exposure sampling strategy manual” (NIOSH, 1977). E em 2003 realizou a quarta revisão do “NIOSH Manual of analytical methods (NMAM[®])” que trata dos métodos de análises para diversas substâncias (NIOSH, 2007), entre eles estão:

- Método NIOSH 0500/1994 – poeira total por gravimetria;
- Método NIOSH 0600/1998 – poeira respirável por gravimetria;
- Método NIOSH 7500/2003 – sílica livre cristalina por Difração de Raio X;
- Método NIOSH 7602/2003 – sílica livre cristalina por Espectrofotometria de Infravermelho;
- Método NIOSH 7400 – fibras por microscopia.

CEN – Comité Européen de Normalisation

Em 1993 este comitê publicou a norma CEN Standard EM-481/1993 sobre atmosfera do ambiente de trabalho “Workplace atmospheres: size fraction definitions for measurements of airborne particles in the workplace” e reconheceu a avaliação ambiental através das três frações: inalável, torácica e respirável.

ISO – Organization Institute of Standartzation

Em 1995 este instituto publicou a norma ISO Standart 7708/1995 “Air Quality: particle size fraction definitions for health-related sampling”, sobre a qualidade do ar e reconheceu a avaliação ambiental através das três frações: inalável, torácica e respirável.

AIHA – American Industrial Hygiene Association

Esta Associação, através do Comitê de Proteção Respiratória, propôs, em 1985, definições para alguns fatores de proteção dos respiradores (equipamentos de proteção respiratória), que visa a determinação do desempenho dos mesmos. Estas definições foram adotadas na NBR 12543. Em 1998, através de seus autores, publicou uma estratégia para avaliação e gerenciamento da exposição ocupacional em três etapas: conhecimento do ambiente de

trabalho; conhecimento da população exposta e o conhecimento dos agentes a serem pesquisados.

OSHA - Occupational Safety and Health Administration

É um órgão governamental do Department of Labor dos Estados Unidos da América criado em 1970 por uma Lei de Segurança e Saúde Ocupacional. Tem a missão de estabelecer e obrigar o uso de padrões que assegurem a segurança e saúde dos trabalhadores americanos. Como por exemplo, ser o órgão responsável pelo cumprimento dos Limites de Tolerância, estabelecidos pelo NIOSH, criar padrões de proteção e programas de segurança.

ACGIH – American Conference Governmental Industrial Hygiene

A ACGIH foi fundada em 1938 inicialmente com apenas dois higienistas representantes das agências governamental americana. E, a partir de 1946, passou a congrega higienistas do mundo todo. Seu objetivo principal é o desenvolvimento de temas importantes na área da higiene ocupacional, visando fornecer informações críticas e recomendações práticas, através de comitês específicos. O comitê que trata dos limites de exposição para os agentes químicos “Threshold Limit Value – for Chemical Substances Committee” recomenda valores guias de orientação para os agentes químicos conhecidos como Threshold Limit Value, através da análise de dados publicados na literatura científica.

O índice TLV-TWA (Threshold Limit Value – Time Weighted Average ou Valor Limite de Exposição – Média Ponderada pelo Tempo) é adotado para poeiras minerais, que por definição é a “concentração média ponderada pelo tempo para uma jornada normal de oito horas diárias e quarenta horas semanais, à qual a maioria dos trabalhadores pode estar repetidamente exposta, dia após dia, sem sofrer efeitos adversos à saúde”. Os limites de exposição foram estabelecidos com base na relação de efeitos à saúde e no tempo de exposição avaliado em experiências industriais, experiências em humanos e em animais, ou quando possível, uma combinação dessas três (ACGIH, 2008).

A definição técnica do TLV sugere que os limites de exposição não são aplicados a todos os trabalhadores, uma vez que há variação de suscetibilidade para cada indivíduo. Assim, uma parcela de trabalhadores poderá apresentar problemas de doenças com exposição igual ou até menor que o recomendado pelo TLV. Portanto, os TLV podem ser considerados como um referencial na relação entre a exposição e o efeito, exposição esta considerada aceitável.

Quanto aos limites de tolerância (LT) estabelecidos pela legislação, estes não distinguem os indivíduos e se aplicam a todos os trabalhadores, garantindo que não haverá dano ao trabalhador se o LT não for ultrapassado (GRUENZNER, 2003).

Deve-se perceber que os limites de exposições estabelecidos foram baseado em evidências científicas, mas segundo Vogel (1995), esses limites apresentam limitações devido a não considerar fadiga do trabalho noturno, do trabalho que depende da condição física do indivíduo, da capacidade de resistência do organismo e não consideram os problemas que representam as diferentes possibilidades de combinações de exposição. Afirma também, que exposições múltiplas, através dos agentes químicos e/ou físicos, são pouco estudadas.

Se for considerado que o limite de exposição ainda não é fator determinante para se estabelecer concentração segura de exposição em ambientes de trabalho, há de ser adotado o nível de ação (NA) como parâmetro mais seguro.

Como os limites de exposição TLV-TWA foram estabelecidos para jornadas de 40 horas semanais, Soto et al. (1991) sugere a aplicação da fórmula de Brief & Scala, definida na Equação 3.1, para jornadas de trabalho acima de quarenta horas semanais.

$$FR = \frac{40}{h} \times \frac{168 - h}{128} \quad (3.1)$$

Onde: FR – fator de redução

40 = jornada de trabalho de referência (horas)

168 = número de horas totais em uma semana (24 horas x 7 dias = 168)

128 = tempo de não exposição durante a semana (168 - 40 horas)

h = tempo da jornada real (horas)

Até 2005 a ACGIH manteve o valor do TLV para a sílica cristalina, nas formas de α -quartzo e cristobalita, de 0,05mg/m³. No entanto, a partir de 2006 a ACGIH passou a recomendar um único valor de TLV de 0,025mg/m³ para a sílica cristalina nas formas do α -quartzo e da cristobalita, devido a associação bem estabelecida entre a poeira desses minerais, a silicose e as concentrações de massa respirável além das suspeitas que estas formas de sílica podem causar câncer de pulmão (ACGIH®, 2006).

A ACGIH mantém o mesmo critério da fração respirável para a coleta de outras poeiras definidas como tendo efeitos adversos sobre os pulmões, como, por exemplo, a poeira de caulim, de talco, de óxido de ferro, de grafite, de micas e de carvão. Para outras substâncias químicas e para Partículas (insolúveis ou de baixa solubilidade) Não Especificadas de Outra Maneira (PNOS), e com limite de exposição ocupacional não estabelecido, a ACGIH adota os valores guia de $10\text{mg}/\text{m}^3$ para a fração inalável e $3\text{mg}/\text{m}^3$ para a fração respirável (ACGIH, 2008).

Portanto, para efeito deste estudo, o Quadro 5 apresenta os índices recomendados pela ACGIH, para os particulados em questão.

Quadro 5 – Limites de Exposição recomendados pela ACGIH

POEIRA MINERAL	TLV-TWA / VALOR GUIA
Sílica cristalina (α -quartzo e cristobalita)	Poeira Respirável = $0,025\text{ mg}/\text{m}^3$
PNOS (valor guia)	Poeira Respirável = $3\text{ mg}/\text{m}^3$ Poeira Inalável = $10\text{ mg}/\text{m}^3$
Poeira de MADEIRA	Poeira Inalável = $0,5\text{ mg}/\text{m}^3$ (para Cedro Vermelho do Oeste) Poeira Inalável = $1,0\text{mg}/\text{m}^3$ (para todas as espécies)

Fonte: ACGIH (2008)

3.3 Sistema de gestão em segurança e saúde do trabalho (SGSST) aplicado à construção civil

A indústria da construção civil apresenta aspectos peculiares ao seu processo produtivo, pois, conforme Barkokébas Júnior; Vêras; Costa Filho (2003), os principais fatores que interferem diretamente no controle dos riscos de acidente são: tamanho das empresas, diversidade das obras, mudança constante do ambiente de trabalho e rotatividade de mão-de-obra entre as empresas. Devido a estes fatores, o gerenciamento de segurança nos canteiros de obras é realizado, quando muito, de forma pontual buscando atender aos requisitos normativos, sem a existência de um sistema de padronização dentro da empresa. Dessa forma, as soluções são aplicadas em cada canteiro, não existindo padronização e aplicação aos outros canteiros, até mesmo, de uma mesma empresa (BARKOKÉBAS JÚNIOR et al., 2004). Com base nestas informações, pode-se confirmar a necessidade da adoção de estratégias de gerenciamento que

explore as interfaces da segurança com a gestão da produção (SAURIN; GUIMARÃES, 2002, apud BARKOKÉBAS et al., 2006).

Com o objetivo de prevenir e proteger os trabalhadores contra riscos de acidentes, doenças, incidentes e óbitos no ambiente de trabalho, medidas de controle devem ser adotadas, além de implantação de sistemas de qualidade que vise atender os requisitos da segurança e saúde do trabalho, como é o caso do sistema de gestão em segurança e saúde do trabalho (SGSST). Como de fato foi visto anteriormente, a NR 18 através do programa de condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção (PCMAT) tem por objetivo a implementação de medidas de controle e de sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho.

O uso de um modelo de SGSST permite o conhecimento das características do setor, possibilitando o direcionamento de investimentos de programas e sistemas eficazes na área de segurança do trabalho, na busca de vantagens econômicas, de dever moral e social com os trabalhadores. Uma ferramenta para o desenvolvimento e avaliação de um SGSST pode ser apoiada através do “Método de avaliação e controle dos riscos para a construção civil” (BARKOKÉBAS JR. et al., 2004) que com monitoramento em campo, identifica ocorrências DES (situações em desacordo com a legislação) e GIR (situações de grave e iminente risco) para relacionar os custos destas ocorrências, através de uma simulação de penalização de acordo com a NR 28, com benefícios da prevenção. Outra ferramenta é o Programa de gerenciamento de riscos (PGR), da norma genérica canadense CSA-Q850 para gerenciamento de riscos, elaborada pela Canadian Standards Association (CSA), aplicável a qualquer tipo de risco podendo este ser ambiental, de propriedade ou relacionado à segurança e saúde do trabalho. O princípio desta norma é a descrição de todo o processo produtivo e suas etapas para que através do reconhecimento, análise, avaliação e comunicação possam ser tomadas medidas de controle.

Um programa de SGSST quando implantado em uma organização, também deve obedecer aos princípios da qualidade, universalmente aceitos através das normas ISO 9000, principalmente: *envolvimento das pessoas* (significa envolver todas as pessoas da organização, pois representam a sua essência e o seu total envolvimento possibilita que suas habilidades sejam usadas para o benefício da organização); *abordagem de processo* (um resultado desejado é alcançado mais eficientemente quando as atividades e os recursos relacionados são

gerenciados como um processo); *abordagem sistêmica para gestão* (identificar, compreender e gerenciar os processos inter-relacionados como um sistema único); *decisão baseada em fatos* (obter decisões eficazes baseadas na análise de dados e informações) e *melhoria contínua* (o desempenho global da organização deve ser um objetivo permanente).

Com esta intenção, a Secretaria Internacional do Trabalho, da OIT, publicou as diretrizes sobre sistemas de gestão da segurança e saúde no trabalho, conhecida como ILO-OSH 2001. Este documento foi produzido pela OIT através de seus constituintes tripartite, ou seja, representantes internacionais de governos, empresas e trabalhadores, de acordo com princípios acordados internacionalmente. A forma tripartite de tomada de decisão gera força, flexibilidade e bases adequadas para o desenvolvimento de medidas sustentáveis por todos os envolvidos (FUNDACENTRO, 2005).

Segundo as diretrizes da ILO-OSH 2001, a implantação de um programa de sistema de gestão de segurança e saúde do trabalho numa organização deve observar os seguintes elementos:

- *Política da empresa em relação à SST*, a aceitação e a definição por parte do executivo das organizações, é sem dúvida a primeira etapa de um processo de gestão. Deve prever a segurança e saúde de todos os membros da organização, cumprir os requisitos da legislação nacional em vigor, garantir a participação dos trabalhadores em todos os elementos de gestão da SST e melhoria contínua do sistema de gestão da SST implantado;
- *Organização*, definição da estrutura necessária para implantação de um programa com: responsabilidade e obrigação de prestar contas; competência e capacitação para identificar, eliminar ou controlar os riscos e perigos; elaboração da documentação do sistema de gestão da SST, assim como a manutenção atualizada desta; propósito para assegurar a comunicação interna e externa relativas à SST;
- *Planejamento e implementação*, escopo principal para as ações que deverão ser realizadas através de um diagnóstico inicial, planejamento para o desenvolvimento e implementação de todos os elementos do sistema de gestão da SST, definição de objetivos mensuráveis de SST, identificação e avaliação de medidas de prevenção e controle;
- *Avaliação*, representa o diagnóstico atual da organização e é necessário para tomada de decisões e de planejamentos futuro e deve constar de: monitoramento e medição do

desempenho, investigação de acidentes e incidentes e seus impactos no desempenho da segurança e saúde do trabalhador, realização de auditorias periódicas do sistema de gestão implantado e análise crítica pela administração;

- *Ação para melhorias*, com base nas avaliações, providências devem se tomadas através de ação preventiva e corretiva para o estabelecimento da melhoria contínua do sistema de gestão da SST.

A implantação de um SGSST ou um PGR, não significa que o risco de acidentes ou de doenças ocupacionais esteja resolvido, mas garante que os riscos estão sendo monitorados e avaliados permanentemente, visando mantê-los em níveis aceitáveis.

Com base nas Diretrizes da Organização Internacional do Trabalho (OIT) sobre Sistemas e Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho, Lago (2006), desenvolveu seu estudo em uma empresa de construção civil que atua no estado de Pernambuco e propôs um modelo de SGSST que foi implantado, aplicado e monitorado entre os anos de 2004 e 2006. O resultado deste estudo foi uma significativa redução das situações de riscos de acidentes. Assim espera-se que empresas passem a acreditar, segundo a autora, “que a competitividade e o lucro não são os elementos fundamentais para a sua organização e demonstram através da busca da melhoria contínua de seus processos a preocupação com as questões da segurança do ambiente de trabalho”. Ainda, cria-se então uma nova cultura, através de ações preventivas, com a certeza que um SGSST pode trazer melhorias ao sistema produtivo com produtividade.

Na Região Metropolitana do Recife medidas preventivas vêm sendo tomadas, há mais de dez anos, através do programa Campanha de Prevenção de Acidentes do Trabalho na Indústria da Construção Civil do Estado de Pernambuco com ações preventivas e de monitoramento dos aspectos de segurança e higiene do trabalho em canteiros de obra, realizados por estagiários do SINDUSCON/PE em parceria com o Laboratório de Segurança e Higiene do Trabalho da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco. Esse monitoramento é feito através de um check-list e de observações em campo. Também são realizados treinamentos, campanhas de conscientização e disseminação de informações nos canteiros de obra. O resultado deste trabalho é percebido pela redução significativa dos números de não conformidades, referentes a NR 18, dentro dos canteiros de obra e da queda de posição do setor da construção em número de acidentes do trabalho desde 1997, onde situava-se no terceiro lugar e passou para a sétima posição em 2006.

Portanto, é de suma importância investimentos em programas de gestão que visem um processo de melhoria contínua em segurança e saúde do trabalhador, como sugerido pelo ILO-OSH 2001. Investimentos em capacitação, treinamento, educação, higiene e saúde ajudam no crescimento profissional e pessoal, com melhoria da auto-estima ajudando a preservar a integridade física e mental dos trabalhadores.

4 A POEIRA COMO AGENTE QUÍMICO

O ambiente de trabalho compreende todo e qualquer espaço que o trabalhador ocupa durante a sua jornada de trabalho. Além das condições materiais e de conforto ergonômico experimentadas, a qualidade do ar que se respira é, sem dúvida, um dos aspectos vitais de relevância para o indivíduo e precisa ser monitorado para evitar as chamadas doenças respiratórias.

Segundo Saliba (2007), o sistema respiratório dos animais foi desenvolvido em ambiente que já possuía partículas em suspensão e, portanto, sendo possível eliminar inofensivamente certa quantidade de partículas presentes. O problema consiste quando essas partículas são inspiradas em velocidade que o sistema respiratório não consegue eliminá-las, devido à concentração elevada e ao tempo de exposição.

A poeira faz parte do grupo de *agentes ambientais* estudados pela higiene ocupacional, que trata do problema agindo na fonte causadora, para saber quais os agentes prejudiciais presentes no ambiente de trabalho, ou seja, se existem riscos à saúde para que sejam adotadas ações corretivas. Dessa forma trata-se não só a doença, afastando o trabalhador para tratamento de saúde, mas principalmente, a causa básica fundamental que é a exposição em ambiente contaminado. Esses contaminantes são os chamados agentes químicos encontrados na forma de gases, vapores e de aerodispersóides que se mantêm em suspensão no ar, contaminando o ambiente, diminuindo a eficiência e produtividade, provocando desconforto e, sobretudo, alterações na saúde dos trabalhadores através das doenças profissionais com incapacitação e até a morte (BREVIGLIERO et al., 2006).

De acordo com a NR 9, os agentes químicos são: poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases, vapores, e podem ser absorvidos pelo organismo humano através das vias respiratórias, pela pele ou por ingestão. Estes agentes estão dispersos na atmosfera e também são chamados de aerodispersóides.

Os aerodispersóides são definidos como partículas sólidas ou líquidas que estão suspensas em meio gasoso por tempo suficiente para serem observados ou medidos, cujo tamanho das partículas varia na faixa de 0,001 à 100 μm (WILLEKE et al., 1993).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) define poeira como “partículas sólidas, variando em tamanho de 1µm até 100 µm, no mínimo, que podem estar ou tornar-se dispersas no ar, dependendo da sua origem, características físicas e condições ambientais” (OMS, 2007b).

Por definição os aerodispersóides são produtos indesejáveis ao homem e ao meio ambiente. E isto se agrava quando passa a ser rotina no ambiente de trabalho. Este estudo se propõe a estudar apenas a poeira. Os outros aerodispersóides também podem ser encontrados em canteiros de obra dependendo dos materiais utilizados e dos métodos de aplicação.

Segundo Saliba (2007) os aerodispersóides podem ser subdivididos conforme a sua formação, de acordo com o Quadro 6.

Quadro 6 – Tipos de aerodispersóides

Aerodispersóides Líquidos	Aerodispersóides Sólidos
Névoa (originado pela ruptura mecânica)	Poeira (originado pela ruptura mecânica)
Neblina (originado pela condensação)	Fibra (originada pela ruptura mecânica)
	Fumo metálico (originado pela condensação)

Fonte: Saliba (2007)

E, segundo o mesmo autor, os diversos aerodispersóides são assim definidos:

Poeira – “são partículas sólidas produzidas por ruptura mecânica de um sólido, seja pelo simples manuseio (limpeza de bancadas), seja em consequência de uma operação mecânica (trituração, moagem, peneiramento, polimento, dentre outras)”. Alguns exemplos são partículas originadas por: exploração de minérios, perfuração de rochas, peneiramento de areia, corte de madeira por serra e lixamento de concreto.

Névoas e neblinas – “são partículas líquidas, produzidas por uma ruptura mecânica de líquido ou por condensação de vapores de substâncias que são líquidas à temperatura ambiente” Alguns exemplos são: névoa de tinta resultante de pintura à pistola, vapores de substâncias voláteis.

Fibras – “são partículas sólidas produzidas por ruptura mecânica de sólidos que diferenciam das poeiras porque tem forma alongada, com um comprimento de 3 a 5 vezes superior a seu

diâmetro. Alguns exemplos são: fibra animal (lã, seda, pelo de cabra e camelo); fibra vegetal (algodão, linho, cânhamo) e fibra mineral (asbesto, vidro, cerâmica).

Fumos – “são partículas sólidas resultante da condensação de vapores ou reação química, geralmente após a volatilização de metais fundidos”. Alguns exemplos são: fumos de chumbo (pontamento de arames) e fumos de zinco (galvanoplastia).

4.1 Classificação da poeira

As partículas dispersas no ar dos ambientes de trabalho possuem características físicas diversas, uma vez que dependem da sua origem e das condições ambientais. E, para efeito de avaliações quanto à saúde, estão relacionadas, de forma simplificada, ao tamanho, forma e estrutura cristalina e também à associação de algum elemento ou composto químico disperso neste ambiente. No entendimento de Friedlander (1970), a análise da descrição completa das características da poeira deve incluir a determinação da sua composição química, análise morfológica e do tamanho de cada partícula, assim como, a determinação da quantidade de partículas em função de seus tamanhos. Entretanto, o estudo detalhado das características da poeira se torna complexo, visto que, a determinação das características físico-químicas são medidas separadamente, com metodologias bem distintas (EPA, 2004).

Com relação à natureza e o grau de probabilidade de ocorrência de doenças em situações de exposição a poeiras, que entram no organismo através das vias respiratórias, Vincent (1994) (apud SANTOS, 2001), afirma que depende da combinação de muitos fatores, e entre os principais estão:

- a distribuição de tamanho de partículas (que define onde a poeira é depositada);
- a concentração de poeira no ambiente (que define quanto de poeira é depositada);
- a forma e reatividade das partículas (que definem o destino subsequente e as respostas biológicas pelo contato com tecidos vulneráveis do organismo).

Portanto, diversas são as composições químicas, formas e tamanhos que precisam ser estudados. A seguir estão algumas formas de classificação de poeira.

4.1.1 Quanto ao tamanho e deposição das partículas

De todos os fatores usados para avaliação do material particulado suspenso no ar em ambientes de trabalho, o tamanho das partículas é considerado o fator primário para determinar o risco à saúde apresentado pelas poeiras, uma vez que a ele estão relacionados à penetração e aos mecanismos de retenção das partículas no sistema respiratório. Outro fator importante é a determinação da concentração de poeira que define a tolerância no organismo. Esses dois parâmetros são mais usados para definição da maioria dos particulados que não tem toxicidade ainda determinada. No entanto, para caracterização dos efeitos da poeira que contém sílica, cuja toxicidade já é comprovada, outros fatores físicos são considerados tão importantes quanto a definição do tamanho das partículas, como a estrutura cristalina e as propriedades da superfície das partículas.

Existem três frações de tamanho de partículas, consideradas também, para classificação dos efeitos da poeira sobre a saúde em relação à região de deposição no trato respiratório. E são definidas de acordo com sua penetração nos diferentes níveis do sistema respiratório. Segundo Santos (2001), para melhor compreensão das frações de partículas, o trato respiratório pode ser dividido em regiões consideradas bases anatômicas para identificação das frações de partículas relevantes, como mostra o Quadro 7. Também serve como base para especificação na construção de instrumentos de amostragem e definição de limites de exposição para amostragem.

Quadro 7 – Divisão do trato respiratório pelo mecanismo de deposição das partículas

Região	Estruturas anatômicas	Localização	Doenças relacionadas
Vias aéreas Superiores (fração inalável, entrada pelo nariz e boca)	Nariz Boca Nasofaringe Orofaringe Laringofaringe Laringe	Extratorácica	Irritação do septo nasal, laringe e faringe Câncer de faringe Câncer de laringe
Região traqueobronquial (fração torácica, penetração além da laringe)	Traquéia Brônquios Bronquíolos	Torácica (pulmonar)	Broncoconstrição Bronquite crônica Câncer bronquial
Região de troca de gases (fração respirável, penetração além dos bronquíolos)	Bronquíolos respiratórios Dutos alveolares Sacos alveolares Alvéolos	Alveolar	Pneumoconioses Efisema Alveolite Câncer pulmonar

Fonte: Santos (2001)

A fração inalável consiste nas partículas que ingressam no trato respiratório, pelas vias aéreas superiores. A fração torácica inclui partículas que passam pela laringe e alcançam as vias aéreas intra-torácicas e a região de troca gasosa. A fração respirável consiste nas partículas da fração torácica que penetram além dos bronquíolos terminais e se depositam nos alvéolos, região da troca de gases dos pulmões.

De fato, o conhecimento do tamanho das partículas determina a inalabilidade (fração em massa que realmente entra pela boca e nariz durante a inalação) e a região de deposição das partículas (SANTOS, 2001), daí a importância da determinação do tamanho das partículas para permitir o conhecimento do risco ocupacional oferecido pelos aerodispersóides inalados.

A Figura 1 apresenta de forma esquemática e ilustrativa a deposição das partículas, no sistema respiratório humano, e sua correspondência com as frações inalável, torácica e respirável com seus respectivos diâmetros aerodinâmicos.

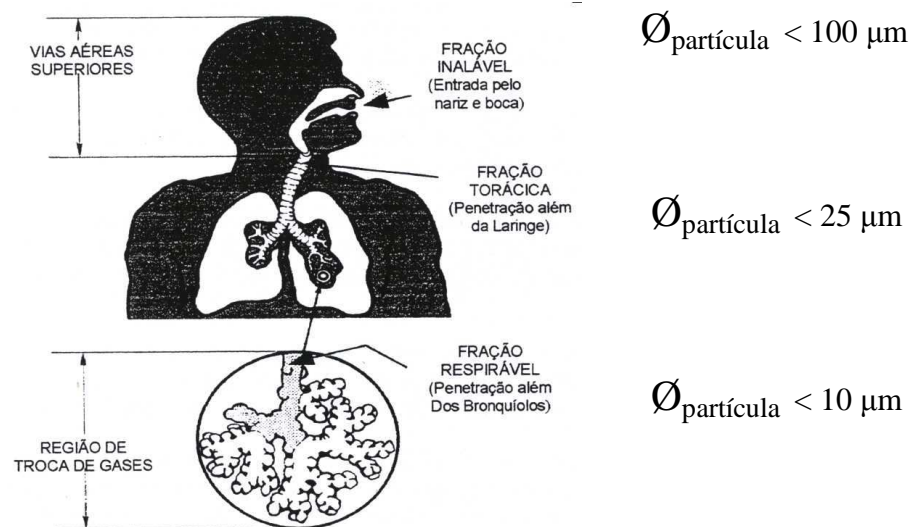


Figura 01 – Local de deposição das partículas no sistema respiratório humano
Fonte: Phalen (1985)

Sabe-se que partículas dispersas no ar de origens diversas não possuem diâmetros esféricos perfeitos. As partículas se apresentam sob diversas formas e por isso seria impreciso atribuir-lhes valores semelhantes de dimensões. Com a intenção de padronizar as diversas formas e dimensões das partículas foi desenvolvido o conceito de diâmetro aerodinâmico equivalente. A norma brasileira ABNT MB-3422 (1991), define diâmetro aerodinâmico equivalente como “o diâmetro de uma partícula de formato esférico e de densidade unitária, que tem a mesma velocidade de

sedimentação no ar de uma partícula de formato e densidade arbitrários”, assim compreende-se que as diversas formas de partículas comportam-se de forma semelhante.

Considerando os diferentes tamanhos de partículas, que podem ser encontrados no ambiente, sua deposição e efeitos no organismo, verifica-se a importância da determinação da massa de cada fração para definição das características da poeira. Segundo Santos (2001), as organizações ACGHI (1993), International Standards Organization (ISO, 1991) e o Comité Européen de Normalisation (CEN, 1991) adotaram convenções de amostragem cumulativas de particulados, definindo a porcentagem em massa representativas dos tamanhos de partículas em cada fração (inalável, torácica e respirável). E a partir destas convenções, em 1993 foi adotado um protocolo internacional para definição das três frações de tamanho que caracteriza o material particulado disperso no ar, que ficou conhecido por *ACGIH/ISO/CEN convention* ou *Soderholm convention*, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Porcentagens em massa de poeira, para cada tipo de fração, adotadas pela ACGIH, ISO e CEN

INALÁVEL		TORÁCICA		RESPIRÁVEL	
Diâmetro (μm) aerodinâmico das partículas	Massa de Particulado Inalável (MPI) (%)	Diâmetro (μm) aerodinâmico das partículas	Massa de Particulado Torácico (MPT) (%)	Diâmetro (μm) aerodinâmico das partículas	Massa de Particulado Respirável (MPR) (%)
0	100	0	100	0	100
1	97	2	94	1	97
2	94	4	89	2	91
5	87	6	80,5	3	74
10	77	8	67	4	50
20	65	10	50	5	30
30	58	12	35	6	17
40	54,5	14	23	7	9
50	52,5	16	15	8	5
100	50	18	9,5	10	1
		20	6		
		25	2		

Fonte: Santos (2001)

Com base no que já foi apresentado, verifica-se que as frações torácica e respirável, são sub-frações da fração inalável, ou seja, a fração inalável é constituída por partículas com diâmetro aerodinâmico na faixa de 0 à 100 μm , e as frações torácica e respirável por partículas com diâmetro aerodinâmico na faixa de 0 à 25 μm e de 0 à 10 μm , respectivamente. Pela tabela 1, observa-se que 50% da massa de poeira pertencentes à fração inalável, tem diâmetro

aerodinâmico de até 100 μ m, de até 10 μ m pertencentes à fração torácica e de até 4 μ m pertencentes à fração respirável.

A seguir, serão apresentados alguns conceitos de particulados assim como a definição de seus diâmetros aerodinâmicos, de acordo com a recente norma de higiene ocupacional, NHO 08, “Coleta de material particulado sólido suspenso no ar de ambientes de trabalho” que define as três frações de tamanho para a coleta de material particulado sólido, da FUNDACENTRO (2007) que teve como referência a convenção *ACGIH/ISO/CEN*.

Material particulado – “partículas sólidas produzidas por ruptura de um material originalmente sólido, suspensas ou capazes de se manterem suspensas no ar”.

Particulado inalável – “é a fração de material particulado suspenso no ar, constituída por partículas de diâmetro aerodinâmico menor que 100 μ m, capaz de entrar pelas narinas e pela boca, penetrando no trato respiratório durante a inalação. É apropriada para avaliação do risco ocupacional associado com os materiais suspensos no ar que exercem efeito adverso quando depositados no trato respiratório como um todo”.

Particulado torácico – “é a fração de material particulado suspenso no ar, constituída por partículas de diâmetro aerodinâmico menor que 25 μ m, capaz de passar pela laringe e entrar pelas vias aéreas superiores e penetrar nas vias aéreas dos pulmões. É apropriada para avaliação do risco ocupacional associado com os materiais suspensos no ar que exercem efeito adverso quando depositados nas regiões traqueobronquial e de troca de gases”.

Particulado respirável – “é a fração de material particulado suspenso no ar, constituída por partículas de diâmetro aerodinâmico menor que 10 μ m, capaz de penetrar além dos bronquíolos terminais e se depositar na região de troca de gases dos pulmões, causando efeito adverso nesse local”.

Particulado total – “é o material suspenso no ar coletado em porta-filtro de poliestireno de 37 mm de diâmetro, de três peças, com face fechada e orifício para a entrada do ar de 4 μ m de diâmetro, conhecido como cassete. A coleta de particulado total deve ser utilizada somente quando não houver indicação específica para coleta de particulado inalável, torácico ou respirável”.

4.1.2 Quanto ao efeito no organismo

Comprovada a importância do conhecimento da deposição das partículas no trato respiratório, Saliba (2007) classifica a poeira quanto ao efeito no organismo, como mostra o Quadro 8.

Quadro 8 – Tipo de poeira quanto ao efeito no organismo

Tipo de Poeira	Efeitos no organismo	Tipos de agentes / doença
Pneumoconiótica	Pode provocar algum tipo de pneumoconiose	Sílica / silicose Asbesto / asbestose Algodão / bissinose, etc.
Tóxica	Pode provocar enfermidade tanto por inalação quanto por ingestão	Chumbo, mercúrio, arsênico, cádmio, manganês, cromo, entre outros metais
Alérgica	Pode causar algum tipo de processo alérgico	Poeira de resina epóxi e algumas poeiras de madeira
Inerte	Pode produzir enfermidades leves e reversíveis como, bronquites e resfriados	Sílica em concentração menor do que 1,0% e não conter asbesto

Fonte: Saliba (2007)

Segundo Brevigliero et al. (2006), o sistema respiratório humano possui proteção à poeira com diâmetro maior que $10\mu\text{m}$ e não possui proteção para aquelas com diâmetro menor do que $10\mu\text{m}$. A poeira com diâmetro menor do que $0,5\mu\text{m}$ geralmente são reexaladas. Portanto, a faixa de poeira dita mais perigosa para o organismo humano tem diâmetro de $0,5 - 10\mu\text{m}$, para o qual o organismo não possui proteção.

A seguir, de acordo com Saliba (2007) serão relacionados alguns agentes químicos mais importantes, que são encontrados em ambientes de trabalho.

Sílica

A sílica (SiO_2) constitui a maior parte da crosta terrestre. Segundo Algranti (2003), a sílica representa algo em torno de 60% em peso de toda crosta terrestre, podendo ser encontrada na sua fórmula simples ou combinada com outros óxidos na forma de silicatos. A sua fórmula química permite a formação de estruturas cristalizadas diferentes produzindo diferentes tipos, assim pode apresentar-se em forma de quartzo, cristobalita, tridimita e amorfa. Sua nocividade depende da sua forma, ou seja, a sílica cristobalita e a tridimita possuem maior potencial fibrinogênico do que o quartzo e a sílica amorfa e fundida são menos nocivas do que a cristalizada. Ocorrência: a presença de sílica em ambientes de trabalho é abundante em

diversos ramos de atividade onde haja matérias-primas de origem mineral, tais como: construção civil, fundição, indústria de refratários, siderúrgicas, mineração, entre outros.

Asbesto

São fibras de minerais silicatos do gênero anfibólio (denominação comum a um grupo de silicatos bastante complexos provenientes de rochas ígneas). A exposição ocupacional ao asbesto se dá principalmente nas indústrias de fabricação de telhas, chapas, caixas d'água, na confecção de roupas para bombeiros e pilotos de carro de corrida, entre outros.

Algodão

São fibras vegetais e sua exposição ocupacional está relacionada à fabricação de tecidos assim como na indústria de confecção.

Caulim

É um tipo de argila branca refratária. A exposição ocupacional à poeira de caulim ocorre principalmente na sua mineração, ou seja, na extração e no beneficiamento.

Madeira

Considera-se poeira de madeira qualquer tipo de particulado em suspensão devido ao manuseio da madeira. A exposição ocupacional da poeira de madeira é mais relacionada a confecção de móveis, operações com serra circular, operações de desengrosso, plaina, tupia e lixadeira; em indústria de reflorestamento e fabricação de celulose; na construção civil; entre outros.

Grãos

A exposição ocupacional à poeira de grãos é decorrente da produção e manuseio de grãos como trigo, milho, cevada e tantos outros cereais. Esta ocupação ocorre na agricultura, portos e locais de armazenamento.

Partículas não especificadas de outra maneira (PNOS)

Para estas partículas, não há evidências de efeitos tóxicos específico. Eram chamadas no passado de partículas incômodas. No entanto, em altas concentrações essas partículas têm sido associadas a uma condição ocasionalmente fatal conhecida como proteinase alveolar. E, em baixas concentrações, atrapalham a eliminação de partículas tóxicas do pulmão. Por isso,

não podem ser consideradas “biologicamente inertes”, pois são potencialmente tóxicas e não podem ser consideradas “não prejudiciais” em qualquer concentração de exposição (TORLONI, 2003). Por isso, a ACGIH, através do Comitê dos TLV para substâncias químicas recomendam o valor guia de 10 mg/m^3 para particulado inalável total, e o valor de 3 mg/m^3 para particulado inalável respirável, até que seja estabelecido um limite de exposição (TLV), para uma determinada substância. De acordo com ACGIH (2008), o critério para as partículas serem consideradas PNOS é que:

- não tenham um limite de exposição (TLV) aplicável;
- sejam insolúveis ou fracamente solúveis em água (ou preferencialmente, nos fluidos do pulmão, se houver dados disponíveis);
- tenham baixa toxicidade (isto é, não sejam citotóxicas, genotóxicas, ou quimicamente reativas de outra forma com tecido pulmonar, e não emitam radiação ionizante, causem imunossensibilização, ou outros efeitos tóxicos que não seja a inflamação ou o mecanismo de sobrecarga pulmonar).

Algumas pneumoconioses provocadas pelas partículas PNOS podem provocar depósitos opacos nos pulmões, mas não provocam reações nos tecidos pulmonares, a não ser que a exposição seja em altas concentrações. Também, essas pneumoconioses são potencialmente reversíveis (TORLONI, 2003).

Partículas metálicas

São partículas sólidas na forma de fumos ou poeiras proveniente de metais, cuja exposição ocupacional de poeiras pode ocorrer em: mineração, operações de rebarbação de peças metálicas, fabricação de baterias. A exposição ocupacional dos fumos metálicos é mais freqüente nas operações de soldagem, fundição, nas aciarias, dentre outras. A névoa de tinta, proveniente de operação com pistola, pode conter pigmentos metálicos como o de chumbo e cromo.

Negro de fumo

É um pó escuro, obtido da fuligem ou da combustão. A exposição ocupacional à poeira do negro de fumo ocorre com maior freqüência na fabricação de borracha.

Na construção civil evidencia-se a ocorrência de algumas destas poeiras: sílica, asbesto (hoje muito raro devido à legislação), madeira, PNOS e partículas metálicas.

4.2 Doenças relacionadas à poeira

De acordo com o Manual Merck (2007), as doenças respiratórias são “aquelas que afetam o trato e os órgãos do sistema respiratório” e são provocadas por alguns fatores como: tabagismo, poluição atmosférica, exposição profissional a poluentes atmosféricos, doenças do sistema imunitário, entre outros. Os tipos de doenças respiratórias são: broncopatias, pneumopatias, transtornos respiratórios, fístula do trato respiratório, doenças torácica, transtorno de motilidade ciliar, doenças nasais, hipersensibilidade respiratória, infecções respiratórias, doenças da traquéia, laringopatias, doenças pleurais, anormalidades do sistema respiratório e neoplasias do trato respiratório.

Segundo o mesmo manual as doenças pulmonares de origem ocupacional “são causadas pela inalação de poeiras, névoas, vapores ou gases nocivos no ambiente de trabalho”. A sedimentação e/ou eliminação destas partículas e o tipo de doença que poderá se desenvolver dependerá do tipo e do tamanho destas partículas.

As doenças pulmonares ocupacionais identificadas são: silicose, asbestose, pulmão negro, beriliose, pneumoconiose benigna, asma ocupacional, bisssiose e doença do enchedor de silo. Algumas dessas doenças serão estudadas de acordo com a identificação das mesmas durante a pesquisa de campo. A seguir, uma breve descrição dessas doenças segundo o Manual Merck (2007).

Silicose: é uma doença pulmonar causada pela inalação de poeiras que contém sílica cristalina, caracterizada pela formação de cicatrizes permanentes nos pulmões. É uma fibrose pulmonar nodular, sendo considerada uma doença pulmonar crônica, irreversível e potencialmente progressiva, mesmo que cesse a exposição, e leva de meses a décadas para se manifestar. Esta doença pode incapacitar a pessoa para o trabalho, pode causar invalidez, aumentar a suscetibilidade à tuberculose, predispor o organismo a contrair enfisema, limitação crônica ao fluxo aéreo, doenças autoimunes e o câncer. Com frequência, tem relação com a causa do óbito do paciente afetado. A associação de silicose com o risco de câncer de pulmão foi aceito pelo IARC (1997) através da comprovação de estudos epidemiológicos experimentais e em humanos, que comprovaram que a inalação de poeiras, na forma do quartzo ou da cristobalita, é causadora do câncer. E ainda, verificou-se que um silicótico possui de 1,5 a 6 vezes mais risco de adquirir câncer de pulmão do que um não silicótico.

O risco desta enfermidade aumenta à medida que aumenta a exposição em relação à intensidade e também ao tempo de exposição, é o que se chama de dose-dependente. Segundo NIOSH (2002) a “dose” relacionada à exposição à sílica é o produto da concentração da poeira contendo sílica respirável no ar do local de trabalho e da porcentagem de sílica respirável na poeira total.

Analisando-se as estatísticas da Previdência Social (BRASIL, 2009a), observa-se que ainda não há um número significativo de registros de “pneumoconiose devido a poeiras que contenham sílica”, entre as doenças do aparelho respiratório, de código J62, conforme a Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID 10), para fins de concessão de benefícios acidentários. No entender dos especialistas da área de saúde ocupacional, isto se deve a subnotificação das doenças ocupacionais, de forma geral.

Asbestose: é o efeito de cicatrização disseminada do tecido pulmonar causada pela aspiração do pó de asbesto (amianto), que se depositam profundamente nos pulmões.

Pulmão negro: é uma doença pulmonar causada pela deposição do pó de carvão nos pulmões que dependendo da exposição, pode chegar a formação de cicatrizes em grandes áreas destruindo o tecido e vasos sanguíneos pulmonares.

Berliose: é uma inflamação pulmonar causadas pela inalação de poeira ou gases que contém o elemento berílio. Na sua forma aguda, faz com que haja perda de elasticidade dificultando a função pulmonar.

Pneumoconiose benigna: são doenças provocadas pela inalação de algumas substâncias e que produzem alterações pouco significativas da função pulmonar, por exemplo: a siderose (agente óxido de ferro), a baritose (agente bário) e a estanose (agente estanho). Segundo Torloni (2003), a palavra pneumoconiose significa “acúmulo de partículas nos pulmões e as conseqüentes reações do tecido pulmonar”. Ainda segundo o mesmo autor, a pneumoconiose benigna é causada por particulados inorgânicos e dependem das suas naturezas, da dose e tempo de exposição a elas. A doença também pode ser agravada devido a fatores extras como, a associação com outros particulados e a preexistência de outras doenças pulmonares.

Asma ocupacional: é um espasmo reversível das vias respiratórias causado pela inalação de partículas ou de vapores que atuam como irritante ou causam reação alérgica, dependendo da sensibilidade do indivíduo.

Bissiose: é um estreitamento das vias aéreas provocado pela inalação de partículas de algodão, linho ou cânhamo, podendo causar sibilos e opressão no peito. Esta doença não evolui para incapacidade permanente pulmonar.

O Quadro 9 apresenta um resumo com a relação dos materiais de construção apresentados na sessão anterior, que manipulados e/ou manuseados em canteiros de obra podem gerar poeira, estratificados pelo agente químico e seus efeitos no organismo humano.

Quadro 9 – Relação dos materiais, agentes químicos e seus efeitos

MATERIAL	AGENTE QUÍMICO	DOENÇA
Areia	Sílica	Pneumoconioses / Silicose, obstrução das vias superiores, bronquite, tuberculose e câncer de pulmão
Argamassa	Cal, cimento, areia	Pneumoconioses / Silicose
Azulejo	Argila, sílica	Pneumoconioses / Silicose
Cal	Óxido de cálcio	Pneumoconioses
Cerâmica	Sílica	Pneumoconioses / Silicose
Cimento	Carbonatos, silicatos, escória de ferro, pozolana, etc.	Pneumoconioses / Silicose
Concreto	Cimento, areia, brita	Pneumoconiose / Silicose
Ferro	Óxido de ferro	Pneumoconiose / Siderose
Gesso	Gipsita	Pneumoconioses
Madeira	Pó vegetal (componente químico)	Pneumoconioses, dermatites, irritação nas mucosas e câncer (cavidades nasais, pulmão e estômago e doença de Hodgkin)

Fonte: Santos (2003)

De uma forma geral, a definição de pneumoconiose foi entendida como sendo “o acúmulo de poeira nos pulmões e as reações tissulares provocadas pela sua presença” adotada pela IV Conferência Internacional sobre Pneumoconioses, realizada em Bucarest, em 1971 (DAVID, 1998).

4.3 Estudos sobre poeira na construção civil e indústrias de agregados

Vários estudos foram desenvolvidos nos últimos anos sobre poeira na construção civil e em indústrias de produção de agregados para a construção civil, como pedreiras e marmorarias.

Em estudo desenvolvido por Castellet y Ballara' et al. (2003), na Itália, foi verificado a presença de sílica cristalina essencialmente na forma de α quartzo, provenientes de materiais de construção, associados com a atividade desenvolvida pelos trabalhadores da construção de edifícios residenciais.

Em seu artigo, Rodrigues et al. (2005) apresentam resultados obtidos em avaliação de poeiras realizadas em canteiros de obra, na Região Metropolitana de Curitiba. As funções analisadas foram: operador de betoneira, azulejista e cortador de pedras ornamentais (granito e cerâmica). Sendo realizadas 23 amostragens, das quais, 14 amostras não apresentaram nível detectável de sílica livre cristalina nas atividades com betoneira e corte de cerâmica e azulejo. As nove amostras apresentaram índice de sílica livre cristalina, sendo que destas, 02 amostras são da atividade de corte de granito úmido, que não ultrapassaram o limite de tolerância, calculado pela NR 15, mas ultrapassaram o nível de ação. As 07 amostras restantes ultrapassaram o limite de tolerância e são referentes as atividades de corte de granito úmido (1) e corte de granito seco (6). Assim, os autores concluíram que do estudo realizado, o maior risco de exposição à sílica livre cristalina é na operação do corte de granito a seco, onde foram encontrados índices superiores ao limite de tolerância de duas a três vezes. E recomendam o uso de umidificação no processo de corte de granito para amenizar esta exposição.

Em estudo realizado por Souza e Quelhas (2003), em vários canteiros de obra do município do Rio de Janeiro, foi elaborada uma relação de atividades geradoras de poeira com possibilidades da presença de sílica livre cristalina, devido a composição dos materiais utilizados e do processo de trabalho, são elas: terraplenagem; controle de entrada e saída de materiais do canteiro; lixamento de concreto de fachada, com utilização de lixadeira elétrica; escavação e transporte manual de solo; preparação de argamassa com uso de betoneira com carregador e sem carregador; transporte de saco de cimento; quebra de elemento estrutural de concreto, com uso de martetele; corte de granito, com uso de máquina de corte (maquita) e apicotamento de parede de concreto, com uso de marreta e ponteira. E após amostragens e análises, os autores concluem que especial atenção deve ser dada às atividades que apresentaram presença significativa de sílica livre, tais quais: principalmente as atividades de

lixamento de concreto de fachada (com utilização de lixadeira elétrica); quebra de elemento estrutural de concreto (com uso de martete) e também; atividades de apicotamento de parede de concreto (com uso de marreta e ponteira) e corte de cerâmica e granito.

Com base nos dados estatísticos oficiais de emprego dos anos de 1990, Algranti (1998) realizou uma pesquisa para identificar o número de trabalhadores potencialmente expostos à poeira contendo sílica cristalina em diferentes setores, conforme Quadro 10.

Quadro 10 – Trabalhadores expostos à sílica cristalina por setor econômico

Setor econômico	Nº de trabalhadores expostos
Construção civil	3.800.000
Mineração e garimpo	500.000
Indústria de transformação	2.300.000
Total	6.600.000

Fonte: Algranti (1998)

Por sua vez, Ribeiro et al. (2003), realizaram um estudo para estimar o número de trabalhadores expostos à sílica relacionado com as atividades econômicas no Brasil. Foi construída uma Matriz de Exposição Ocupacional (MEO) com base de dados na Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), para relacionar a atividade econômica e a ocupação, e a média do número de expostos entre os anos 1999 e 2000. Também, foram criados quatro grupos para considerar o tempo de exposição relativo à jornada semanal de trabalho. Os autores além de estimarem a exposição à sílica em trabalhadores economicamente ativos, vinculados ao mercado formal, concluíram que, por observações subjetivas, o risco de exposição pode ser bem maior entre os trabalhadores do mercado informal da economia brasileira. Os mesmos autores, Ribeiro et al. (2008), realizaram nova pesquisa com a base de dados do ano de 2001, cujos resultados das duas pesquisas estão resumidos no Quadro 11.

Considerando o número de trabalhadores definitivamente exposto, os autores constatam que os índices, 5,3% (1999-2000) e 5,6% (2001), são maiores do que os encontrados nos Estados Unidos e nos países da Europa. Em ambas as pesquisas os resultados foram distribuídos pelo setor econômico e estratificado pelos grupos de exposição da jornada semanal de trabalho. E, foi verificado que o maior índice de trabalhadores definitivamente expostos à sílica, em mais de 30% da jornada semanal de trabalho, encontravam-se no setor da construção civil com

65% (2001) e 62,4% (1999-2000), seguido do setor da extração mineral, da indústria de minérios não metálicos (cerâmica, vidro, cimento, entre outros), da indústria metalúrgica e de outros setores com índices bem menores.

Quadro 11 – Trabalhadores expostos à sílica relativo à jornada semanal de trabalho

Classificação da exposição	Nº trabalhadores formais 1999 - 2000	(%)	Nº trabalhadores formais 2001	(%)
Não exposto (até 1% da jst)	29.205.366	85,7	31.451.594	85,2
Possivelmente exposto (1-5% da jst)	1.467.168	4,3	976.939	2,7
Provavelmente exposto (5-30% da jst)	1.578.302	4,6	2.404.955	6,5
Definitivamente exposto (mais de 30% da jst)	1.815.953	5,3	2.065.929	5,6
Total	34.066.789	100	36.899.417	100

Fontes: Ribeiro et al. (2003); Ribeiro et al. (2008)

Nota: jst – jornada semanal de trabalho

O Programa Nacional de Eliminação de Silicose (PNES) adotou a estimativa de Algranti (1998), relativa a ocorrência da silicose no Brasil, para priorizar as ações nas áreas setoriais mais prevalentes (GOEHZER, et al., 2001). As estimativas, de Algranti (1998) e de Ribeiro et al. (2003), demonstram a necessidade da priorização no setor da construção civil, nas ações do PNES no desenvolvimento de pesquisas para caracterizar e prevenir o risco de silicose.

Em *Projeto em Desenvolvimento “Caracterização do risco de silicose na indústria da construção”* do Programa Nacional de Eliminação da Silicose (PNES), Lima et al. (2007), desenvolvem um trabalho de caracterização da presença de sílica e o risco da silicose na indústria da construção. Mencionam as dificuldades de ações mais direcionadas para o problema devido ao baixo nível de escolaridade, alta rotatividade e elevada informalidade da relação de trabalho. Este projeto tem como objetivos: a identificar e inventariar as matérias primas e os produtos acabados utilizados nas edificações que contenham teores de sílica; investigar as operações geradoras de poeiras nas obras de construção civil; identificar os níveis de exposição às poeiras contendo sílica em diferentes tipos e fases dos processos construtivos e compor um instrumento de referência para a priorização das ações de controle quanto à esta exposição.

Foi desenvolvido um estudo por Cuchierato (2000) em mineradoras de brita da Região Metropolitana de São Paulo, sendo estas predominantemente originárias de rochas de

composição granítica (granitos e gnaisses). Foram realizadas análises químicas nos resíduos de areia proveniente de 14 mineradoras, cujos resultados apresentaram altos teores de quartzo. Estes teores variaram de 58,9% à 72,0%, com média de 67,03%. Observa-se, mais uma vez a presença deste agente químico na composição de material tão utilizado na construção civil.

Em sua dissertação de mestrado em pedra produtora de brita na região metropolitana de São Paulo, Gruenzner (2003) investiga a exposição à sílica cristalina nas seguintes função/atividades: operador de martetele, operador do britador, operador da perfuratriz, motorista de caminhão e operador de pá carregadeira. Nas três primeiras função/atividades foram encontrados valores alarmantes de exposição à sílica cristalina em relação aos limites de exposição da NR 15 e da ACGIH. O autor faz considerações quanto ao risco da exposição e sugere medidas de controle através de técnicas de engenharia tais como, a umidificação do processo, uso de ventilação euaustora local, enclausuramento, com ar condicionado, da cabine da máquina e do caminhão de transporte.

A exposição ocupacional à sílica cristalina, durante o processo de fabricação por via seca, em indústrias de revestimentos cerâmicos para pisos e paredes, foi tema da dissertação de mestrado de Lima (2007). Este estudo foi realizado em nove indústrias no município de Santa Gertrudes, no estado de São Paulo. Foi encontrada a presença de sílica cristalina, na forma de α -quartzo, em 72% das amostras de poeira respirável analisadas. As concentrações de sílica cristalina, nesta fração, variou entre 0,01 mg/m³ e 0,16 mg/m³, sendo que, a concentração média nos setores de moagem e de recepção de massa foi de 0,06 mg/m³, nos setores de prensas foi de 0,03 mg/m³, nas linhas de esmaltação foi de 0,02 mg/m³ e na preparação dos esmaltes e engobe foi de 0,09 mg/m³.

O que verifica-se é a constatação elevada da presença de sílica cristalina, na fração respirável, no ambiente de trabalho dos setores analisados, visto que, foram encontrados valores acima do TLV da ACGIH que é de 0,022mg/m³.

Como foi visto anteriormente, a constatação da presença de sílica cristalina em ambientes de trabalho tem merecido atenção de pesquisadores. Estudos mostram que os dois elementos químicos mais abundantes na crosta terrestre são o oxigênio (46,6% em peso) e o silício (27,7% em peso). Por sua vez, o silício e o oxigênio possuem afinidades e possibilidades de ligações que resultam em várias polimerizações definindo assim, inúmeras estruturas

crystalinas quando cátions de diferentes espécies, tamanhos e cargas elétricas se fixam nestas estruturas. Dessas combinações, na estrutura cristalina básica do silício com o oxigênio, originam-se os diferentes minerais de sílica que formam a crosta terrestre (LANGER, 1986).

Além disso, a construção civil tem a particularidade de ocorrer em ambientes externos favoráveis à presença de poeira, através do ambiente, e também de materiais de construção que apresentam sílica em sua composição.

Até agora foram apresentadas evidências quanto à presença de poeiras em canteiros de obras da construção civil, contendo ou não a presença de sílica cristalina na composição dos materiais de construção. Ainda, que os limites de exposição foram baseados na relação causa (exposição) e efeitos, ou seja, os limites aceitáveis são produtos do processo de avaliação de riscos. Portanto, evidencia-se a importância da avaliação do ambiente de trabalho, que deve ser uma decisão de um programa de gerenciamento de risco.

5 AVALIAÇÃO DE POEIRA NO AMBIENTE DE TRABALHO

Para uma fiel avaliação das condições ambientais de trabalho, é necessária a obtenção de todas as informações disponíveis para caracterização de risco à saúde dos trabalhadores. Estas informações podem ser feitas através da aplicação de técnicas analíticas e operativas como pesquisa bibliográfica, observações do local de trabalho (layout, atividades e funções), de entrevista com os trabalhadores e de resultados de análises laboratoriais para serem comparados com dados oficiais.

5.1 Etapas para avaliação do ambiente de trabalho

Segundo Brevigliero et al. (2006), as etapas que a higiene ocupacional trata para avaliação dos ambientes de trabalho são:

Reconhecimento – Essa primeira etapa é de singular importância, pois, se for detectado fortes concentrações e exposições de contaminantes no ar, deve-se adotar *medidas de controle* antecipadamente a *avaliação*, se isto não for feito haverá desperdício de tempo e de recursos da empresa. E só depois de adotadas as medidas de controle deverão ser feita a avaliação para constatar se as medidas tomadas foram suficientes para adequar o ambiente de trabalho.

Nesta etapa deverão ser observados alguns conceitos básicos, que servirão para a etapa de avaliação dos agentes químicos encontrados no ambiente de trabalho:

- *Ciclo de trabalho*, “é o conjunto das atividades desenvolvidas pelo trabalhador em uma seqüência definida, que se repete de forma contínua no decorrer da jornada de trabalho”;
- *Ponto de trabalho*, ou *posto de trabalho* “todo e qualquer lugar que o trabalhador permanece durante o ciclo de trabalho”;
- *Zona respiratória*, “é a região do espaço que compreende uma distância de aproximadamente 150 +/- 50 mm a partir das narinas, sob a influência da respiração”.

Avaliação – Essa etapa também é importante, pois é uma ferramenta de prevenção das doenças do trabalho. A avaliação pode ser realizada tanto de forma quantitativa como

qualitativa, e deve ser conduzida com grande responsabilidade, pois se houver falha na estratégia ou na metodologia adotada, esta falha só será detectada quando o trabalhador adoecer, e aí será tarde demais.

A etapa de avaliação é também o ponto de partida para o planejamento das medidas de controle que deverão ser adotadas para atenuação e/ou eliminação dos riscos e para a avaliação das medidas de controle já adotadas.

Medidas de controle – Etapa realizada após o reconhecimento e a avaliação dos agentes nocivos à saúde do trabalhador e deve ser feita através de medidas de engenharia que visa à proteção do ambiente de trabalho. De uma forma geral, essas medidas de controle devem seguir uma seqüência que priorize a eficiência do sistema a ser adotado, ou seja, primeiro deve-se tratar a *fonte* (onde ocorre a geração do agente), em seguida o *percurso* (onde ocorre a propagação do agente) e por fim o *trabalhador*.

Avaliação da eficiência das medidas adotadas – Depois das medidas de controle adotadas deve haver monitoramento periódico dos riscos, para avaliação da eficiência das ações realizadas e se necessário, novas ações devem ser adotadas ou aprimoradas.

Estas são as etapas gerais utilizadas neste estudo e que estão detalhadas a seguir.

5.1.1 Reconhecimento do risco

Como já foi dito, esta etapa se caracteriza pelo levantamento do maior número de informações sobre o ambiente e o processo de trabalho, assim como as possíveis interações entre os agentes presentes e o organismo humano e seus efeitos.

Para Santos (2001), três fatores são importantes na fase inicial: informações sobre o risco ocupacional que se vai analisar; conhecimento do processo laboral e operações envolvidas e visita ao local de trabalho. Assim, pode-se identificar o risco potencial e ter uma visão preliminar quanto à exposição do risco, e esse conjunto de informações compõe a fase do reconhecimento do risco.

Segundo a FUNDACENTRO (2007b), para o reconhecimento do risco relativo a particulados sólidos suspenso no ar de ambientes de trabalho, são necessárias informações referentes ao ambiente e ao processo de trabalho e aos trabalhadores e aos locais de trabalho, e estão assim divididos:

a) Informações referentes ao ambiente e ao processo de trabalho:

- materiais, utilizados ou produzidos, que ao serem manuseados ou manipulados podem ser lançados no ar durante as operações ou processos. Também deve ser investigada sua composição, toxicidade e quantidade;
- fontes geradoras de material particulado, que pode ser através de processos de moagem, trituração, lixamento, peneiramento, entre outros;
- fluxograma e layout da empresa;
- etapas do processo produtivo;
- condições do ambiente de trabalho;
- interferência de área vizinha;
- medidas preventivas adotadas, coletivas ou individuais;
- programa de manutenção das máquinas/equipamentos e limpeza nos locais de trabalho;
- resultados anteriores do monitoramento à exposição a material particulado.

b) Informações referentes aos trabalhadores e aos locais de trabalho:

- número total de trabalhadores expostos a material particulado;
- as funções dos trabalhadores com o descritivo das atividades desenvolvidas;
- verificar a posição dos trabalhadores com relação às fontes de emissão de material particulado;
- tempo e frequência de cada operação ou atividade realizada pelo trabalhador;
- duração da jornada e regime de trabalho;
- número de trabalhadores que podem estar em maior risco de exposição ao material particulado.
- número de trabalhadores com atividades idênticas, que possam ser agrupados por grupos de exposição similar;
- dados médicos e queixas de saúde dos trabalhadores relativos à exposição de material particulado.

Esta etapa é necessária para a escolha do melhor método a ser adotado na etapa da avaliação dos riscos. Assim, a melhor estratégia de avaliação dependerá do diagnóstico preliminar que deve ser realizado na etapa do reconhecimento dos riscos.

5.1.2 Etapa de avaliação do risco

Depois do reconhecimento do risco, parte-se para definir o planejamento estratégico que visa à avaliação do risco identificado na etapa anterior. Como já foi dito, esta avaliação pode ser feita de duas formas: avaliação qualitativa e/ou quantitativa.

Segundo Giovinazzo (2001), o objetivo central da análise qualitativa é investigar, de forma profunda, determinado objeto de pesquisa onde os resultados não são baseados em dados numéricos e sim em informações úteis para firmar conceitos e objetivos a serem alcançados. Os resultados também devem fornecer sugestões sobre variáveis a serem estudadas com maior profundidade. Para tanto algumas ferramentas são utilizadas para coleta de dados, tais como: entrevistas, questionários, focus group, observações e análise de documentos.

Os autores, Strauss e Corbin (1990), denominam a análise qualitativa como uma “aproximação da teoria fundamentada” e dão ênfase a importância de se usar literatura teórica e não técnica, nesse tipo de pesquisa. Atribuem ao pesquisador habilidades necessárias para desenvolver esse tipo de pesquisa, assim como, sensibilidade teórica, que permite reconhecer o que é importante nos dados e dar significado a este, e criatividade.

Neste estudo, a avaliação qualitativa caracteriza-se pela identificação do risco através de observações e levantamentos de dados, como por exemplo: aspectos visuais, procedimentos de manuseio e/ou manipulação dos materiais ou equipamentos, processos de trabalho e composição dos materiais utilizados.

Com relação à avaliação quantitativa, Ribeiro et al. (2001) afirmam que nesta etapa, permite-se que sejam realizadas análises numéricas dos dados levantados na etapa qualitativa. Uma pesquisa quantitativa faz uso de instrumentos específicos, capazes de estabelecer relações e causas, levando em conta as quantidades. Assim, avaliação quantitativa precede a avaliação qualitativa, e requer adoção de estratégias de amostragem e de análise, do agente químico a

ser estudado, definidas de forma científica e reconhecidas por órgãos oficiais. De acordo com a FUNDACENTRO (2007b), a avaliação quantitativa tem por objetivos:

- estimar a exposição dos trabalhadores em suas jornadas de trabalho;
- subsidiar projetos de medidas de controle e também avaliar a eficácia das medidas e técnicas de engenharia já adotadas;
- confrontar os níveis analisados com as exigências legais vigentes;
- localizar a fonte, trabalhos ou tarefas específicas, e a intensidade do material particulado;
- monitorar a exposição dos trabalhadores para registros e estudos epidemiológicos;
- obter amostras para investigações toxicológicas; entre outros.

5.1.3 Etapa de controle

Na sequência, depois do reconhecimento e da avaliação dos riscos, a etapa de controle visa a adoção de medidas preventivas ou corretivas para eliminar, minimizar ou controlar os riscos e situações de perigo, são as chamadas *medidas de controle*.

Segundo Brevigliero et al. (2006), as medidas de controle contra os agentes químicos podem ser adotadas, através de ações preventivas ou de controle, de acordo com a sequência prioritária estabelecida:

- na fonte – substituição do agente químico, modificação de métodos e processos, modificação de projetos, manutenção dos equipamentos, adoção de boas práticas, entre outros;
- no percurso – adoção de sistema de ventilação diluidora ou exaustora, enclausuramento, umidificação, isolamento no tempo e/ou na distância, manutenção preventiva, entre outras;
- no trabalhador – através de treinamento, monitoramento dos exames médicos, limitação do tempo de exposição, rotatividade, uso de EPI, entre outras.

As medidas de controle que visam eliminar, minimizar ou controlar a exposição dos trabalhadores na fonte ou no percurso, ou seja, medidas relativas ao ambiente de trabalho são exemplos de medidas de engenharia ou técnicas. Aquelas que atuam diretamente no trabalhador são chamadas de medidas de proteção relativas ao trabalhador, e só devem ser

adotadas quando não forem eficientes ou não poderem ser adotadas medidas de controle relativas ao ambiente de trabalho.

Outra fonte para definição das medidas de controle estão nas diretrizes sobre sistema de gestão da segurança e saúde no trabalho estabelecidas pelo ILO-OSH 2001, FUNDACENTRO (2005), que determinam que as medidas de controle preventivas e de proteção devem obedecer a seguinte ordem de prioridade:

- *eliminar* o fator de risco (perigo) e risco;
- *controlar* o fator de risco (perigo) e risco na fonte, através de medidas de controle de engenharia ou medidas organizacionais;
- *reduzir* no mínimo os fatores de risco (perigos) e riscos, através de medidas administrativas;
- Por fim, adotar medidas individuais (no trabalhador) se medidas de controle coletivas não forem eficientes para controlar os fatores de risco (perigo) e riscos.

De acordo com a FUNDACENTRO (2005) o termo *perigo* não possui tradução para a língua Portuguesa e esta palavra não é adequada no contexto das diretrizes. Portanto, por esse motivo adotaram o termo *fator de risco* como equivalente e a palavra *perigo* fica entre parênteses para melhor compreensão.

5.1.4 Avaliação da eficiência das medidas adotadas

Depois da implantação de medidas de controle dos agentes químicos, ou de qualquer outro agente, faz-se necessário o monitoramento e a reavaliação periódica das ações adotadas, e é justamente a medida da eficiência de um sistema de gestão que vise à segurança e saúde do trabalhador. Esta avaliação pode ser medida da mesma forma como foram realizadas as avaliações iniciais ou também podem ser adotados índices e parâmetros de avaliação específicos.

A avaliação também é um dos elementos do sistema de gestão da segurança e saúde do trabalho estabelecido pelas diretrizes da ILO-OSH 2001, como já foi visto, e fornece subsídios para tomada de decisões das ações para melhorias. Obedecendo, assim, o princípio universal de melhoria contínua de qualquer sistema de gestão.

5.2 Métodos de amostragem para particulados suspenso no ar

O método de amostragem a ser adotado numa pesquisa de campo deve ser definido através de um planejamento estratégico de amostragem, baseado nas normas nacionais e internacionais, que poderá subsidiar a melhor tomada de decisão para ser aplicada na pesquisa de campo.

O critério de coleta para avaliação de particulados suspensos no ar varia entre os países, principalmente na questão relativa às diferentes frações de tamanho classificadas como inalável, torácica e respirável (KENNY, 2000). No Brasil, os critérios nacionais técnicos e legais para avaliação da exposição às diferentes frações de poeira, ainda são limitados, uma vez que, o anexo 12 (LT para poeiras minerais) da NR 15 estabelece critérios de amostragem apenas para a poeira total e para a poeira respirável de sílica livre na forma cristalizada, como quartzo, e para a poeira respirável de asbesto.

De uma forma geral, no Brasil a coleta de amostras deve ser planejada de acordo com os métodos do National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), da Occupational Safety and Health Administration (OSHA), da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e da Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Serviço de Segurança e Medicina do Trabalho (FUNDACENTRO), visto que a avaliação de agentes químicos dos anexos 11 e 12 da NR 15 está baseada nos limites de tolerâncias estabelecidos através de padrões internacionais que foram apresentados em detalhes no capítulo 3. Entretanto, segundo Saliba (2000), os técnicos têm que tomar decisões importantes antes da coleta de campo com o dever de consultar e seguir as orientações contidas nesses métodos, para decidir a melhor forma de estabelecer a excelência da pesquisa de campo.

A recente norma de higiene ocupacional, NHO – 08, da FUNDACENTRO (2007b), que vem substituir a norma NHT 02 A/E, adotou a convenção ACGIH/ISO/CEN como referência para avaliação de particulados. Dessa forma, a nova norma propõe o critério harmonizado das frações de partículas, que visa atender às necessidades para a coleta com dispositivos que classificam as partículas por seleção de tamanhos, segundo as frações inalável, torácica, respirável e total.

5.2.1 Estratégia de amostragem

Os estudiosos e pesquisadores têm grandes preocupações quanto à determinação de resultados analíticos, que definem valores da exposição ocupacional. E, para minimizar erros, medidas devem ser observadas mais rigorosamente na fase de amostragem, pois esta fase depende do fator humano e de observações que são feitas nos locais de coleta. Para tanto, faz-se oportuno visitas prévias para definição de uma estratégia de amostragem, que deve ser específica para cada situação a ser analisada. Neste estudo, o planejamento estratégico de pesquisa está definido no capítulo 6 com o título *plano de amostragem*.

De acordo com a FUNDACENTRO (2007b), o planejamento para amostragem de agentes químicos, baseado nas normas internacionais, nas normas nacionais já existentes e na convenção ACGIH/ISO/CEN, deve contemplar os seguintes itens:

- **Quanto à seleção do tipo de coleta**

- a) coleta individual (pessoal), quando o sistema de coleta é colocado no trabalhador e é utilizado para estimar a exposição dos trabalhadores;
- b) coleta de área (estática), quando o sistema de coleta é colocado em um ponto fixo no ambiente de trabalho, é muito utilizado para medir a eficácia das medidas de controle.

- **Quanto à seleção dos trabalhadores para a coleta individual**

- a) trabalhadores de maior risco, são aqueles que estão exposto a maior intensidade do risco e para a sua identificação, é necessário fazer as seguintes observações: a proximidade do trabalhador com a fonte geradora; o tempo de exposição; a mobilidade do trabalhador; as diferenças em hábitos operacionais e a movimentação do ar no ambiente de trabalho;
- b) seleção aleatória de trabalhadores dentro de um grupo de exposição similar (GES), quando não é possível caracterizar o trabalhador de maior risco para cada atividade, deve-se definir um subgrupo com número de trabalhadores adequado, de forma que este grupo aleatório tenha elevada probabilidade de incluir pelo menos um trabalhador com alta exposição ao risco. A Tabela 2 define de forma estatística grupos de exposição similar.

Segundo Leidel et al. (1977), o número de amostras necessárias para obtenção de 90% de confiabilidade mínima está demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2 – Número mínimo de amostragem por grupo de trabalhadores

Número de trabalhadores (N)	Número de trabalhadores Amostrados (n)
8	7
9	8
10	9
11 – 12	10
13 – 14	11
15 – 17	12
18 – 20	13
21 – 24	14
25 – 29	15
30 – 37	16
38 – 49	17
50	18

N = número total de trabalhadores do GES;

n = tamanho do subgrupo

se $N < 8$ amostrar todos os trabalhadores

Fonte: Leidel et al. (1977)

- **Quanto ao tempo de coleta**

O tempo de duração de cada coleta, de amostra de ar, deve ser o necessário para coletar o volume de ar adequado e uma quantidade de material particulado suficiente para realização da análise.

- **Quanto ao número e tipo de amostras, segundo o período de coleta**

- amostra única de período completo*, quando uma só amostra de ar, coletada continuamente, cobre um período de coleta correspondente à jornada diária de trabalho;
- amostras consecutivas de período completo*, quando duas ou mais amostras de iguais ou diferentes durações cobrem um período de coleta correspondente à jornada diária de trabalho;
- amostras de período parcial*, quando amostras de iguais ou diferentes durações cobrem parte do tempo de exposição dos trabalhadores. No entanto, o período total de coleta deverá corresponder a, pelo menos, 70% da jornada diária de trabalho.

5.2.2 Materiais, equipamentos e instrumentos utilizados na amostragem de poeira

Os materiais e demais equipamentos necessários para serem utilizados na pesquisa de campo, na amostragem de poeira, devem ser definidos conforme especificações das normas vigentes.

Dentre eles destacam-se: bomba de amostragem com ajuste eletrônico de fluxo, filtro de membrana (dispositivo amostrador), porta filtro e filtro.

De acordo com Santos (2001) e FUNDACENTRO (2007b) os materiais e equipamentos necessários para coleta de poeira são:

Bomba de amostragem

São instrumentos por onde se faz passar um determinado volume de ar através dos filtros de coleta, para que se possa conhecer o volume de ar coletado, que é obtido em função do tempo de coleta e da vazão do ar aspirado pela bomba (FUNDACENTRO, 2002). As bombas devem apresentar fluxo de ar constante e possuir um sistema de ajuste de vazão com unidade em litros por minuto, cuja calibração deve ser feita conforme norma específica. O valor da vazão de amostragem é definido de acordo com a metodologia específica adotada para cada tipo de poeira e do dispositivo de coleta utilizado (ABNT, 1991). As bombas de amostragem também são chamadas de amostradores ativos e possuem as seguintes características:

- ser portátil, pois serão colocados na cintura do trabalhador;
- ter fonte de energia própria através de baterias recarregáveis com capacidade para oito horas de funcionamento mínimo;
- ter regulagem de vazão para diferentes métodos, de acordo com a poeira que se quer analisar.

Porta filtro

Chamado também de cassete onde abriga o elemento filtrante, e sua escolha depende do material particulado a ser coletado.

Filtro

É o elemento colocado no porta filtro que tem a função de reter as partículas que se quer analisar, sendo necessário o conhecimento das características do elemento filtrante, por exemplo: para análise de particulado utilizando a microscopia ótica é necessário conhecer as características óticas do filtro como índice de refração e cor; para análise por microscopia eletrônica, é necessário que o filtro seja plano e liso e para análise gravimétrica, o filtro deve ter pequena massa por unidade de área. Assim, alguns parâmetros devem ser observados para a escolha do filtro:

- diâmetro do poro do filtro, que é selecionado de acordo com o tamanho das menores partículas a serem coletadas;
- espessura;
- massa por unidade de área;
- solubilidade e tempo de dissolução;
- conteúdo de cinzas;
- eficiência da coleta.

Exemplos de filtros:

- filtro membrana de PVC para análise de sílica e algodão;
- filtro de éster de celulose para análise de amianto e fumos.

Separador de partícula

É um dispositivo usado quando se quer separar as partículas de diferentes tamanhos como no caso para identificar a poeira inalável, torácica ou respirável. Este dispositivo pode estar acoplado ao porta filtro ou abrigar um ou mais filtros de membrana. Exemplos de separadores de partículas:

- *ciclone*, separador de partículas na faixa de *respiráveis* onde as partículas maiores são separadas e as partículas respiráveis ficam retidas no filtro de membrana, exemplos: ciclone tradicional de nylon de 10 mm, ciclones da SKC (ciclone de alumínio, ciclone compacto de plástico condutivo, ciclone de nylon com revestimento condutivo);
- *amostrador espiral*, separador de partículas também na faixa de fração *respirável*, onde as partículas maiores são retidas pela espiral e as partículas menores são retidas pelo filtro de coleta colocado no interior do dispositivo;
- *amostrador IOM e amostrador tipo Button*, ambos da SKC e para separação de partículas na faixa de fração *inalável*;
- *amostrador RESPICON*, é um impactador virtual que pode abrigar três filtros de coleta para amostragem simultânea das frações *inalável, torácica e respirável*.

Como ilustração, a Figura 2 apresenta um conjunto de amostragem para partículas da fração respirável, com o suporte para dispositivo de coleta (A), parte inferior do porta filtro (B), suporte do filtro (C), filtro de membrana (D), anel central do porta filtro (E), parte superior do porta filtro (H), separador de partículas (ciclone) (I, F, G).

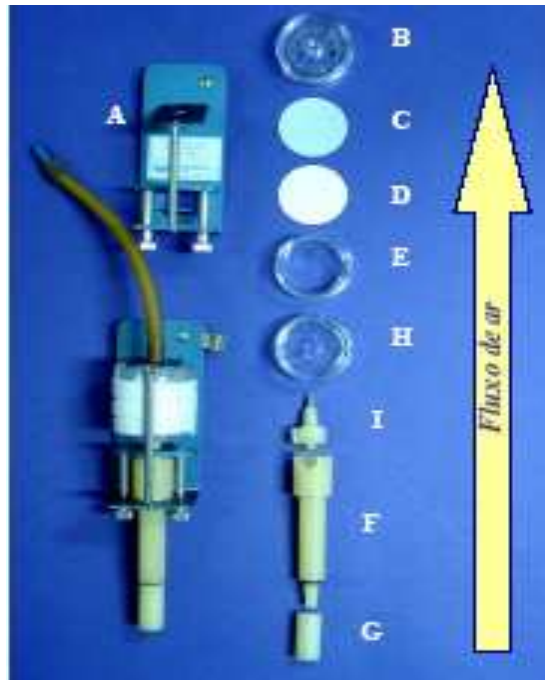


Figura 2 - Dispositivo de coleta para particulado respirável. (Dorr Oliver)
Fonte: FUNDACENTRO (2007b)

Para a coleta de material particulado na fração inalável, deve-se utilizar um separador de coleta projetado para selecionar partículas com até 100 μm de diâmetro aerodinâmico e com 50% de eficiência de coleta.

Para a coleta de material particulado na fração torácica, deve-se utilizar um separador de coleta projetado para selecionar partículas com até 25 μm de diâmetro aerodinâmico e com 50% de eficiência de coleta para partículas com diâmetro aerodinâmico de 10 μm .

Para a coleta de material particulado na fração respirável, deve-se utilizar um separador de coleta do tipo ciclone, projetado para selecionar partículas com até 10 μm de diâmetro aerodinâmico e com 50% de eficiência de coleta para partículas com diâmetro aerodinâmico de 4 μm .

Para a coleta de material particulado total, deve-se utilizar porta filtro de 37 mm de diâmetro, de três peças, com face fechada e entrada de ar com 4 mm de diâmetro.

Uma vez determinados os materiais e instrumentos adequados para a coleta a ser realizada, deve-se prosseguir com a coleta e envio das mesmas para análise laboratorial, a fim de determinar quantitativa e qualitativamente os diferentes tipos de poeira que se deseja analisar.

5.3 Métodos de análises laboratoriais para poeiras

Os métodos de análises deverão ser definidos através de um estudo estratégico, que irá eleger os mais adequados, de acordo com o tipo de material que deverá ser analisado e com os métodos do Manual NIOSH, da OSHA, da ABNT e da FUNDACENTRO (SALIBA, 2000).

A avaliação quantitativa dos agentes químicos presentes em ambientes de trabalho é o ponto de partida para o planejamento das medidas de controle a serem adotadas, visando à atenuação ou eliminação dos riscos presentes e também a eficiência de medidas de controle adotadas antecipadamente decorrente de dados qualitativos do ambiente de trabalho.

De acordo com Santos (2001), as análises de amostras ambientais de poeiras para serem bem sucedidas dependem de vários fatores como: o tipo de poeira a ser analisada; o tipo de filtro de coleta; as técnicas de amostragem e o tipo de análise que se quer realizar. Por isso, é muito importante que a amostra seja acompanhada de toda a informação possível com relação à natureza da poeira, processos de trabalho e características do ambiente.

Dentre as análises laboratoriais mais comuns para quantificar os níveis de poeira suspensa no ar em ambientes de trabalho são a *gravimetria*, a *difratometria de raio-X (DRX)*, a *espectrometria de infravermelho*, *espectrometria de absorção atômica (AAS)*, a *microscopia ótica*, *diversos tipos de cromatografia* e outras técnicas sofisticadas (SANTOS, 2003).

De acordo com Santos (2001), a técnica mais usada para determinação da concentração de poeira suspensa no ar é a *gravimetria*, apesar de não especificar o tipo de poeira, e quando isto é necessário, utiliza-se outra técnica de análise mais adequada. Algumas dessas técnicas estão relacionadas no Quadro 12, assim como o elemento filtrante mais adequado.

Quadro 12 – Técnicas mais utilizadas para análise de amostras de poeira

Tipo de poeira	Filtro de coleta	Técnica analítica
Poeira contendo sílica	Filtro de membrana de PVC	Gravimetria Difração de raio X Espectrofotometria de infravermelho
Asbestos / Fibras	Filtro de membrana de éster de celulose	Microscopia ótica com contraste de fase
Poeira metálica	Filtro de membrana de éster de celulose	Espectrofotometria de absorção atômica
Poeiras não classificadas	Filtro de membrana de PVC ou teflon de celulose	Gravimetria

Fonte: Santos (2001)

As análises devem ser orientadas e realizadas por laboratórios reconhecidos e credenciados pelos órgãos oficiais. Esses laboratórios devem fornecer esclarecimentos quanto aos métodos analíticos utilizados, dispositivos e filtros para coleta, prazo de validade, acondicionamento e transporte.

5.4 Etapas para análises dos resultados

Os resultados das concentrações de poeiras, obtidos a partir dos procedimentos descritos a seguir, devem ser comparados com os limites de tolerância (LT) da legislação nacional e com os limites de exposição internacional (TLV-TWA) da ACGIH, a fim de estabelecer a ocorrência de riscos à saúde do trabalhador.

5.4.1 Cálculo da vazão média

A vazão média de ar amostrado é calculada levando-se em conta a vazão no início da amostragem e a vazão no final, conforme Equação 5.1.

$$Q_m = \frac{Q_i + Q_f}{2} \quad (5.1)$$

Sendo: Q_m = vazão de ar média, em L/min

Q_i = vazão de ar inicial (requerida na amostragem)

Q_f = vazão de ar final (aferida após amostragem)

5.4.2 Cálculo do volume de ar amostrado

Para cada amostra coletada deve-se calcular o volume de ar amostrado, conforme Equação 5.2.

$$V = \frac{Q_m \times t}{1000} \quad (5.2)$$

Sendo: V = volume de ar amostrado, em m^3

Q_m = vazão de ar média, em L/min

t = tempo total de coleta, em minutos

5.4.3 Cálculo da concentração da amostra

O valor da concentração de poeira é calculado em função da massa de poeira coletada pelo volume de ar amostrado, de acordo com a Equação 5.3.

$$C = \frac{m}{V} \quad (5.3)$$

Sendo: C = concentração de poeira, em mg/m³

M = massa da poeira presente na amostra, em mg

V = volume de ar amostrado, em m³

5.4.4 Cálculo da concentração média ponderada pelo tempo

É necessário o cálculo da concentração média ponderada pelo tempo quando uma única amostra não cobre toda a jornada de trabalho, sendo realizadas mais de uma amostragem, e é calculada segundo a Equação 5.4.

$$C_{MPT} = \frac{C_1t_1 + C_2t_2 + \dots + C_nt_n}{t_{total}} \quad (5.4)$$

Sendo: C_{MPT} = concentração média ponderada pelo tempo

C_n = concentração de material particulado obtido na amostra n

t_n = tempo de coleta da amostra n

t_t = tempo total de coleta

6 METODOLOGIA

Este estudo se propôs a realizar uma avaliação criteriosa para elucidar níveis de poeira presentes em canteiros de obra e poder estabelecer critérios de trabalho mais seguros para o trabalhador. Através do estudo da legislação e de métodos oficiais de amostragens, nacionais e internacionais, pode-se estabelecer a estratégia para avaliação das condições do ambiente de trabalho. Com base em um contexto sistêmico, onde o homem e o meio interagem de forma íntima, para este tipo de avaliação, faz-se necessária a caracterização dos riscos ambientais, e da coleta de todas as informações disponíveis durante a jornada de trabalho. Este estudo estabeleceu a metodologia, baseada nas etapas que a higiene ocupacional trata para avaliação dos ambientes de trabalho, proposta por Brevigliero et al. (2006): reconhecimento dos riscos, avaliação dos riscos, medidas de controle e avaliação das medidas de controle.

Durante a etapa de reconhecimento tem-se a necessidade do conhecimento do objeto de pesquisa. Para tanto, faz-se oportuno a coleta de dados, que significa obter as informações necessárias para a pesquisa. Existem infinitas formas de coletar dados de pesquisas e isso ocorre porque há inúmeras possibilidades quanto aos próprios instrumentos de pesquisa. A coleta de dados é realizada mediante alguma técnica ou instrumento de pesquisa, como por exemplo: por meio de formulário específico, de entrevista, de microscópio, de observação direta do comportamento de pessoas, etc. (APPOLINÁRIO, 2006).

O reconhecimento das atividades no setor construtivo é o primeiro passo para se determinar as condições ambientais e o tipo de materiais que possam ser encontrados durante o período laboral.

Neste estudo, para a coleta de dados optou-se pela realização da observação em campo, realização de amostragens e análises específicas, registros fotográficos e aplicação de formulários investigativos. Os formulários elaborados para a pesquisa de campo foram baseados no modelo proposto por Barkokébas, et al. (2004). Este modelo tem sido amplamente utilizado nas diversas áreas de Segurança e Saúde Ocupacional, ver, por exemplo, os trabalhos de: Almeida Filho et al. (2007), Barkokébas et al. (2006, 2007, 2008), Kohlman Rabbani, et al. (2007, 2008a, 2008b), Lago (2006) e Vêras (2004).

6.1 Reconhecimento dos riscos

O reconhecimento do risco é uma pesquisa exploratória e foi realizado através da pesquisa de campo inicial, que consistiu em visitas realizadas, entre janeiro e agosto de 2008, a 25 canteiros de obra de edificações verticais de empresas construtoras, escolhidos de forma aleatória entre construtoras que estavam cadastradas no banco de dados do Sinduscon/PE, de 2006/2007. Os canteiros de obras escolhidos fazem parte de 22 empresas construtoras consideradas de grande (6), médio (8) e pequeno (8) porte, em relação ao número de canteiros de obras, número de empregados e volume de faturamento. Os canteiros visitados encontravam-se distribuídas em 17 bairros da Região Metropolitana do Recife.

Esta pesquisa objetivou a identificação das atividades geradoras de poeira e dos materiais utilizados no processo produtivo. Através da observação dos postos e ciclos de trabalho e das atividades desenvolvidas pelos trabalhadores, além de registro fotográfico e aplicação de dois formulários. Um deles teve a finalidade investigativa para análise das condições ambientais e da política da empresa quanto à matéria em estudo. As informações foram fornecidas por engenheiros e técnicos de segurança do trabalho responsáveis pelos canteiros de obras. O outro formulário foi dirigido aos trabalhadores que encontravam-se em atividades que expunham o trabalhador à poeira.

O formulário inicial objetivou a identificação das atividades e materiais que geram poeira e a identificação de desvio às normas que norteiam a proteção da saúde do trabalhador contra os efeitos da exposição à poeira. A sua aplicação foi realizada através da observação em campo, da análise, relativa à proteção respiratória, dos programas PCMAT, PCMSO e PPR, e questionamentos feitos aos engenheiros das obras e técnicos de segurança do trabalho. Este formulário encontra-se no APÊNDICE A e consistiu na caracterização dos seguintes elementos: principais agentes químicos existentes no canteiro, identificação dos tipos de proteção respiratória adotados, especificação da periodicidade da manutenção e troca dos equipamentos de proteção respiratória (EPR), a realização de exames médicos e ensaio de vedação, o critério para escolha do EPR a ser adotado pela gestão de segurança de trabalho da empresa, verificação do programa de segurança quanto a descrição dos riscos químicos existentes no canteiro de obras, identificação dos exames médicos realizados pelos trabalhadores expostos a poeira, averiguação da existência de um Programa de Proteção

Respiratória (PPR) e registro das boas práticas adotadas no empreendimento para atenuar o risco da exposição do trabalhador à poeira.

O segundo formulário foi dirigido a 39 trabalhadores, das 25 obras visitadas da pesquisa de campo inicial, que pela observação estavam expostos a algum tipo de poeira. Esta pesquisa objetivou a avaliação da eficiência da proteção respiratória quanto ao uso e conforto dos EPR, a guarda, conservação, manutenção e periodicidade de troca dos EPR. Este formulário encontra-se no APÊNDICE B.

A etapa do reconhecimento do risco forneceu o diagnóstico preliminar da presença de poeira nos canteiros de obras visitados, com o levantamento dos materiais, equipamentos e processos utilizados, assim como, a descrição das atividades desempenhadas pelos trabalhadores, de acordo com suas funções e as peculiaridades do setor no estado de Pernambuco. Também, forneceu subsídios para elaboração do plano de amostragem e de medidas de controle preventivas, propostas no final desta pesquisa.

6.2 Avaliação dos riscos

Esta etapa da pesquisa consistiu: na análise do diagnóstico preliminar, que subsidiou a avaliação qualitativa; na definição do método de amostragem; na realização do plano de amostragem, com a definição das amostras a serem coletadas, os canteiros de obra a serem visitados e suas fases, as atividades/funções alvo, os métodos de análise a serem realizadas e a escolha do laboratório de análise; na realização das coletas de amostras e na interpretação e análise dos resultados obtidos, através das observações e dos resultados laboratoriais. Estas etapas são apresentadas em detalhe nas próximas subseções.

6.2.1 Método de amostragem aplicado

Apesar da adoção do critério de frações variadas de poeiras pela FUNDACENTRO, em 2007 através da norma NHO 08, ainda não é possível a aplicação plena desse método de amostragem de forma a atender as três frações estabelecidas. Não foram encontrados, no comércio, os dispositivos de separação para as frações inalável e torácica, assim, foi utilizado o método da NHO 08 apenas para as frações respiráveis e totais.

Com base nos critérios estabelecidos pela NHO 08 (FUNDACENTRO, 2007b), a estratégia de amostragem para a poeira adotada para este estudo, foi assim definida:

- quanto à seleção do tipo de coleta – *individual (pessoal)*, as coletas foram feitas através dos trabalhadores expostos e o dispositivo de coleta colocado na zona respiratória do trabalhador (150 ± 50 mm das narinas);
- quanto à seleção dos trabalhadores para a coleta individual – *trabalhadores de maior risco*, foram eleitos trabalhadores por cargo/função em situações e locais considerados críticos. Por se tratar de um estudo acadêmico e de orientação, não se trabalhou com grupo de exposição similar (GES) ou com avaliações ao longo do tempo;
- quanto ao tempo de coleta – procurou-se amostrar o tempo necessário para atingir um volume de ar adequado, compatível com a quantidade de material particulado suficiente para a realização da análise, conforme orientação do método e do laboratório;
- quanto ao número e tipo de amostras, segundo o período de coleta – optou-se por *amostra única de período completo*, *amostras consecutivas de período completo*, e *amostras de período parcial*, dependendo da atividade e do volume de ar adequado para a amostragem.

O período de trabalho normalmente é de oito horas diárias e quarenta e quatro horas semanais, para os trabalhadores brasileiros. De acordo com as normas, o ideal seria a coleta da exposição durante todo o ciclo de trabalho. Pois, para fins de comparação dos resultados com limites de exposição ocupacional (LEO), as estratégias de coleta das amostras de poeira necessitam ser representativas da exposição dos trabalhadores ao longo de toda a jornada de trabalho. De acordo com Leidel et al. (1977) e conforme procedimento da FUNDACENTRO (2007b), os períodos de coleta com amostra única ou com várias amostras devem corresponder a jornada diária de trabalho e amostras de período parcial deve corresponder a pelo menos 70% desta jornada e serem representativos da exposição durante a jornada semanal.

6.2.2 Plano de amostragem

O plano de amostragem foi definido após o levantamento da exposição dos trabalhadores à poeira, durante as visitas preliminares, e estar de acordo com a NHO 08 (FUNDACENTRO,

2007b). As coletas foram realizadas em quatro canteiros de obras da RMR, no período de 26 de novembro de 2008 e 18 de março de 2009.

Na fase preliminar, deste estudo, foram notificadas nove atividades que expõe o trabalhador à presença de poeira, durante as fases de estrutura e acabamento, são elas: betoneiro (na preparação de argamassa), servente (em varrição e como ajudante de pedreiro), pedreiro (em assentamento e corte de cerâmica e granito), pedreiro (em reforma com demolição de alvenaria), pedreiro (em elevação de alvenaria), gesseiro (na preparação e aplicação de gesso em revestimento de parede), carpinteiro (em corte de madeira), pintor (em lixamento de superfícies) e mamoreiro (em operação de corte e polimento de rochas).

Devido aos elevados custos de análises, foram escolhidas seis funções/atividades consideradas mais críticas e de maior ocorrência em obras de construções verticais, considerando a análise preliminar realizada em canteiros de obras da Região Metropolitana do Recife:

- betoneiro – na preparação de argamassa;
- servente – em varrição e como ajudante de pedreiro;
- pedreiro – em assentamento e corte de cerâmica e granito;
- gesseiro – na preparação e aplicação de gesso em revestimento de parede;
- carpinteiro – em corte de madeira;
- pintor – em lixamento de parede.

É importante que o plano de amostragem definido, determine exatamente os tipos de poeiras e métodos de análises laboratoriais que deverão ser realizados, a fim de evitar retrabalhos e demais perdas econômicas, tais como: amostras, análises laboratoriais e tempo de coleta.

Foi elaborada uma estratégia de amostragem através de parâmetros que subsidiaram a coleta de amostras, tais como: o esquema de coleta das amostras de poeira com a definição das quantidades, do tipo e do método de análise; os materiais e equipamentos que foram utilizados na coleta de amostra; quem realizará a coleta; o laboratório que irá analisar a amostra e a apresentação dos resultados, conforme demonstrado a seguir:

a) **Esquema de coleta e análises para amostragem de poeira**

O Quadro 13 apresenta, de forma esquematizada, o resumo deste planejamento. Alguns parâmetros de coleta definidos foram comuns para as seguintes variáveis:

- O número de trabalhadores amostrados por vez – 1;
- O tempo de coleta ideal para um dia de trabalho – 8 horas, no entanto houve variação, dependendo da situação encontrada, de 6 à 8 horas;
- Vazão da bomba para amostragem de poeira total – aproximadamente 1,8L/min;
- Vazão da bomba para amostragem de poeira respirável – aproximadamente 1,7L/min;
- Definição dos métodos de análises aceitos por órgãos nacionais e internacionais;
- O branco de campo, de acordo com o método, corresponde a 10% das coletas;
- Não foram necessárias análises de sílica cristalina nas amostras de poeira do gesso, madeira e massa corrida, por não apresentarem em sua composição estrutural este agente químico.

Quadro 13 – Esquema de coleta das amostras de poeira

Profissão/ Atividade	Análise de Poeira Total NIOSH 0500	Análise de Poeira Respirável NIOSH 0600	Análise de Sílica Livre Cristalina NIOSH 7602
	Nº de coletas	Nº de coletas	Nº de coletas
Betoneiro / fabricação de argamassa	2	4	6
Pedreiro / corte de cerâmica e granito	3	2	5
Servente / varrição	1	3	4
Carpinteiro / corte de madeira	3	2	-
Gesseiro / preparação de massa e assentamento	3	3	-
Pintor / lixamento de massa corrida	2	2	-
Branco de campo	4	-	-

Fonte: Pesquisa de campo

b) **Materiais, equipamentos e instrumentos que foram utilizados na amostragem de poeira**

Para a coleta das poeiras identificadas nos canteiros de obra, foram utilizadas duas bombas de amostragem e dispositivos de coleta segundo critérios normalizados e descritos a seguir.

Bomba de amostragem de ar

Foram utilizadas duas bombas de amostragem de marca Gilian Instrument Corp., modelo GILAIR 5, números de série 20051002009 e 15925. As bombas de amostragem foram aferidas pelo método da bolha de sabão da NHO 07 (FUNDACENTRO, 2002), através do calibrador SENSIDYNE INC., modelo Gilibrator 2, número de série 0204209-S, com célula de calibração marca Gilian[®], modelo Standard Flow Cell e número de série 0512041-S. Os equipamentos utilizados pertencem ao Laboratório de Segurança e Higiene do Trabalho (LSHT) da Universidade de Pernambuco (UPE) e foram adquiridos através do projeto de pesquisa financiado pelo FINEP intitulado “Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho – GSST” coordenado pelo Prof. Dr. Béda Barkokébas Junior.

As bombas de amostragem e o calibrador de vazão foram aferidos pela empresa Almont do Brasil no dia 25 de abril de 2008, cujas cópias dos certificados de nº 893-2008, 897-2008 e 898-2008 encontram-se no ANEXO A.

Vazão de ar das bombas de amostragem

De acordo com a metodologia adotada, a vazão da bomba de amostragem de ar foi definida a fim de atender as especificações e a recomendação do laboratório de análise escolhido. A seguir estão relacionadas as vazões ajustadas na calibração das bombas de amostragem:

- para amostragem da poeira total a vazão da bomba amostradora foi ajustada para aproximar-se do valor de 1,8 L/min;
- para a poeira respirável a vazão da bomba amostradora foi ajustada para aproximar-se do valor de 1,7 L/min.

Filtro de membrana

Os filtros de membranas são de material polímero, de malha rígida uniforme e contínua. Possuem poros com tamanhos determinados. Foram solicitados filtros de membranas para atender amostras com presença de sílica e teoricamente sem presença de sílica, conforme discriminação:

- *Filtro* membrana de PVC 5, 5 μ m de poro e 37 mm de diâmetro, para análise com presença de sílica;
- *Filtro de membrana* de PTFE 37, para análise sem presença de sílica.

Porta filtro

Também chamado de cassete, é o componente que abriga e sustenta o suporte do filtro e o filtro de membrana. É feito de PVC e foram solicitados ao laboratório responsável pela realização das análises laboratoriais.

Separador de partículas

O separador de partículas utilizado foi do tipo *ciclone de NYLON*, Dorr-Oliver, diâmetro de 10 mm e vazão de 1,7 L/min, para retenção de partículas maiores do que as da faixa das partículas respiráveis que ficarão retidas no filtro. É utilizado para separação de partículas da fração respirável.

Formulário para coleta de poeira

Foi elaborado um formulário padrão para ser aplicado durante as amostragens de poeira, onde estão especificados os dados referentes aos amostradores, vazão da bomba, tempo amostrado e a descrição das atividades desenvolvidas pelos trabalhadores. Este formulário encontra-se no APÊNDICE C.

Pessoal habilitado para coleta do material

A pesquisadora e auxiliares que realizaram as coletas de campo foram treinados pelos professores do Laboratório de Segurança e Higiene do Trabalho (LSHT), para a utilização e calibração correta dos equipamentos e materiais que foram utilizados durante a pesquisa de campo.

c) Escolha do laboratório de análise e custo

O laboratório escolhido para realização das análises foi o ENVIRON CIENTÍFICA LTDA, empresa reconhecida por entidades oficiais no Brasil, credenciada pelo American Industrial Hygiene Association (AIHA) e pela American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH). O laboratório é localizado em São Paulo e a escolha se deu pela inexistência de laboratórios credenciados no Nordeste. Foi o próprio laboratório quem forneceu os cassetes de amostragem e o custo total das análises foi de R\$ 3.172,83 (três mil cento e setenta e dois reais e oitenta e três centavos). As análises laboratoriais foram financiadas pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), através de verba do Programa Nacional de Cooperação Acadêmica (PROCAD) 2008,

repassadas pelo Programa de Engenharia Civil (PEC) da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco.

d) Apresentação e análise da pesquisa de campo preliminar

Foi elaborado um diagnóstico preliminar sobre as condições ambientais e de trabalho, da percepção do trabalhador e da política da empresa quanto à matéria em estudo. As informações, decorrentes de observações e de dados fornecidos pelos técnicos e trabalhadores, foram analisadas e subsidiaram a estratégia de amostragem para realização das análises quantitativas.

e) Apresentação e análise dos resultados laboratoriais

Os resultados da avaliação quantitativa de poeira estão apresentados como concentração de poeira inalável total, de poeira inalável respirável e de α -quartzo total e respirável, em miligramas por metros cúbicos de ar (mg/m^3). Em situações onde se coletou mais de uma amostra para uma mesma atividade durante a jornada de trabalho, ou seja, amostras parciais, também foi calculada a concentração média ponderada pelo tempo de amostragem, de acordo com a Equação 5.4 p. 83, como concentração diária da atividade. Esta divisão se deu na intenção de evitar a saturação do amostrador, de acordo com a percepção do pesquisador. Os levantamentos das atividades e as condições de amostragem ficaram registradas em dezesseis formulários preenchidos durante as coletas de poeiras, que encontram-se no APÊNDICE D, e os resultados analíticos das amostragens realizadas encontram-se em uma Tabela geral no APÊNDICE E.

Para comparação das concentrações encontradas com os limites de exposição ocupacional (LEO) foram adotados os índices nacionais, da NR 15 e os índices internacionais, adotados pela ACGIH, conforme descrição a seguir:

Pelo Anexo 12 da NR 15, os limites de tolerância para concentração de poeira inalável respirável e total em amostras com presença de sílica livre cristalina, para jornada de trabalho de até 48 horas semanais, foram calculados segundo fórmulas apresentadas no Quadro 14.

Quadro 14 – Limites de Tolerância para poeira contendo sílica cristalina da NR 15

Poeira mineral	Limite de tolerância
Sílica livre cristalizada	Poeira respirável $LT = \frac{8}{\% \text{ quartzo} + 2}$
	Poeira total $LT = \frac{24}{\% \text{ quartzo} + 3}$

Fonte: BRASIL (1977)

Pela ACGIH o limite de exposição ocupacional TLV-TWA e Valor Guia foram estabelecidos para jornada de trabalho de 40 horas semanais. Portanto, sendo necessária a correção para a jornada brasileira de 44 horas semanais. Esses valores corrigidos foram calculados pela multiplicação dos limites de exposição da ACGIH pelo fator de redução (FR) do modelo Brief & Scala, segundo Equação 3.1 p.35.

Para calcular o FR para jornada de 44 horas semanais, basta considerar o $h = 44$ na Equação 3.1, então:

$$FR = \frac{40}{44} \times \frac{168 - 44}{128} \quad \text{assim,} \quad FR = 0,881 \quad (3.1)$$

Neste estudo, para efeito dos resultados, foi adotado o termo limite de exposição ocupacional (LEO), para referi-se a qualquer um dos dois limites, LT (NR 15) e TLV (ACGIH) corrigido. Então, os valores corrigidos LEO, da ACGIH foram calculados de acordo com a Equação 6.1.

$$\begin{aligned} LEO &= FR \times TLV \text{ (mg/m}^3\text{)} && \text{ou,} && (6.1) \\ LEO &= 0,881 \times TLV \text{ (mg/m}^3\text{)} \end{aligned}$$

Onde: LEO = Valor do limite de exposição ocupacional corrigido;

FR = Fator de redução do modelo Brief & Scala, para 44 horas semanais igual a 0,881;

TLV = Valor do limite de exposição da ACGIH.

O Quadro 15 apresenta os valores TLV-TWA e Valores Guias corrigidos pela Equação 6.1, para a jornada de 44 horas semanais, ou seja:

Quadro 15 – Valores dos limites de exposição ocupacional da ACGIH corrigidos

POEIRA MINERAL	TLV-TWA / VALOR GUIA
Sílica cristalina (α -quartzo e cristobalita)	Poeira Respirável = 0,022 mg/m ³
PNOS (valor guia) para poeira de gesso e massa corrida	Poeira Respirável = 2,643 mg/m ³ Poeira Inalável = 8,81 mg/m ³
Poeira de MADEIRA	Poeira Inalável = 0,440 mg/m ³ (para Cedro Vermelho do Oeste) Poeira Inalável = 0,881 mg/m ³ (para todas as espécies)

Fonte: ACGIH (2008)

Como não existem valores de exposição para o gesso e para a massa corrida pela NR 15 nem pela ACGIH, as concentrações encontradas foram comparadas aos valores guia recomendados pela ACGIH para partículas insolúveis ou de baixa solubilidade não especificadas de outra maneira (PNOS), pois o gesso e a massa corrida atendem os requisitos do Anexo E da ACGIH (2007).

6.3 Medidas de controle

Após a análise e interpretação dos resultados obtidos nesta pesquisa e nas condições e processos de trabalho observados, algumas medidas de controle foram sugeridas, baseadas em técnicas de engenharia, na observação às normas brasileiras, no programa de proteção respiratória (PPR) e na especificação do EPR adequado às funções/atividades.

Para as atividades que apresentaram concentração de poeiras acima ou próximo ao nível de ação foram sugeridas algumas medidas de controle preventivas para minimizar o risco da exposição.

As medidas de controle sugeridas neste estudo tiveram como base os seguintes documentos:

- o formulário inicial que apresentou dados relativos à política da empresa quanto a gestão de segurança e saúde do trabalhador, referentes aos programas obrigatórios PCMSO e PCMAT e medidas de boas práticas adotadas;

- o formulário com as questões dirigidas ao trabalhador, verificação da satisfação dos mesmos em relação ao ambiente de trabalho, conhecimento quanto ao uso do EPR e os cuidados que se deve ter;
- percepção dos riscos a que estão expostos os trabalhadores, por parte das empresas e do próprio trabalhador;
- os resultados laboratoriais das concentrações de poeiras coletadas.

Por fim, este estudo propôs medidas de controle de forma coletiva e individual com a intenção de minimizar e controlar os riscos de exposição à poeira, em algumas das atividades analisadas. Também foi elaborado um roteiro prático para implantação de um programa de proteção respiratória (PPR) para ser aplicado em canteiros de obras, relativo aos trabalhadores que estão expostos a determinadas atividades geradoras de poeira.

6.4 Avaliação da eficiência das medidas adotadas

A avaliação da eficiência das medidas adotadas é uma ferramenta de relevada importância para a melhoria das ações de controle, no que pese a segurança e saúde do trabalhador.

Este estudo não teve a intenção de adotar medidas de controle para controlar a exposição ao agente químico, apenas fez sugestões de medidas que poderão ser adotadas, diante aos resultados encontrados. Portanto, não houve análise de ferramentas de avaliação da eficiência das medidas adotadas, até porque, essas ferramentas não foram encontradas nos canteiros de obras visitados.

No entanto, este estudo identificou a adoção de medidas de controle individual, como é o caso do uso de EPR e adoção de boas práticas em algumas atividades estudadas. Assim, sugere algumas ferramentas de avaliação da eficiência dessas medidas e de outras que venham ser adotadas.

7 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados: o diagnóstico preliminar, resultado da primeira etapa da pesquisa de campo que inclui o levantamento das atividades geradoras de poeira e as suas descrições; as matérias primas utilizadas nas atividades estudadas e os respectivos agentes químicos encontrados. Também serão apresentados: o resultado de observações relativas à política e gestão de segurança do trabalho e a percepção do trabalhador quanto à proteção respiratória; os resultados analíticos quantitativos da segunda etapa da pesquisa de campo com a interpretação dos dados; propostas de medidas de controle e por fim, alguns procedimentos para avaliação de medidas de controle adotadas.

7.1 Diagnóstico preliminar

O diagnóstico preliminar foi fruto de observações das atividades desenvolvidas pelos trabalhadores que estão expostos a algum tipo de poeira nos canteiros de obras de edificações verticais, com registros fotográficos, e da aplicação de dois formulários. Os formulários foram preenchidos durante as visitas com ajuda de profissionais qualificados, engenheiros de obra e técnicos de segurança do trabalho. Nesta etapa foram visitados 25 canteiros de obras que encontravam-se nas fases de estrutura (16) e de acabamento (09). Os canteiros de obras escolhidos fazem parte de 22 empresas construtoras consideradas de grande (6), médio (8) e pequeno (8) porte, em relação ao número de canteiros de obras, número de empregados e volume de faturamento. Sendo localizados em 17 bairros da Região Metropolitana do Recife.

No reconhecimento das atividades observou-se que nestas fases de produção, a poeira pode estar presente durante o período de trabalho com mais ou menos intensidade, dependendo da matéria prima empregada, da técnica e equipamento utilizados. A seguir será apresentado o resultado destas observações e análise preliminar quanto à exposição de trabalhadores a poeira.

7.1.1 Atividades geradoras de poeira e matérias primas utilizadas

Foram identificados nove postos de trabalho, durante as fases de produção de estrutura e acabamento, cujas atividades geram algum tipo de poeira. O Quadro 16 relaciona os postos de

trabalhos pela função, materiais de construção utilizados e as atividades desenvolvidas pelos trabalhadores.

Quadro 16 – Atividades geradoras de poeira

Função	Atividades	Materiais
Betoneiro	1 Fabricação de argamassa e concreto	Cimento, areia, brita, cal
Carpinteiro	2 Corte de madeiras	Madeira
Gesseiro	3 Revestimento com pasta de gesso Revestimento com placas de gesso	Gesso
Pintor	4 Lixamento de superfícies (paredes e tetos)	Gesso, massa corrida
Marmoreiro	5 Operação de corte e polimento de rocha	Cerâmica, granito, mármore e porcelanatos
Pedreiro	6 Elevação de alvenaria	Cimento, areia, cal
	7 Reforma / demolição de alvenaria	Resíduo sólido classe A
	8 Operação de corte e assentamento	Cerâmica, granito, mármore, azulejo e porcelanatos
Servente	9 Limpeza da obra (varrição) Transporte de material granular Serviços diversos	Cimento, areia, cal, gesso, cerâmica, resíduos sólidos (mistura de areia, tijolo, concreto, pó de madeira, ferro, etc.)

Fonte: Pesquisa de campo preliminar

7.1.2 Descrição das atividades desenvolvidas pelo trabalhador

A determinação do processo de trabalho num canteiro de obra está intrinsecamente ligada às características de cada local, dos processos de trabalho adotados pela empresa e dos materiais de construção utilizados, mas de uma forma geral pode-se afirmar que as atividades básicas, observadas durante a pesquisa preliminar, assim se descrevem:

i) fabricação de argamassa e concreto - quando está fabricando argamassa ou concreto, o betoneiro e seus ajudantes estão em contato normalmente com cimento, cal, areia, brita e

água. Transportam esses materiais através de padiolas, carros de mão ou outros meios, peneiram areia e alimentam a betoneira;

ii) corte de madeiras - quando estiverem executando o corte de madeiras, o carpinteiro e seus ajudantes estão em contato com o pó da madeira durante o processo de serragem, pela serra elétrica circular, serra manual ou através de máquinas elétricas com disco de corte. Também é percebida a poeira de madeira durante a varrição do local de trabalho;

iii) revestimento com pasta ou placas de gesso – quando está aplicando gesso através de pastas ou placas, o gesseiro e seus ajudantes estão em contato com o pó do gesso durante o transporte das embalagens, a preparação da pasta de gesso, para o assentamento, e depois na limpeza da área e dos utensílios utilizados;

iv) lixamento de superfícies (paredes e tetos) – geralmente é o pintor quem pratica o lixamento das superfícies a serem pintadas, tal quais, paredes e tetos. E neste caso, o trabalhador está exposto à poeira do gesso ou de massa corrida. Para tanto, utiliza-se de folha de papel lixa;

v) corte e polimento de rocha (granito / mármore, etc.) – não é comum encontrar marmoreiros praticando corte e polimento de rochas em canteiros de obras, geralmente as obras recebem estes materiais já cortados e polidos. Neste caso, o profissional está exposto, principalmente, à sílica livre cristalina presente na composição destes materiais;

vi) elevação de alvenaria – esta atividade é realizada por pedreiros e seus ajudantes que estão em contato com tijolos, argamassa (areia, cimento, cal e água) e ferramentas, durante o transporte e elevação de paredes;

vii) reforma / demolição de alvenaria – esta atividade é realizada por pedreiros e seus ajudantes, quando necessário durante uma obra ou quando há modificações solicitadas pelos compradores do imóvel. A atividade de reforma é bastante comum em edificações antigas, com demolição de paredes e estruturas. Nestes casos, o contato com a poeira é intensificada tanto no ato da demolição quanto na organização dos resíduos sólidos, classificados como Classe A (entulhos de concreto, argamassas e tijolos), que têm de ser acondicionados em dispositivos próprios até o seu descarte final;

viii) corte de cerâmica, granito, porcelanatos, etc. – esta atividade também é executada por pedreiros para o assentamento destas peças, durante a fase de acabamento. Normalmente o corte das peças é realizado por máquina elétrica com disco de corte (tipo maquita) ou com a riscadeira. Neste caso, o profissional está exposto, principalmente, à sílica livre cristalina presente na composição destes materiais

ix) limpeza da obra e transporte de material granular – esta atividade é realizada pelos serventes, e de forma geral é executada durante quase toda a duração de uma obra, ou seja, transportar materiais, varrer, limpar e juntar em sacos de nylon ou outros dispositivos de acondicionamento e armazenamento, resíduos de diversos materiais como cimento, cal, areia, resíduos de alvenaria, madeira, metal, rocha, cerâmica, gesso, etc.. Das várias atividades realizadas pelos serventes, a que mais se destaca, quanto à exposição de poeira, é a atividade de varrição, sendo praticada constantemente.

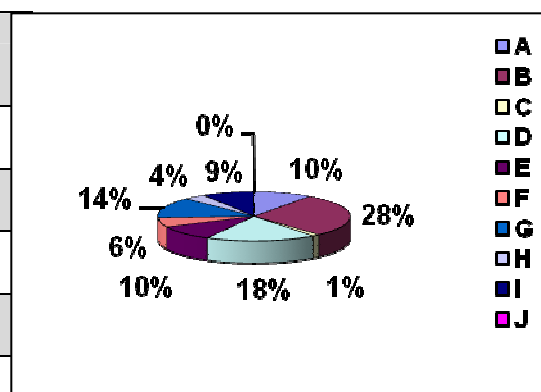
7.1.3 Agentes químicos identificados

Ao visitar as obras observou-se as atividades que estavam acontecendo e o material de construção utilizado no momento da visita. Esta observação gerou o número de ocorrência (frequência) de cada atividade com o correspondente agente químico utilizado. A poeira do cimento para fabricação de argamassa teve a maior frequência entre as obras visitadas, significando ser o agente químico mais presente no momento das observações, seguido pela poeira da madeira, da areia, poeira de varrição, do cal, gesso, e poeira proveniente de demolição ou reforma. Apenas 1% da amostragem é relativa ao corte ou polimento de pedras ornamentais, o que demonstra que tais atividades não são corriqueiras nos canteiros de obras, pois em muitos casos o material já vem com as dimensões desejadas do fornecedor.

Os agentes químicos identificados pelas atividades desenvolvidas e suas frequências, estão relacionados, conforme Quadro 17 e o Gráfico 1.

Quadro 17 e Gráfico 1 – Agentes químicos presentes nas atividades pesquisadas

	Agente Químico	Atividade	Freq.
A	Gesso	Revestimento e acabamento	8
B	Cimento	Fabricação de argamassa	23
C	Poeira de pedras ornamentais	Corte / Polimento	1
D	Poeira de madeira	Corte de madeira	15
E	Cal	Fabricação de argamassa	8
F	Poeira de cerâmica e/ou porcelanatos	Corte/polimento	5
G	Areia	Fabricação de e argamassa	11
H	Poeira de alvenaria ou concreto	Reforma / Demolição	3
I	Entulho / Lixo	Varrição	7



FONTE: Pesquisa de campo preliminar

Fonte: Pesquisa de campo preliminar

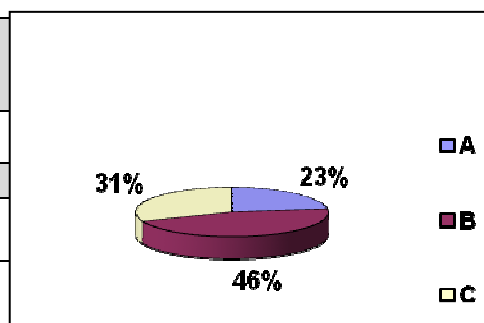
7.1.4 Utilização de equipamento de proteção respiratória (EPR)

Quanto à proteção respiratória adotada pelos trabalhadores dos 25 canteiros de obra constatou-se que 22 trabalhadores utilizavam equipamento de proteção respiratória (EPR) de peça filtrante seguido de modelos com filtro removível (usado apenas por betoneiros, gesseiros e pintores) como mostra o Quadro 18 e o Gráfico 2. Contudo este segundo tipo de EPR necessita de cuidados especiais, como a troca e manutenção do filtro e a escolha do filtro adequado.

Quadro 18 e o Gráfico 2 – Modelo de EPR utilizados

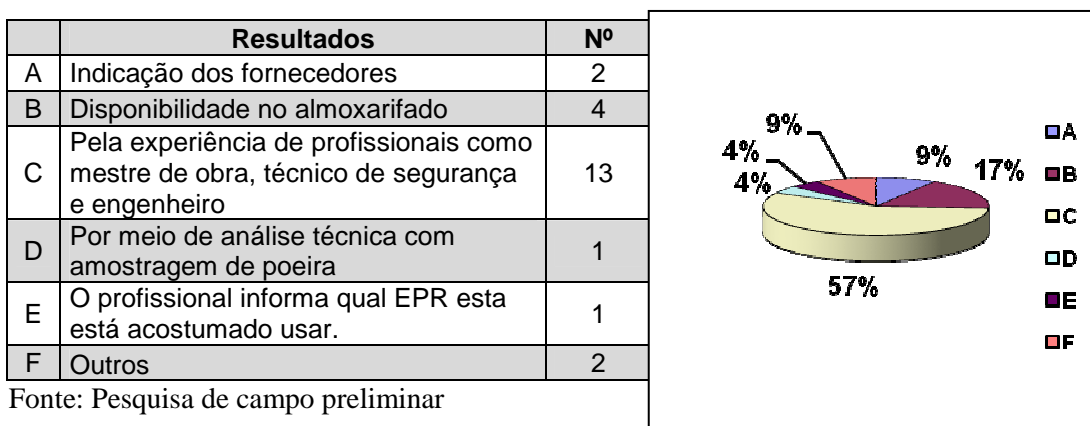
	Resultados	Nº de trabalhadores
A	Peça filtrante com válvula	11
B	Peça filtrante	22
C	Peça filtrante com filtro removível	15

Fonte: Pesquisa de campo preliminar



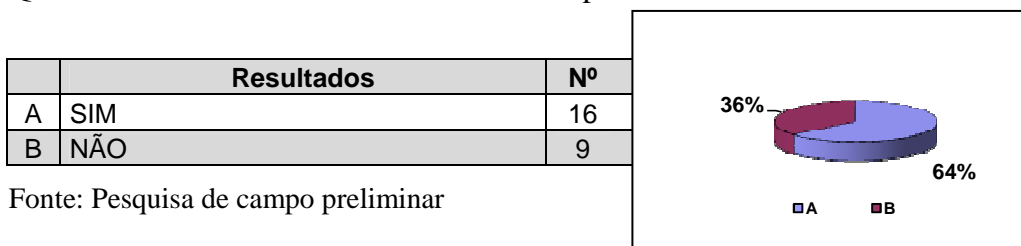
Quanto ao critério de escolha do EPR observa-se no Quadro 19 e Gráfico 3, que a maioria dos canteiros de obras (57%) utiliza a experiência de profissionais como mestre-de-obras, técnico de segurança ou engenheiro, para a escolha do tipo do EPR a ser adotado nos canteiros de obras. Seguido pela disponibilidade do almoxarife e a indicação dos fornecedores. Consta-se ainda que em apenas uma empresa a avaliação do nível de concentração de poeira no ambiente de trabalho foi levada em consideração para escolha do EPR.

Quadro 19 e Gráfico 3 – Critério para escolha do EPR



Quando indagados se o custo era fator relevante para a escolha do EPR, 64% responderam que sim. Ver Quadro 20 e Gráfico 4.

Quadro 20 e Gráfico 4 – O custo é relevante para escolha do EPR



Do total de EPR analisados foram anotados 17 números de Certificado de Aprovação (CA), para verificação quanto à validade e quanto à correta aplicação dos mesmos, cuja avaliação encontra-se no Quadro 21. Por meio de pesquisa do CA, no site do Ministério do Trabalho e Emprego, constatou-se que dos 17 números de CA verificados, em três canteiros de obras distintos, 3 (17,6%) estavam fora da validade e os EPR possuíam filtros removíveis do tipo químico classe 1. Este tipo de filtro é inadequado à função de betoneiro e gesso, que são expostos à poeira de cimento, cal, areia, argamassa industrializada e gesso, e precisam ser protegidos contra a inalação de partículas sólidas. Os filtros corretos são do tipo mecânico.

Quadro 21 – Avaliação dos EPR vistoriados

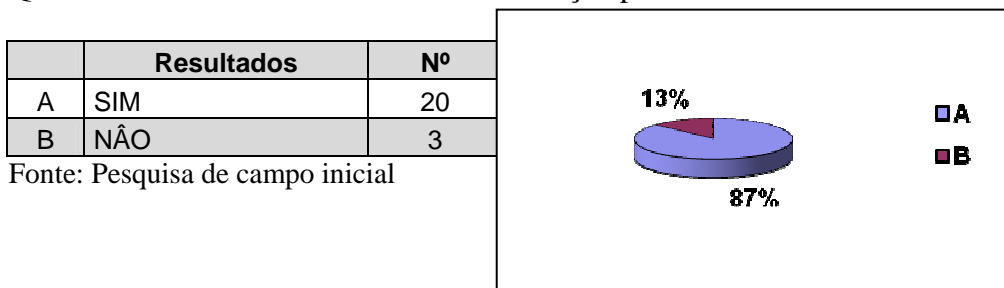
Usuários	C.A.	Data de Validade	Descrição	Aplicabilidade	Conforme
Carpinteiro, servente/pedreiro	14104	2/12/2008	RESPIRADOR PURIFICADOR DE AR TIPO PEÇA SEMIFACIAL FILTRANTE PARA PARTÍCULAS PFF1	CONTRA POEIRAS, NÉVOAS E FUMOS.	SIM
Gesseiro, Ajudante de gesseiro	18016	10/5/2012	RESPIRADOR PURIFICADOR DE AR TIPO PEÇA SEMIFACIAL FILTRANTE PARA PARTÍCULAS PFF2	CONTRA POEIRAS, NÉVOAS E FUMOS.	SIM
Betoneiro	17285	26/12/2011	RESPIRADOR PURIFICADOR DE AR TIPO PEÇA UM QUARTO FACIAL	CONTRA A INALAÇÃO DE PARTÍCULAS SÓLIDAS	SIM
Betoneiro	12375	15/5/2012	RESPIRADOR PURIFICADOR DE AR TIPO PEÇA SEMIFACIAL FILTRANTE PARA PARTÍCULAS PFF1	CONTRA POEIRAS E NÉVOAS.	SIM
Betoneiro	17284	26/12/2011	RESPIRADOR PURIFICADOR DE AR TIPO PEÇA UM QUARTO FACIAL	CONTRA A INALAÇÃO DE PARTÍCULAS SÓLIDAS	SIM
Betoneiro	12023	1/3/2007	RESPIRADOR PURIFICADOR DE AR TIPO PEÇA UM QUARTO FACIAL	COM FILTROS QUÍMICOS CLASSE1.	NÃO
Servente / Pedreiro	8356	11/12/2012	RESPIRADOR PURIFICADOR DE AR TIPO PEÇA SEMIFACIAL FILTRANTE PARA PARTÍCULAS PFF1	CONTRA A INALAÇÃO DE POEIRAS E NÉVOAS.	SIM
Betoneiro	4486	1/3/2007	RESPIRADOR PURIFICADOR DE AR TIPO PEÇA SEMIFACIAL	USADO COM FILTROS QUÍMICOS CLASSE 1.	NÃO
Operador de lixadeira	16366	21/3/2011	RESPIRADOR PURIFICADOR DE AR TIPO PEÇA SEMIFACIAL FILTRANTE PARA PARTÍCULAS	CONTRA A INALAÇÃO DE POEIRAS, NÉVOAS E FUMOS.	SIM
Betoneiro	12023	1/3/2007	RESPIRADOR PURIFICADOR DE AR TIPO PEÇA UM QUARTO FACIAL	USADO COM FILTROS QUÍMICOS CLASSE1.	NÃO
Betoneiro	12375	15/5/2012	RESPIRADOR PURIFICADOR DE AR TIPO PEÇA SEMIFACIAL FILTRANTE PARA PARTÍCULAS PFF1	CONTRA POEIRAS E NÉVOAS.	SIM
Betoneiro	14305	1/3/2009	RESPIRADOR PURIFICADOR DE AR TIPO PEÇA UM QUARTO FACIAL	CONTRA INALAÇÃO DE MATERIAL POEIRAS E NEVOAS.	SIM
Betoneiro	14781	2/3/2011	RESPIRADOR PURIFICADOR DE AR TIPO PEÇA UM QUARTO FACIAL	CONTRA A INALAÇÃO DE PARTÍCULAS SÓLIDAS	SIM
Betoneiro	10577	1/2/2010	RESPIRADOR PURIFICADOR DE AR TIPO PEÇA SEMIFACIAL FILTRANTE PARA PARTÍCULAS PFF1	CONTRA PARTÍCULAS, POEIRAS E NÉVOAS.	SIM
Betoneiro, Gesseiro	12036	3/7/2012	RESPIRADOR PURIFICADOR DE AR TIPO PEÇA UM QUARTO FACIAL	CONTRA A INALAÇÃO DE PARTÍCULAS SÓLIDAS,	SIM
Betoneiro, Servente/Pedreiro	14102	2/12/2008	RESPIRADOR PURIFICADOR DE AR TIPO PEÇA SEMIFACIAL FILTRANTE PFF2 COM FBC1	CONTRA VAPORES ORGÂNICOS ATÉ 50 PPM (FBC1), POEIRAS, NÉVOAS E FUMOS.	SIM
Betoneiro	14104	2/12/2008	RESPIRADOR PURIFICADOR DE AR TIPO PEÇA SEMIFACIAL FILTRANTE PARA PARTÍCULAS PFF1	CONTRA POEIRAS, NÉVOAS E FUMOS.	SIM

Fonte: Pesquisa de campo inicial

Também foi constatado que nove trabalhadores, em seis canteiros de obras distintos, usavam EPR do tipo peça filtrante e que não possuíam número do CA nas peças nem nas embalagens. Verificou-se que os mesmos são adquiridos a um baixo custo de fornecedores que os entregam avulsos em grandes embalagens, não originais do produto. Tal fato alerta para a necessidade de se averiguar a procedência e a qualidade dos equipamentos de proteção que estão sendo utilizados pelos trabalhadores para proteger-se de doenças respiratórias.

Outros fatores importantes a serem observados são a manutenção e higienização do EPR, que na sua falta, pode gerar acúmulo de material particulado dificultando ainda mais a respiração do trabalhador. Com relação à manutenção periódica dos EPR, 87% dos canteiros de obra diziam possuir cronograma para limpeza, ver Quadro 22 e Gráfico 5. No entanto, a Figura 3 apresenta alguns modelos de EPR do tipo peça filtrante com filtros mecânicos em condições de saturação dos filtros, que estavam sendo utilizados no momento da visita.

Quadro 22 e Gráfico 5 – Realizam manutenção periódica no EPR



(A)



(B)



(C)

Figura 3 – Imagens de EPR em utilização: 3A – utilizado por um betoneiro, 3B e 3C – utilizados por gesseiros

Quanto à periodicidade na substituição dos EPR não existem critérios preventivistas bem definidos, e varia de acordo com a necessidade e a função. Nas atividades mais críticas são adotados períodos curtos de um a três dias e pode chegar até seis meses para a substituição do EPR. Observou-se também, que atividades com a utilização de gesso é bastante crítica e que o EPR fica saturado rapidamente, diminuindo inclusive a capacidade respiratória do trabalhador.

Verificou-se que as atividades com gesso, sejam no momento de fazer a pasta de gesso para revestimento de superfícies ou durante a limpeza do local de trabalho, o EPR fica saturado rapidamente. Observou-se também, que estes tipos de atividades sugerem o uso de óculos de proteção, como mostra a Figura 4, onde o trabalhador apresenta-se com os olhos irritados e vermelhos.



Figura 4 – Equipamento de proteção respiratória saturado

Foi verificado que nenhum canteiro de obra visitado realizava exame médico específico com os trabalhadores para averiguar se estes possuíam complicações médicas ou características físicas que restrinjam o uso do equipamento. Quanto aos ensaios de vedação no EPR a resposta foi a mesma, nenhum canteiro realizava. Assim, foram verificados diversos casos de trabalhadores com barba ou ajustando o EPR inadequadamente, diminuindo a eficiência de vedação do mesmo.

7.1.5 Avaliação dos programas PCMAT, PCMSO e PPR e adoção de boas práticas

Foram feitas análises sobre estes quatro programas de proteção à segurança e saúde dos trabalhadores, em 24 canteiros de obras visitados. Apenas um canteiro ainda não possuía os

programas. De uma forma geral foi verificado que não existe uma uniformização, quanto aos critérios relativos à proteção respiratória, entre os canteiros de obras. Há um esforço das empresas quanto à adoção de medidas de controle, como é o exemplo da distribuição de EPR nas atividades de maior exposição à poeira. No entanto, os exames médicos solicitados no PCMSO para as funções, não seguem um critério único. Cada profissional solicita os exames que lhes parecem ser necessários. A seguir, serão feitas as análises relativas aos programas.

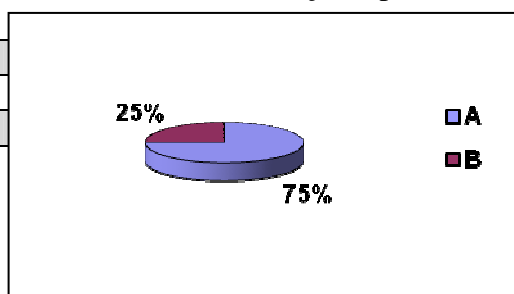
a) Avaliação dos programas de condições e meio ambiente do trabalho (PCMAT)

Quanto à descrição dos riscos provenientes da exposição à poeira constar no PCMAT, verificou-se que 75% dos canteiros incluem esta descrição, conforme Quadro 23 e Gráfico 6.

Quadro 23 e Gráfico 6 – O PCMAT descreve os riscos em relação à poeira

	Resultados	Nº
A	SIM	18
B	NÃO	6

Fonte: Pesquisa de campo preliminar



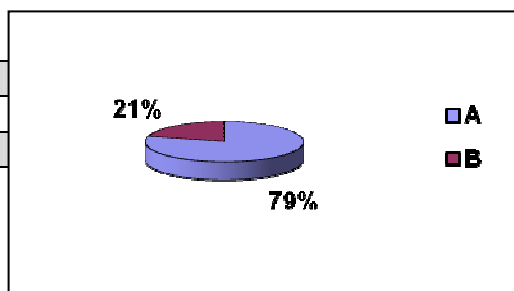
b) Avaliação dos programas de condições médicas e saúde ocupacional (PCMSO)

Em relação à constatação sobre os riscos provenientes da exposição à poeira, 79% dos relatórios constavam afirmação positiva, conforme Quadro 24 e Gráfico 7. Quanto aos exames periódicos descritos pelo PCMSO e solicitados pelo médico do trabalho, verificou-se que não existe um critério uniforme para a prescrição dos mesmos, ou seja, não existe uma padronização quanto aos riscos inerentes às atividades. Foi constatado que a função de betoneiro foi a mais evidenciada em relação às ações da poeira no organismo, 18 canteiros realizam exame de raio X do tórax e em 16 realizam a espirometria, mas também não é a totalidade dos canteiros. Depois vem a função de carpinteiro e servente de pedreiro, conforme Quadro 25. Observa-se ainda, que as funções de gesso e pintor foram pouco evidenciadas, contrário a observação de campo, onde foi constatado grande presença de exposição à poeira durante a prática destas atividades. Com um agravante de o gesso ser cada vez mais um produto abundante nos canteiros de obras, sendo utilizado em revestimento de paredes, forro de teto e até mesmo como divisórias internas dos pavimentos.

Quadro 24 e Gráfico 7 – O PCMSO descreve os riscos de inalação de poeira

	Resultados	Nº
A	SIM	19
B	NÃO	5

Fonte: Pesquisa de campo preliminar



Quadro 25 – Exames periódicos por função

	Resultados	Raio x de tórax	Espirometria
A	Carpinteiro	7	4
B	Betoneiro	18	16
C	Gesseiro	2	1
D	Pintor	1	1
E	Servente/Pedreiro	6	3
F	Outros: Servente de Fachada	1	1

Fonte: Pesquisa de campo preliminar

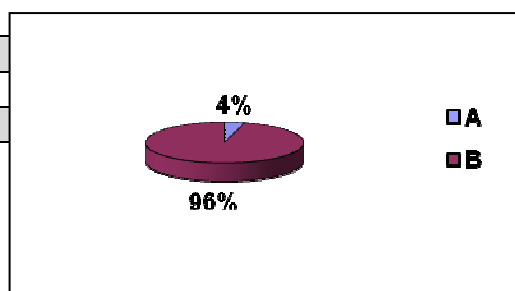
c) Avaliação dos programas de proteção respiratória (PPR)

Apenas uma empresa afirmou possuir o programa, contudo quando foi solicitado para mostrar o seu conteúdo, afirmou não estar de posse no momento da visita, como mostra o Quadro 26 e Gráfico 8.

Quadro 26 e Gráfico 8 – Dispõe de Programa de Proteção Respiratória

	Resultados	Nº
A	SIM	1
B	NÃO	24

Fonte: Pesquisa de campo preliminar



d) Adoção de boas práticas

Ao avaliar boas práticas para atenuar a exposição à poeira, verificou-se que três práticas são utilizadas: molhar o piso antes de varrer, é a mais usada (76%); umidificação da cal quando do seu uso para produção de argamassa (40%) e locação adequada de equipamentos de operação com geração de poeira (36%), ver Quadro 27.

Também foi observada a falta de cuidado com relação à locação de equipamento, por exemplo, betoneiras estavam localizadas próximas do almoxarifado e do elevador de materiais, além de estar em local inadequado devido a problemas de ventilação, expõe outros trabalhadores que circulam pelo local sem uso do EPR. Observa-se na Figura 5 um operário varrendo o chão sem o EPR e sem molhá-lo.

Quadro 27 – Ações para se evitar a exposição excessiva do trabalhador à poeira

	Resultados	Nº resp. positivas	(%)
A	Antes de varrer o chão o mesmo é molhado	19	76
B	A cal utilizada na argamassa é umedecida para o uso	10	40
C	Depósitos ou equipamentos geradores de poeira estão em local adequado, distante de áreas de permanência de pessoas.	9	36

Fonte: Pesquisa de campo preliminar



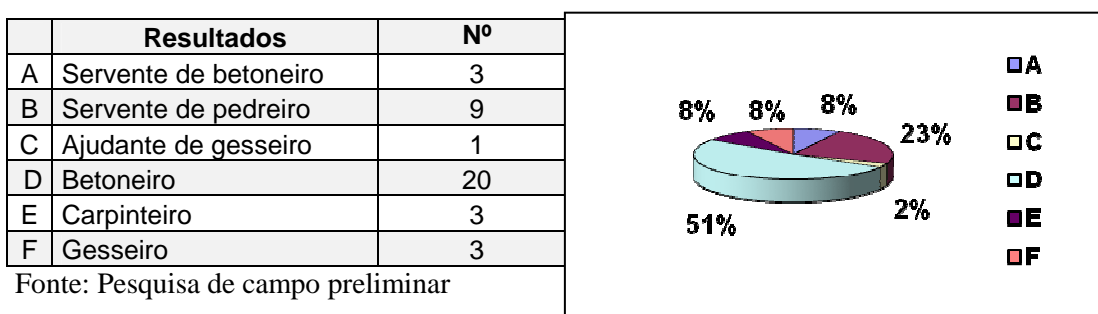
Figura 5 – Funcionário varrendo o chão sem EPR e sem umedecer o piso

De uma forma geral, este diagnóstico preliminar evidenciou a importância que deve ser dada a proteção respiratória dos trabalhadores de canteiros de obras, em suas atividades aqui relacionadas. Com relação às empresas, verifica-se que existe a percepção, por parte da maioria delas, devido à utilização de EPR, apesar do uso equivocado quanto ao tipo e os cuidados que se deve ter.

7.2 Resultados da análise da percepção do trabalhador

Em um segundo formulário foi realizada uma avaliação direta com 39 trabalhadores expostos à poeira, durante o desenvolvimento das suas atividades. Destes, a maioria eram betoneiros e ajudantes de pedreiro, conforme relacionado no Quadro 28 e Gráfico 9. A idade média dos trabalhadores era de 37 anos, onde os mesmos exerciam a função em média há 7,4 anos, com variação de 30 anos a 3 meses. Em média, a exposição à poeira é sentida pelos trabalhadores durante 7h10min por dia de trabalho.

Quadro 28 e Gráfico 9 – Trabalhadores por funções analisadas



As questões aplicadas e sua contabilização estão discriminadas no Quadro 29 e a análise destes dados está comentada a seguir.

Quadro 29 – Resultado da percepção dos trabalhadores

Resultados	SIM	NÃO
A poeira do ambiente de trabalho lhe incomoda?	25	14
Sente irritação nos olhos/aparelho respiratório/pele devido a poeira?	7	32
Possui algum problema de saúde que dificulte o uso do EPR?	1	38
Tem dificuldades de respirar ao fazer esforço físico?	16	23
O uso do EPR incomoda nas atividades diárias?	16	23
Sente dificuldade de respirar ao usar o EPR?	12	27
Se o EPR tiver filtro, já trocou o mesmo?	11	4
O EPR esta limpo e bem conservado?	32	7
O EPR está guardado em local adequado?	30	9
Em que situação é solicitada a substituição do EPR?		
Recebeu treinamento para ajustar o EPR ao rosto?	28	11
Possui barba / bigode ou costeleta?	25	14

Fonte: Pesquisa de campo preliminar

A poeira no ambiente de trabalho chega a níveis de concentração que incomoda, a maioria dos trabalhadores 25 (64%), de alguma forma como, por exemplo, a falta de ar puro para respirar. Ao relacionar este incômodo com esforço físico, 16 (41%) dos trabalhadores afirmaram ter

dificuldades para respirar, o que pode ser um indicativo de problemas respiratórios. Do total, 7 trabalhadores afirmaram sentir algum tipo de irritação nos olhos, no aparelho respiratório ou na pele, devido a exposição à poeira. Apenas um trabalhador afirmou possuir problema de saúde, o que chamou de “cansaço”, que dificulta o uso de EPR.

Quanto ao uso do EPR, 16 (41%) dos trabalhadores afirmaram que o mesmo incomoda no desenvolvimento das atividades diárias, como por exemplo, aperto no rosto e irritação, e, 12 (30%) dos trabalhadores afirmaram que sentem dificuldade de respirar quando estão com o EPR. Esta afirmação pode ser um indicativo da resistência dos trabalhadores para usar continuamente o equipamento de proteção.

Quanto à substituição de filtros removíveis dos EPR, 11 (73%) dos trabalhadores afirmaram já terem realizado alguma troca.

A maioria dos EPR que estavam sendo utilizados, 32 (82%) encontrava-se em perfeitas condições de uso. No entanto, a maioria dos trabalhadores, 26 (67%), afirmou que a substituição dos EPR se dá quando os mesmos estão sujos, saturados ou danificados. Em poucas situações, o EPR é trocado devido a uma programação periódica, como por exemplo, de 15 em 15 dias, com dois ou três dias de uso e no máximo com duas semanas de uso. Esta situação também foi constatada na avaliação anterior, com os responsáveis pelas empresas, quando maioria delas afirmou não possuir programação periódica para troca de EPR. Estas informações podem evidenciar a troca freqüente dos equipamentos pela simples solicitação do usuário, independente de vistoria ou procedimentos de higienização e manutenção dos equipamentos ou a falta de uso por parte dos trabalhadores.

Constatou-se também que 9 (23%) dos entrevistados não guardavam o EPR em local adequado, como por exemplo em bancadas, pendurados nos locais de trabalho junto com o capacete, o que favorece o desgaste prematuro do equipamento. Foi considerado local adequado para guarda, os armários e locais fechados.

Quanto ao treinamento para o ajuste correto do EPR no rosto, 11 (28%) dos trabalhadores nunca receberam treinamento para correta vedação do equipamento. Este item também é comprovado quando da avaliação relativa ao uso de barba ou bigode, o que atrapalha a vedação, sendo constatado que 25 (64%) não atendiam ao requisito de vedação adequada.

A Figura 6 ilustra algumas situações encontradas durante a coleta de dados. A figura 6A e 6B apresentam EPR guardados nos locais de trabalho, no piso próximo ao local de descanso do trabalhador e em um cocho de preparação da pasta de gesso. A figura 6C mostra um EPR sujo e sem manutenção. A figura 6D ilustra um EPR sendo usado de forma incorreta devido a colocação do elástico sobre o capacete, o que dificulta a vedação do equipamento no rosto.



(A)



(B)



(C)



(D)

Figura 6 – Imagens de EPR guardados e utilizados de forma incorreta

A Figura 7 ilustra algumas situações as quais foram consideradas não conformes quanto ao uso de EPR. A figura 7A apresenta um gesseiro usando bigode e EPR e também sem proteção para os olhos. A figura 7B mostra um ajudante de betoneiro sem o uso do EPR. As figuras 7C e 7D ilustram atividades que expõem o trabalhador à poeira, como é o caso do ajudante de pedreiro e pedreiro desenvolvendo atividades de quebra de concreto e corte de cerâmica, sem uso de EPR.



Figura 7 – Situações não conformes quanto ao uso de EPR

7.3 Resultados das análises laboratoriais

Os resultados encontrados através das análises laboratoriais indicam as principais características da poeira presente em canteiros de obra, nas fases de estrutura e acabamento, originados durante o processo de produção em atividades que expõe o trabalhador à presença de poeira. Essas características foram obtidas através de observações e pelo método de coleta e análise, conforme a norma NHO 08 (FUNDACENTRO, 2007b) e do NMAM (NIOSH Manual of Analytical Methods) (NIOSH, 2008) que consiste na distinção das partículas com tamanhos na fração respirável e total, pela concentração de poeira total e de poeira respirável, e pela determinação qualitativa e quantitativa da sílica cristalina na forma α -quartzo presente na poeira nas frações respirável e total.

A seguir será apresentada a forma como foi realizada a análise dos dados e os resultados analíticos das amostras coletadas durante atividades que expõe o trabalhador à poeira mineral.

O APÊNDICE E apresenta a Tabela geral com o resumo dos resultados analíticos, referentes às atividades escolhidas para verificação dos níveis e características da poeira, as condições de coleta e o comparativo com os limites de exposição ocupacional da NR 15 e da ACGIH. Foram escolhidas seis atividades consideradas mais críticas, de acordo com a avaliação das situações nos locais de trabalho. As coletas foram realizadas durante 15 dias em quatro canteiros de obras, aqui denominados A, B, C e D. A descrição detalhada das atividades e demais dados, obtidos durante as coletas, estão especificados nos formulários do APÊNDICE D.

Os valores de concentração de poeira obtidos, por função/atividade, estão apresentados como concentração de poeira inalável total (mg/m^3), concentração de poeira inalável respirável (mg/m^3) e concentração de α -quartzo respirável e total (mg/m^3), sendo calculados conforme seção 5.4 p. 84. O teor de α -quartzo (% SiO_2) encontrado na poeira respirável e total, além de permitir o cálculo da concentração do α -quartzo, em (mg/m^3), permite calcular o Limite de Tolerância, conforme NR 15 da legislação brasileira, descrito no Quadro 15, p. 96.

O tempo coletado, em minutos, está indicado na Tabela geral e permite o cálculo do volume de ar coletado conforme Equação 5.2 p. 84, em função da vazão de ar média da bomba amostradora utilizada para cada ensaio, conforme Equação 5.1 p. 84.

O tempo e o volume coletado permitem estabelecer a representatividade na jornada de trabalho. Para as coletas foi considerado o tempo mínimo de 70% da jornada diária de trabalho. No caso, as coletas aconteceram em jornadas de oito horas diárias, nos períodos de 7:30 às 11:30h, com intervalo de uma hora para o almoço, e de 13:00 às 17:00h. O cálculo da representatividade do tempo coletado é o cálculo do tempo coletado, em minutos, dividido pelo tempo total da jornada diária de trabalho, que é de 480 minutos, multiplicado por 100 para estabelecer o percentual de representatividade, conforme Equação 7.1:

$$R_t = \frac{t_c \times 100}{480} \quad (7.1)$$

sendo: R_t = representatividade do tempo coletado, em percentagem (%)

t_c = tempo total de coleta, em minutos

A *coleta única* foi realizada com um único cassete, de forma contínua, mas com intervalo na hora do almoço, ou seja, a bomba era desligada neste período.

A *coleta consecutiva de período completo* foi realizada com dois cassetes para cada período, da manhã e da tarde. A intenção era não permitir a saturação dos amostradores. Neste caso, os resultados das concentrações diárias foram calculados através da média ponderada em função do tempo de coleta de cada cassete, de acordo com a Equação 5.4 p. 84.

A *coleta parcial* aconteceu no período em que o trabalhador estava efetivamente exercendo a atividade alvo da coleta. Pois, como já foi dito, a intenção é diagnosticar a função/atividade que encontra-se exposta à poeira. Também neste caso, os resultados das concentrações foram calculados pela média ponderada em função do tempo de coleta, mas que não representou a jornada diária de trabalho. Para que fosse possível comparar com os limites de exposição ocupacional foi usado o artifício da ponderação em função do tempo total da jornada diária, ou seja, na melhor das hipóteses, considera-se que no tempo não amostrado a concentração da exposição é nula, conforme Equação 7.2.

$$C_{MPD} = \frac{C_m t_t + C_{se} t_{se}}{t_d} \quad (7.2)$$

sendo: C_{MPD} = concentração média ponderada diária pelo tempo

C_m = concentração média de material particulado obtido pelas amostras parciais

C_{se} = concentração de particulados no período sem exposição, considera-se, zero

t_t = tempo total de coleta das amostras parciais

t_{se} = tempo sem exposição a particulados, $t_d - t_t$

t_d = tempo da jornada diária de 480 min

Apesar de este cálculo tornar viável a comparação com os limites de exposição ocupacional, não se pode esquecer que esta forma não é a mais favorável ao trabalhador. Por isso serão feitas algumas observações quando esta forma for adotada.

Em algumas das amostras aparece o sinal “<” ou “menor que” e isto significa que o valor encontrado está abaixo do limite de quantificação para análise, ou seja, se existisse o agente químico na amostra, estaria abaixo dessa concentração. Neste caso calcula-se o valor baseado no valor mínimo necessário para quantificação, que é de $5\mu\text{g}$ para análise de sílica livre

cristalina, 30 µg para poeira inalável respirável e 30 µg para poeira inalável total. O cálculo da concentração do agente químico é feito conforme Equação 7.3.

$$\text{Concentração do agente químico pesquisado} = \frac{\text{Limite de quantificação (mg)}}{\text{Volume de amostrado (m}^3\text{)}} \quad (7.3)$$

Esta observação é feita pelo laboratório onde foram realizadas as análises.

Esta situação acontece devido a dois fatores: quando o tempo e/ou o volume de coleta não foram suficientes para atingirem o limite de quantificação, é o caso da coleta parcial, ou quando a concentração do agente químico pesquisado for desprezível. Também nestes casos, deve-se calcular a concentração média ponderada diária pelo tempo para comparar com os limites de exposição ocupacional, conforme explicação anterior.

A análise e interpretação dos dados analíticos obtidos estão baseadas nos conceitos de saúde ocupacional e no comparativo com os limites de exposição oficiais estabelecidos, pela NR 15 para poeiras inaláveis totais e respiráveis, conforme cálculo no Quadro 14, p. 95, e pela ACGIH no valor de 0,022 mg/m³ para poeira inalável respirável de α-quartzo, 0,881 mg/m³ para poeira inalável total proveniente da madeira, 2,643 mg/m³ para poeira inalável respirável proveniente do gesso e da massa corrida e 8,81 mg/m³ para poeira inalável total proveniente do gesso e da massa corrida, referentes à jornada de trabalho de 44 horas semanais, conforme Quadro 15, p. 96.

É importante ressaltar que os resultados obtidos neste estudo representam unicamente as situações existentes no período de avaliação do material particulado suspenso no ar em cada uma das atividades analisadas. Entende-se, que as concentrações de poeira variam durante as jornadas diárias e semanais conforme métodos utilizados, matérias primas processadas, equipamentos e ferramentas de trabalho, as condições do ar ambiente e a qualificação da mão de obra.

Os dados laboratoriais e demais dados foram trazidos de uma Tabela geral, que encontra-se no APÊNDICE E. Assim, foram elaboradas tabelas específicas com o resumo dos resultados e a interpretação dos dados demonstrados a seguir.

7.3.1 Resultados das amostras de poeira com presença de sílica livre cristalina

As Tabelas 3 e 4 representam o resumo dos dados analíticos resultado da amostragem dos agentes químicos, cimento, areia, brita, pó de cerâmica e granito e resíduos sólidos, que possuem em sua composição a sílica livre cristalina. As tabelas são separadas pelas frações inaláveis respirável (tabela 3) e total (tabela 4). As tabelas trazem os resultados das concentrações por dia amostrado, por função/atividade, apresenta o tempo e o volume de ar amostrado para estabelecer a representatividade da jornada diária de trabalho e a comparação com os limites de exposição ocupacional.

Tabela 3 – Resultado analítico da poeira inalável respirável com presença de sílica

Data	Função	Tempo de coleta		Poeira Inalável respirável					(% relativo ao LT NR 15	(% relativo ao TWA ACGIH
		min	%	Vol. (m ³)	Conc. (mg/m ³)	Sílica (mg/m ³)	(%) sílica cristalina	LT da NR 15 (mg/m ³)		
11/12/08	Pedreiro/ corte de granito	142	29	0,242	0,146	0,033	22,60	0,325	44,92	150,00
05/12/08	betoneiro	383	80	0,651	0,633	<0,008	1,264	2,451	25,83	36,36
13/12/08	betoneiro	354	74	0,608	0,573	<0,008	1,396	2,356	24,32	36,36
15/12/08	betoneiro	491	102	0,837	0,404	<0,0125	3,094	1,570	25,73	56,81
16/12/08	ajudante pedreiro	400	83	0,684	0,276	<0,008	2,898	1,633	16,90	36,36
17/12/08	servente	417	87	0,714	0,577	<0,0143	2,478	1,786	32,31	65,00

Tabela 4 – Resultado analítico da poeira inalável total com presença de sílica

Data	Função	Tempo de coleta		Poeira Inalável Total					(% relativo ao LT NR 15
		min	%	Vol. (m ³)	Conc. (mg/m ³)	Sílica (mg/m ³)	(%) sílica cristalina	LT NR 15 (mg/m ³)	
02/12/08	pedreiro /corte de cerâmica	387	81	0,692	3,00	0,117	3,90	3,478	86,25
11/12/08	pedreiro /corte de granito	215	45	0,389	1,549	0,229	14,78	1,350	114,74
05/12/08	betoneiro	383	80	0,687	1,659	0,017	1,025	5,963	27,82
13/12/08	betoneiro	354	74	0,629	3,732	<0,008	0,214	7,467	49,98
16/12/08	ajudante de pedreiro	401	83	0,712	1,217	<0,007	0,575	6,713	18,13

A interpretação dos resultados analíticos foi separada por função/atividade para melhor entendimento da matéria.

a) Pedreiro / corte de cerâmica e granito

Na obra B foi amostrado um dia (02/12/08) com o pedreiro praticando a atividade de corte e assentamento de cerâmica em piso e rodapés. O pedreiro utilizou a máquina com disco de corte (tipo maquita), riscadeira, alicate e argamassa para assentamento de cerâmica. A coleta foi realizada em um dia de forma única, com intervalo na hora do almoço. A poeira gerada por esta atividade era visível apenas na hora do corte da cerâmica com a máquina de disco de corte, como demonstrado na figura 8.



Figura 8 – Corte de cerâmica

O resultado da concentração de poeira inalável total com presença de sílica cristalina representou o valor percentual de 86,25%, em relação ao limite de tolerância pela NR 15, significando valor acima do nível de ação e muito próximo ao limite de tolerância.

Na obra C foi amostrado um dia (11/12/08) com o pedreiro praticando a atividade de corte de granito para aplicação em rodapés. Para o corte do granito foi utilizada a máquina com disco de corte (tipo maquita). A coleta foi realizada de forma parcial, pois o trabalhador só estava praticando a atividade de corte de granito apenas no tempo que foram feitas as coletas. Foram utilizados dois cassetes nos períodos da manhã e da tarde para cada fração amostrada (respirável e total). Os resultados das concentrações médias ponderadas, dos dois cassetes,

representam a exposição a que estava submetido o trabalhador, durante o tempo que praticava esta atividade. A poeira gerada por esta atividade era visível durante o corte da cerâmica com a máquina de disco de corte, como demonstrado na figura 9.



Figura 9 – Corte de granito

O valor da concentração média da poeira inalável total foi de $3,458 \text{ mg/m}^3$ com presença de $0,512 \text{ mg/m}^3$ de sílica cristalina, de acordo com o cálculo da média ponderada para os dois cassetes Equação 5.4. Em comparação ao limite de tolerância pela NR 15 representaria um percentual de 266,20%. No entanto, esta amostragem representou apenas o tempo de 03:35h, o tempo em que o pedreiro estava efetivamente cortando granito. Neste caso, foi calculada a média ponderada corrigida, em função da jornada de 8 horas de trabalho, para efeito de comparação com os índices de exposição ocupacional das legislações, conforme Equação 7.2. Assim, o valor da concentração média corrigida da poeira inalável total passou a ser de $1,549 \text{ mg/m}^3$ com presença de $0,229 \text{ mg/m}^3$ de sílica livre cristalina, ultrapassando o limite de tolerância da NR15 em 114,74%.

Com relação às amostragens realizadas na fração respirável foi desprezada uma coleta que não atingiu o limite de quantificação para análise gravimétrica nem o percentual de α -quartzo requerido para a análise, devido ao tempo de coleta. Dessa forma, a concentração do amostrador válido foi de $0,493 \text{ mg/m}^3$ para poeira inalável respirável com presença de $0,113 \text{ mg/m}^3$ de sílica cristalina, o que, se comparado ao limite de tolerância da NR 15 representaria um percentual de 153,58% e em relação ao limite da ACGIH representaria um percentual de 513,64%. No entanto, esta amostragem representou apenas o tempo de 2:22h, o tempo em que

o pedreiro estava efetivamente cortando granito. E, considerando a jornada diária completa de 8 horas, conforme Equação 7.2, o valor da concentração da poeira inalável respirável passou a ser de $0,146 \text{ mg/m}^3$ e $0,033 \text{ mg/m}^3$ de sílica cristalina, cujos valores comparados ao calculado pela NR 15 e a ACGIH são respectivamente de 44,92% (próximo ao nível de ação) e de 150,00% (acima do TLV-TWA).

b) Betoneiro / preparação de argamassa

Esta atividade foi amostrada em três dias nas obras A e B. Na obra B a coleta foi feita em um dia (05/12/08) de forma única, com intervalo na hora do almoço.

Durante o dia, o betoneiro realizou as seguintes atividades: peneiramento de areia; ensacamento da mistura de areia e cal; alimentação da betoneira com cimento, areia misturada com cal e água; acionamento da betoneira; descarregamento e transporte da argamassa para o elevador de materiais; limpeza do equipamento; preparação de corpo de prova e varrição do setor. A poeira gerada por estas atividades era visível principalmente durante o desensacamento do cimento, peneiramento de areia, durante a mistura de cal e areia, alimentação da betoneira e na varrição do posto de trabalho, como demonstrado na figura 10.



Figura 10 - Betoneiro

O resultado da exposição à poeira inalável total representou valor percentual de 27,82% em relação ao limite de tolerância pela NR 15, significando valor abaixo do nível de ação. O

resultado das concentrações da poeira inalável respirável foi de $0,633 \text{ mg/m}^3$ com valor calculado de $<0,008 \text{ mg/m}^3$ de sílica cristalina (o sinal menor significa que o valor é abaixo do limite de quantificação, conforme explicação na p. 115). E, mesmo considerando o valor absoluto de $0,008 \text{ mg/m}^3$ de sílica cristalina (para comparação com o TLV-TWA da ACGIH e para efeito de cálculo do LT da NR 15), os resultados apresentam valores de 25,83%, em relação ao limite de tolerância pela NR 15, e 36,36% em relação ao da ACGIH, ambos abaixo do nível de ação.

Na obra A, a coleta foi realizada em dois dias. As atividades desenvolvidas pelos betoneiros se deram de forma semelhante nos dois dias de coleta, com as seguintes atividades: desensacar 50 kg de cimento em baia de madeira para medir e ensacar 1,7 l (litros) de cimento (para uso dos pedreiros na preparação de argamassa de alvenaria); preparação da argamassa intermediária (cal, areia fina e água); preparação da farofa (massa de contra piso); peneiramento de areia; alimentação da betoneira com carrinho transportador; acionamento da betoneira; descarregamento e transporte da argamassa para o elevador de materiais; limpeza do equipamento; preparação de corpo de prova e varrição do setor. A poeira era visível principalmente durante o peneiramento de areia, na mistura de cal e areia, alimentação da betoneira e na varrição.

No primeiro dia (13/12/08) a coleta foi realizada de forma única com intervalo na hora do almoço. Na amostra para análise da poeira inalável total foi encontrado o valor calculado de $<0,008 \text{ mg/m}^3$ de sílica cristalina. Neste caso, tanto o tempo quanto o volume coletado foram suficientes para realização da análise, assim se consideramos o valor absoluto de 0,008 para sílica cristalina é possível calcular o LT da NR 15, que apresenta o resultado de 49,98% em relação ao limite de tolerância, praticamente igual ao nível de ação, caso houvesse a confirmação da presença da sílica livre cristalina na amostra. Esta suposição foi considerada válida porque há confirmação da presença de sílica cristalina, nesta fração, na coleta anterior realizada na obra B, e pela evidência da presença de sílica nos materiais utilizados para esta atividade.

A amostra para análise da poeira inalável respirável apresentou também valor calculado de $<0,008 \text{ mg/m}^3$ de sílica cristalina, cujos valores absolutos representam 24,32% em relação ao limite de tolerância pela NR 15 e 36,36% em relação ao limite da ACGIH, ambos abaixo do

nível de ação. No caso da fração respirável, não foi detectada evidências da presença da sílica cristalina.

No segundo dia (15/12/08) de amostragem a coleta foi realizada de forma consecutiva de período completo, se deu com o uso de dois cassetes nos períodos da manhã e da tarde. Apenas foi amostrada a poeira na fração inalável respirável.

O resultado da concentração média ponderada dos dois cassetes para poeira inalável respirável, de acordo com o cálculo da média ponderada pela Equação 5.4, foi de $0,404 \text{ mg/m}^3$ e valor absoluto médio calculado de $<0,0125 \text{ mg/m}^3$ de sílica cristalina, permitiu o cálculo do LT da NR 15 e a comparação com o TLV-TWA da ACGIH. O resultado da concentração da poeira inalável respirável, representou o valor percentual de 25,73% em relação ao limite de tolerância pela NR 15, abaixo do nível de ação e 56,82% em relação ao TLV-TWA, acima do nível de ação (caso houvesse a confirmação da presença da sílica livre cristalina na amostra, e como foi dito antes, não encontrou-se evidências nesta fração).

c) Servente / varrição

A amostragem com a atividade de varrição foi realizada em dois dias e em obras distintas. Na obra A (16/12/08) o servente atuou como ajudante de pedreiro na operação de elevação de alvenaria e realizou as seguintes atividades: transporte de tijolos, blocos de concreto, sacos de cimento e metralha (resíduo sólido) com uso do carro de mão; preparação da argamassa; procedeu varrição a seco com vassourão e pá. As coletas para as análises de poeira inaláveis respirável e total foram realizadas de forma única, com intervalo na hora do almoço e a poeira era visível apenas durante a varrição e durante apanha de entulhos.

Nas duas amostras, o valor da sílica livre cristalina foi calculado pelo valor do limite de quantificação, conforme demonstrado anteriormente. Admitindo-se os valores calculados para sílica livre cristalina como valores absolutos, os resultados apresentaram valor percentual de 18,13% em relação ao limite de tolerância da NR 15, para poeira inalável total, abaixo do nível de ação. Para a poeira inalável respirável, os resultados apresentaram valores percentuais de 16,90%, em relação ao limite de tolerância pela NR 15 e 36,36% em relação ao limite da ACGIH, abaixo, portanto, do nível de ação. Com estes resultados, mesmo que

houvesse a confirmação da presença da sílica livre cristalina na amostra, os valores dariam abaixo do nível de ação.

Na obra D (17/12/08) o servente desempenhou apenas a atividade de varrição em piso de cerâmica em 11 pavimentos tipo, com vassoura de pelo. A coleta foi realizada de forma consecutiva de período completo e se deu com o uso de dois cassetes nos períodos da manhã e da tarde. Neste caso, a poeira era visível durante toda a atividade de varrição.



Figura 11 – Servente em atividade de varrição

Os resultados das concentrações médias ponderadas dos dois cassetes para a poeira inalável respirável, de acordo com o cálculo da média ponderada pela Equação 5.4, encontram-se discriminados na Tabela 3. Nos dois cassetes, o valor da sílica livre cristalina foi calculado pelo valor do limite mínimo de quantificação. Admitindo-se os valores calculados para sílica livre cristalina como valores absolutos, os resultados apresentam valor percentual de 32,31% em relação ao limite de tolerância pela NR 15, abaixo do nível de ação e 65,00% em relação ao TLV-TWA da ACGIH, acima do nível de ação, caso houvesse a confirmação da presença da sílica livre cristalina na amostra. Apesar de não ser confirmada a evidência da presença de sílica livre cristalina, os resultados dos dois cassetes apresentaram valores semelhantes, o que significa a mesma situação encontrada nos dois períodos. Neste caso, a sugestão é a realização de novas pesquisas com coleta de forma única para esta atividade.

7.3.2 Resultados das amostras de poeira sem presença de sílica livre cristalina

A Tabela 5 representa o resumo dos dados analíticos resultado da amostragem dos agentes químicos, pó de madeira, gesso e massa corrida, separadas pelas frações inaláveis respirável e total. A tabela traz os resultados das concentrações por dia amostrado, por função/atividade, apresenta o tempo e o volume de ar amostrado para estabelecer a representatividade da jornada diária de trabalho e a comparação com os limites de exposição ocupacional.

Tabela 5 – Resultado analítico da poeira inalável respirável e total sem presença de sílica

Data	Função	Tempo de coleta		Poeira Inalável total		Poeira Inalável respirável		(% relativo ao TLV/ V.Guia ACGIH P. Total	(% relativo ao V. Guia ACGIH P. resp.
		min	%	Vol. (m ³)	Conc. (mg/m ³)	Vol. (m ³)	Conc. (mg/m ³)		
27/11/08	carpinteiro	363	76	0,678	1,642	0,642	0,293	186,38	-
28/11/08	carpinteiro	407	85	0,755	0,730	0,720	0,110	82,86	-
29/11/08	carpinteiro	365	76	0,685	1,820	-	-	206,58	-
03/12/08	gesseiro	375	78	0,676	2,846	-	-	32,30	-
04/12/08	gesseiro	382	79	-	-	0,646	1,077	-	40,75
10/12/08	gesseiro	496	103	0,892	2,506	0,843	0,474	28,44	17,93
17/03/09	pintor	423	88	0,799	16,295	0,728	1,247	184,96	47,18
18/03/09	pintor	440	92	0,822	48,620	0,769	1,341	551,87	50,73

Fonte: Pesquisa de campo

a) Carpinteiro / corte de madeira

A coleta da poeira de madeira foi realizada no período de três dias consecutivos (27, 28 e 29/11/08) na obra A, com os mesmos trabalhadores. Durante a coleta foram observadas as seguintes atividades desenvolvidas pelos carpinteiros, com auxílio das ferramentas martelo, prego, tela de nylon, e máquina com disco de corte (tipo maquina) e serra manual: cortou madeira, em sua maioria do tipo maderit e praiba; montou estruturas com tela de nylon (tapumes); fabricou bancos e organizou as áreas que necessitavam de guarda-corpos. A coleta diária foi feita de forma única, com intervalo na hora do almoço. A poeira de madeira era visível apenas na hora do corte com as ferramentas e máquina como demonstrado na figura 12.



Figura 12 - Carpinteiro

Os resultados das concentrações da poeira de madeira encontrados nos três dias de coleta estão discriminados na Tabela 5. Foi possível a comparação dos resultados apenas para a poeira inalável total com o TWA-TLV da ACGIH, uma vez que a legislação brasileira não apresenta valores de referência para a poeira de madeira. Duas coletas apresentaram resultados das concentrações com valores acima do limite de tolerância e uma coleta, com valor acima do nível de ação e próximo ao limite de tolerância. Foi calculado o valor médio de $1,372 \text{ mg/m}^3$ em relação as três coletas, ponderado em função do tempo amostrado. Pode-se verificar através da média ponderada, o percentual de 137,20% em relação ao limite de exposição ocupacional.

Não existem valores de limites de exposição para poeira inalável na fração respirável, no entanto, foi possível detectar o valor médio ponderado de $0,196 \text{ mg/m}^3$, para dois dias, o que significa a existência da presença de poeira de madeira na fração respirável, com possibilidade de chegar até os alvéolos pulmonares.

b) Gesseiro / preparação da pasta e assentamento do gesso

Nesta atividade, o gesseiro se expõe visivelmente à presença da poeira do gesso durante a atividade de preparação da pasta de gesso, na limpeza das ferramentas e na varrição do ambiente de trabalho. A atividade de preparação da pasta foi feita com a mistura de 40 kg de gesso (sulfato de cálcio hemidratado natural e puro) em 28 litros de água numa bombona de

200 litros, aberta no seu eixo longitudinal, com o manuseio e manipulação do gesseiro, que mistura as duas fases com as mãos, conforme figuras 13 e 14.



Figura 13 – Preparação da pasta de gesso



Figura 14 – Gesseiro misturando a pasta de gesso

A aplicação ou assentamento da pasta de gesso também foi feita com o uso das mãos, quando o gesseiro coloca a pasta úmida na régua, joga na superfície a ser aplicada, espalha e com ajuda de régua de alumínio e espátulas dar-se-á o acabamento. Nesta atividade não foi identificada a formação de poeira, pois a pasta é bastante úmida, como demonstrado na figura 15.



Figura 15 – Aplicação da pasta de gesso

A coleta se deu durante três dias, na obra B. Em dois dias (03 e 04/12/08), a coleta foi realizada de forma única, com intervalo na hora do almoço. No terceiro dia (10/12/08) de amostragem a coleta foi realizada de forma consecutiva de período completo, se deu com o uso de dois cassetes nos períodos da manhã e da tarde.

Os resultados demonstram que tanto as coletas diárias quanto a média dos três dias apresentam valores abaixo dos limites de exposição ocupacional e também, abaixo dos níveis de ação, ou sejam: média dos três dias para poeira respirável de $0,734 \text{ mg/m}^3$, que representa 27,77% em relação ao valor guia da ACGIH e o valor médio de $2,653 \text{ mg/m}^3$ para poeira inalável total que representa 30,11% em relação ao valor guia da ACGIH.

c) Pintor / lixamento de superfícies

Nesta atividade a geração de poeira foi considerada a mais agressiva em termos da percepção visual. Esta poeira, proveniente do lixamento de superfícies com revestimento de massa corrida, era visível durante toda a atividade que foi realizada manualmente com uso de papel lixa e sem luvas. O trabalhador procurava se proteger com uso de EPR, óculos de proteção e ainda amarrava uma camisa em volta da cabeça para amenizar a penetração da poeira nos olhos e nas vias respiratórias, como demonstrado na figura 16 (A e B).



Figura 16 A – Lixamento de parede



Figura 16 B – Lixamento de parede

A agressividade da geração de poeira nesta atividade foi tão grande que a máquina fotográfica captou a presença de poeira no ar e na lente da câmara, conforme figura 17.



Figura 17 – Lixamento no teto

Foram realizadas coletas durante dois dias (17 e 18/03/09) na obra D. As coletas foram realizadas de forma única, com intervalo na hora do almoço.

Os resultados laboratoriais nos dois dias foram conclusivos para determinar índices alarmantes de exposição à poeira de massa corrida. E, apesar de não ser considerada poeira fibrogênica, pode causar problemas mais amenos como alergia, asma, e outras pneumoconioses devido à concentração elevada e a exposição sistemática.

Os resultados das concentrações diárias deram acima do limite de exposição ocupacional para a fração inalável total e praticamente igual ao nível de ação para a fração inalável respirável. Também foi calculada a média dos resultados das concentrações nestes dois dias de coletas. O resultado da concentração média da poeira inalável total de massa corrida foi de $32,69 \text{ mg/m}^3$, que representa 371,05% em relação ao valor guia recomendado pela ACGIH e valor médio de $1,295 \text{ mg/m}^3$ para poeira inalável respirável, que representa 49,00% em relação ao valor guia recomendado pela ACGIH. Fica evidente a exposição da poeira resultante da atividade de lixamento de massa corrida nas frações inalável total e respirável.

7.4 Medidas de controle propostas

Pelo pressuposto, medidas de controle devem ser tomadas inicialmente através da engenharia, ou seja, medidas técnicas devem ser introduzidas com o objetivo de eliminar ou minimizar os efeitos dos riscos nos ambientes de trabalho. Quando não são disponíveis medidas técnicas de controle viáveis, outras medidas de controle devem ser adotadas, assim como uso de EPI ou de EPR. No caso desta pesquisa, o agente químico contaminante do ambiente de trabalho é a poeira provocada pelas atividades específicas, pelos materiais de construção e pelos processos utilizados.

Com base nos princípios da higiene ocupacional e com os resultados das avaliações qualitativas e quantitativas encontradas, algumas medidas de controle já conhecidas, mas de pouca aplicabilidade na prática do dia a dia de trabalho, devem ser observadas, tais como:

a) Medidas de controle coletivas

Como já foi dito anteriormente, medidas de controle coletivas são relativas ao ambiente de trabalho e atuam na fonte e no percurso. Neste estudo, ficou evidenciado que algumas atividades devem adotar medidas coletivas que eliminem ou minimizem a exposição à poeira, tais como:

- *varrição* – esta atividade deve ser realizada por meio úmido, quando o trabalhador antes de varrer o piso joga água na superfície para minimizar a poeira. Também pode ser adotado um dia na semana ou período que este processo se dê de forma única, quando apenas alguns trabalhadores fazem esta atividade e os outros são dispensados, é o caso do isolamento temporal. Tal fato foi constatado neste estudo quando no servente, ao exercer apenas a atividade de varrição, foi detectado maior concentração de sílica livre coletada.
- *corte de cerâmica, granito ou porcelanatos* – esta atividade deve ser realizada através de máquina elétrica com disco de corte por meio úmido ou por meio de ventilação exaustora, processos estes que deve minimizar a concentração de sílica livre cristalina inalada pelos trabalhadores diretos e pelos que estão próximos ao local. Deve-se lembrar que o uso do EPR só irá proteger o trabalhador direto. Também deve ser observada a manutenção da máquina e a situação do disco de corte;

- *uso da betoneira* – apesar da atividade não apresentar índices alarmantes de sílica livre cristalina sabe-se que a sílica está presente em grande quantidade e que não só o betoneiro mas todo o entorno deste local é afetado. Esta atividade é dividida em peneiramento de areia e cal, alimentação da betoneira com areia, cal cimento e brita, medição de volumes de cimento e cal, ensacamento e varrição. Portanto, importância deve ser dada quanto à localização desta atividade no canteiro de obra, isolamento espacial e também, algumas tarefas podem ser realizadas fora do expediente normal de trabalho, isolamento temporal, cuja medida foi observada em um dos canteiros de obra visitados;
- *corte de madeira* – esta atividade foi analisada com a ferramenta com disco de corte, cuja manutenção e situação do disco devem ser observadas. Além disso, deve-se optar pela máquina com ventilação exaustora, já que por meio úmido modifica a estrutura da madeira. Também deve ser observado a localização da carpintaria para proteção dos demais trabalhadores;
- *lixamento de superfícies e preparação da pasta de gesso* – como estas atividades são realizadas na fase de acabamento da obra, pouca movimentação é percebida no local, no entanto, fica o registro da importância do isolamento temporal para que outros trabalhadores não sejam afetados.

b) Medidas de controle individual

Quando as medidas de controle coletivas não forem suficientes para controlar o risco, medidas de caráter individual devem ser adotadas. No caso deste estudo, através do uso de EPR.

Este estudo concluiu a necessidade do uso de EPR nas situações mais críticas em relação à exposição de poeira que encontram-se nas atividades de corte de granito e cerâmica a seco, corte de madeira, com a máquina de disco de corte e o lixamento de superfícies de acabamento, por ter sido comprovado que os resultados analíticos da exposição à poeira ultrapassaram os limites de exposição ocupacional. Também nas atividades de preparação de argamassa com uso de betoneira e atividades afins e na varrição a seco, que apesar de não ultrapassarem os limites de exposição ocupacional, foram constatados alguns níveis bem próximos ao nível de ação. E também, que essas atividades expõem o trabalhador a material particulado que contem sílica livre cristalina, como foi demonstrado. A atividade

desenvolvida pelo gesseiro também merece ser ressaltada, apesar de não ter sido comprovado níveis de poeira acima dos limites de ação, pois, foi constatado que esta atividade gera poeira incômoda que dificulta o simples ato de respirar.

Durante as pesquisas de campo, foi verificado que a poeira presente no ambiente de trabalho incomodava a maioria dos trabalhadores. Também, que os mesmos apesar de receberem treinamento para o ajuste correto do EPR, como guardá-lo e fazer a higienização, verificou-se casos de trabalhadores com uso inadequado de barba e bigode, equipamentos sujos e mal conservados, guardados em local inadequado e ajustados de forma inadequada ao rosto. Dessa forma, a medida de controle adotada deixa de ser solução para expor os trabalhadores ao risco de doenças respiratórias, com o agravante da certeza de proteção. Assim, diante do exposto, foram sugeridos alguns critérios para o uso de EPR.

O uso rotineiro de EPR requer adoção de procedimentos operacionais por escrito e documentado, e deve conter os itens mínimos a seguir, cuja sugestão é uma adaptação do programa de proteção respiratória (PPR) para as atividades relacionadas neste estudo:

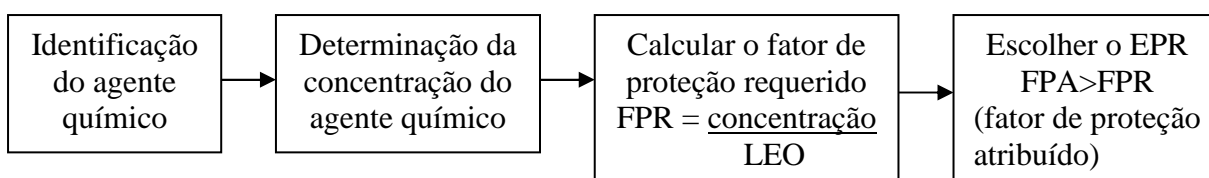
- Seleção dos EPR - os EPR a serem adquiridos pela empresa devem ser apropriados para as atividades e para os usuários, com exigência do certificado de aprovação (CA) e prazo de validade desejado;
- Treinamento de conscientização e uso dos EPR;
- Treinamento de limpeza, higienização e guarda do EPR;
- Verificação para aptidão ao uso de EPR, através de exame clínico;
- Submeter o candidato ao uso de EPR, ao ensaio de vedação;
- Treinar o candidato ao uso de EPR para verificação de vedação do equipamento, pelo teste de pressão negativa;
- Evitar o uso de barba, bigode, costeletas ou cabelos que possam prejudicar a vedação do EPR no rosto;
- Procedimento para troca do EPR ou filtro (periodicidade);
- Fiscalização do uso e inspeção dos EPR.

A observância a cada um dos itens citados pode ser encontrada no PPR do Ministério do Trabalho e Emprego. E, de acordo com a I.N. nº 1 de 11/04/94 (FUNDACENTRO, 2007a) os

EPR só poderão ser comercializados se acompanhados de instruções impressas, cujo conteúdo mínimo é:

- a finalidade a que se destina;
- a proteção oferecida ao usuário;
- as restrições ao seu uso;
- a sua vida útil;
- orientação sobre guarda, conservação e higienização.

A seguir foi detalhado o roteiro para definição dos EPR sugeridos para as atividades estudadas.



O FPR é calculado em função dos resultados encontrados do agente químico e seus respectivos limites de exposição ocupacional. O FPA é um fator atribuído ao tipo do EPR e é especificado em tabela I.N. nº 1 de 11/04/94 e também é fornecido pelos fabricantes de EPR.

No Quadro 30 foram feitas indicações de EPR, segundo função/atividade, lembrando que para contaminantes com presença de sílica há uma tabela específica na I.N. nº 1 de 11/04/94. Para particulados, de uma forma geral, a indicação de EPR para concentrações que não excedam a 10 vezes o limite de exposição ocupacional (LEO) do contaminante, inclusive com presença de sílica, pode-se utilizar respirador purificador de ar com peça semifacial com filtro P1, P2 ou P3, ou respirador purificador de ar com peça semifacial filtrante (PFF1, PFF2 ou PFF3) sem manutenção. Ou seja, o FPA desses equipamentos é igual a 10.

A indicação do tipo do EPR foi feita através do cálculo do FPR, na pior situação encontrada neste estudo, inclusive com período curto de exposição, e através de consulta nas tabelas da I.N. nº 1 de 11/04/94 e tabelas de fabricantes desses equipamentos. Foram encontrados FPR menor do que 10 e, portanto, a indicação acima citada pode ser utilizada para as atividades relacionadas. Além da constatação do uso de EPR, também foi verificada a necessidade de uso de outros EPI, que estão demonstrados no mesmo quadro.

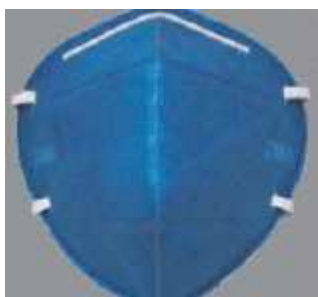
Quadro 30 – Indicação de equipamentos de proteção individual necessários

FUNÇÃO / ATIVIDADE	FPR	TIPO DO EPR	EPI
Pedreiro / corte de granito, cerâmica e porcelanatos	5,14	Semifacial com filtro P1 Semifacial filtrante PFF1	Óculos de proteção, Protetor auricular
Carpinteiro / corte de madeira	2,06	Semifacial com filtro P1 Semifacial filtrante PFF1	Óculos de proteção Protetor auricular
Servente / varrição de superfícies	0,65	Semifacial com filtro P1 Semifacial filtrante PFF1	Óculos de proteção
Betoneiro / preparação de argamassa	0,57	Semifacial com filtro P1 Semifacial filtrante PFF1	Óculos de proteção Protetor auricular
Gesseiro / preparação da pasta de gesso	0,41	Semifacial com filtro P1 Semifacial filtrante PFF1	Óculos de proteção Creme hidratante
Pintor / lixamento de superfícies	5,52	Semifacial com filtro P1 Semifacial filtrante PFF1	Óculos de proteção Boné tipo árabe Creme hidratante

Nota 1: O uso de capacete e bota são EPI indispensáveis a todas atividades aqui mencionadas.

Nota 2: O Ministério do Trabalho e Emprego fornece a relação dos fabricantes de EPR que possuem certificados de aprovação (CA).

Exemplo de alguns tipos de EPR:



PFF1 sem válvula



PFF1 com válvula



Peça semifacial com filtro

Para melhor entendimento da administração e responsáveis da área, foi elaborado um quadro, que encontra-se no APÊNDICE F, com a especificação técnica, periodicidade de uso e custo de EPR, que podem ser utilizados em trabalhadores nas atividades aqui estudadas.

c) Implantação de um Programa de Proteção Respiratória (PPR)

A obrigatoriedade deste programa é dada pela I.N. nº 1 de 11/04/94 (FUNDACENTRO, 2007a), que estabelece regulamento técnico sobre o uso de equipamentos para proteção

respiratória. Em seu Art. 1º o empregador é obrigado a adotar um conjunto de medidas com a finalidade de adequar a utilização de EPR, quando necessário para complementar as medidas de proteção ou quando estas estiverem sendo implantadas. No § 1º, item IX, fala do princípio da adoção do uso de EPR após a avaliação prévia dos seguintes parâmetros:

- características físicas do ambiente de trabalho;
- necessidade de uso de outros EPI;
- demandas físicas específicas das atividades do usuário;
- tempo de uso em relação à jornada de trabalho;
- características específicas de trabalho com a possibilidade da existência de atmosfera imediatamente perigosa à vida ou à saúde.

Pelos resultados deste estudo, há indicação da necessidade de implantação de um PPR para as atividades de corte de granito, cerâmica e porcelanatos, corte de madeira e lixamento de superfícies de acabamento. Como recomendação, para as atividades de preparação de argamassa, varrição, demolição em reformas e preparação da pasta de gesso. Um programa de proteção respiratória deve conter, no mínimo, os seguintes itens:

- administração do programa;
- existência de procedimentos operacionais escritos;
- exame médico do candidato ao uso do equipamento;
- seleção dos equipamentos;
- treinamento;
- ensaio de vedação;
- manutenção, inspeção, higienização e guarda dos equipamentos e
- avaliação periódica do programa.

Este estudo propôs um roteiro para implantação de um PPR específico para as atividades recomendadas, que encontra-se no APÊNDICE G, baseado nas recomendações fornecidas pelo PPR (FUNDACENTRO, 2007a). Este roteiro tem a finalidade de fornecer informações resumidas e práticas, para implantação de um programa específico em canteiros de obras de edificações verticais.

Portanto, o uso das técnicas sugeridas e o uso de EPR adequados, higienizados e conservados, são itens indispensáveis para o bom desempenho dos profissionais, hora analisados.

7.4 Avaliação da eficiência das medidas de controle adotadas

As medidas de controle, de uma forma geral, devem ser avaliadas periodicamente para estabelecer a eficiência das medidas já adotadas e subsidiar novas medidas de controle, através de parâmetros e índices já estabelecidos. Estas avaliações podem ser realizadas de várias formas. A seguir serão relacionados alguns procedimentos que podem ser aplicados, no caso deste estudo, através de relatórios de monitoramento de medições de campo e de formulários específicos, cujas avaliações podem ser feitas de forma quantitativa, como é o caso exemplificado em anexo no PPR:

- reavaliação dos níveis de concentração de poeiras, quando medidas de controle são adotadas e ou alteradas;
- avaliação da percepção e satisfação do trabalhador;
- avaliação da seleção de EPR, treinamento, ensaios de vedação, avaliação médica, uso correto e periodicidade de troca;
- avaliação de inspeção, limpeza, higienização, manutenção e guarda do EPR;
- levantamento estatísticos de incidentes, degradações da saúde, doenças e afastamento de trabalho, relacionadas a essas atividades;
- análise crítica, pela administração, dos resultados alcançados (através dos relatórios de monitoramento) que precede a tomada de decisão para novas medidas a serem adotadas.

Com o cumprimento das etapas de reconhecimento, avaliação, implementação de medidas de controle e avaliação dessas medidas, espera-se a garantia de que os riscos estão sendo controlados. Dessa forma, o princípio da melhoria contínua é fruto de uma política de segurança e saúde do trabalho através do esforço conjunto entre empregadores e trabalhadores.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante a pesquisa de campo preliminar constatou-se dados relevantes para o reconhecimento dos riscos encontrados e gerados mais acentuadamente em alguns postos de trabalho de canteiros de obras de edificações verticais. Através do levantamento das atividades desenvolvidas pelos trabalhadores, este estudo confirmou que nestes canteiros há muita movimentação de trabalhadores e de sólidos que desencadeiam processos de: descarregamento de materiais, mistura, separação, transporte, ensacamento, serragem, polimento, lixamento, varrição, entre outros; e ainda, que a maioria dos postos de trabalho são mutantes.

A base dos dados preliminares foi fruto de observações com ajuda de profissionais qualificados, engenheiros de obra e técnicos de segurança do trabalho, em canteiros de obra que encontravam-se nas fases de estrutura e acabamento. Foram identificadas as funções/atividades que expunham os trabalhadores a algum tipo de poeira e também os materiais de construção que possuem em sua composição, agentes químicos capazes de provocar efeitos nocivos no sistema respiratório do trabalhador que está exposto. Nesta etapa foi definido o plano de amostragem para dar continuidade ao que era de se esperar, a necessidade da avaliação quantitativa nos postos de trabalho em condições mais críticas de exposição à poeira.

Assim, pode-se concluir através de análises qualitativas e quantitativas, que os postos de trabalho mais críticos em relação à exposição de poeiras, aqui definidos pela função (atividade) do trabalhador, foram:

- pedreiro (em operação de corte de granito, cerâmica ou porcelanatos);
- carpinteiro (operação de corte de madeira com máquina de disco de corte);
- pintor (em operação de lixamento no acabamento de paredes e tetos) e
- servente de obra (em operação de varrição de entulhos).

Outras atividades menos críticas, mas que também devem ser consideradas na prevenção de doenças pulmonares foram:

- betoneiro (na preparação de argamassa) e

- gesseiro (em operação de preparação de massa e revestimento de superfícies).

Também foram observadas algumas atividades de exposição à poeira, e que não foram alvo de investigação quantitativa deste estudo, mas que merecem ser investigadas:

- marmoreiro (em operação de corte e polimento de rochas);
- pedreiro (em operação de reforma com demolição de alvenaria ou concreto) e
- pedreiro (em operação de elevação de alvenaria).

Com relação a outros questionamentos levantados verifica-se que não existe uniformidade nos procedimentos de uso, guarda, limpeza e manutenção, periodicidade de troca, aquisição e avaliação dos EPR, adotados entre as empresas visitadas. A seguir, alguns comentários a respeito do tema.

- Pouca atenção é dada em relação ao uso, sendo verificados diversos casos de usuários portadores de barba ou bigode e com ajuste incorreto do EPR, comprometendo a eficiência de vedação do mesmo;
- Não existe padronização quanto à periodicidade de substituição dos equipamentos de proteção respiratória (EPR);
- Não foi constatado eficiência em treinamento para usuários de EPR com relação ao uso, guarda do equipamento, limpeza, higienização e manutenção;
- Problemas na aquisição dos EPR - faltam critérios de especificação adequada, tempo de validade e certificado de aprovação (CA);
- Falta avaliação médica específica no usuário com relação a complicações de saúde ou características físicas que restrinjam o uso do equipamento, como por exemplo, protuberância e cicatrizes na face;
- Não houve unanimidade quanto à inclusão dos riscos relativos à exposição à poeira, no PCMAT;
- Não houve unanimidade quanto à inclusão dos riscos relativos à poeira na saúde do trabalhador e nem a padronização dos exames médicos específicos para cada função/atividade, no PCMSO;
- Não foi constatada a implantação do programa de proteção respiratória (PPR);
- Não existe uniformização na adoção de boas práticas como a umidificação do processo de varrição e de corte de rochas, isolamento espacial de equipamentos geradores de poeira e de ruído e isolamento temporal de atividades geradoras de poeira.

Os resultados laboratoriais deste estudo proporcionaram algumas surpresas e também dados esperados. A atividade de corte de madeira da função carpinteiro, dos dias amostrados, apresentou um valor médio de concentração da poeira inalável total acima do limite de exposição da ACGIH. Ressalta-se que dos três dias amostrados, o de menor concentração foi o dia em que o número de corte de madeira foi menor, pois o carpinteiro realizou outras atividades. Também, foi encontrado o valor médio da concentração de poeira inalável respirável de $0,196 \text{ mg/m}^3$. E, como não existem valores de referências de exposição pela NR 15 nem pela ACGIH para esta fração, fica o registro da existência da poeira de madeira na fração respirável proveniente do corte de madeira com a máquina elétrica de disco de corte, e a necessidade de novos estudos para determinação da necessidade de tais limites.

A atividade de corte de cerâmica e granito realizada por pedreiros em assentamento de pisos e roda-pés foi a atividade que apresentou elevadas concentrações de sílica cristalina na forma de α -quartzo. Destaca-se que esta atividade foi realizada com máquina elétrica com disco de corte a seco. Os valores encontrados excederam os limites de exposições e/ou os níveis de ação. Por ser uma atividade bastante intermitente durante a jornada de trabalho, pois, o pedreiro corta algumas peças para complementação do assentamento da superfície em que está trabalhando, os valores encontrados podem ser considerados de alto risco quanto à exposição à sílica cristalina. Sabe-se que não existem limites de exposição para poeira mineral nem sílica livre cristalina nas formas: TETO (NR 15) ou TLV-C (ACGIH), que significa que o limite especificado não pode ser ultrapassado em nenhum momento da jornada de trabalho, e na forma STEL (ACGIH), cujo limite de exposição média ponderada por 15 minutos também não deve ser ultrapassado em qualquer momento da jornada de trabalho, então fica o questionamento: o que dizer de uma exposição à sílica livre cristalina na forma de α -quartzo respirável de $0,113 \text{ mg/m}^3$, durante o período de 02:22h? Por tudo que foi exposto neste estudo, quanto à nocividade da sílica livre cristalina e a prevalência de silicose, recomenda-se que esta exposição, mesmo intermitente, merece que a aplicação dos limites de exposição ocupacional sejam revistos pelas entidades de pesquisa nacional e internacional.

A atividade de preparação da massa de gesso e assentamento em superfícies, realizada por gesseiro, causou surpresa em relação aos resultados de concentrações baixas, inclusive comparadas com o nível de ação, pois a operação realizada ocorre em situação de visível exposição à poeira do gesso. Durante a preparação da pasta de gesso, o gesseiro sempre usava EPR, óculos de proteção e capacete. Neste caso há indicação para o uso de luvas de proteção

ou creme hidratante para as mãos após a atividade. Com relação às concentrações da poeira provocada pelo lixamento de massa corrida, os resultados ultrapassaram o limite de exposição para poeira inalável total e praticamente igualaram ao nível de ação para a poeira inalável respirável. Portanto, medidas de controle devem ser tomadas para prevenir doenças do trato respiratório, com o uso de EPR, e também há indicação para uso de outros EPI como: óculos de proteção, boné do tipo árabe para melhor proteção da pele do pescoço, luvas ou creme para as mãos após a atividade, além de camisa com manga comprida. A diferença destas duas atividades, já que os materiais se igualam em consistência e especificação, parece estar no fato que o gesso é apenas manuseado e que a massa corrida passa pelo processo de lixamento, sendo, portanto, pulverizado em suas partículas.

A atividade do betoneiro, apesar de ocorrer em ambiente onde há aparência visível de poeira, não foram encontrados valores acima dos limites de exposição. Há muita movimentação nesta atividade com o manuseio de produtos, tais quais: areia, cimento, água e cal, além dos processos de peneiramento, varrição, transporte e acionamento da betoneira. E, apesar da movimentação e manuseio dos materiais é de se esperar a presença da sílica livre cristalina apenas na areia, durante o peneiramento, na alimentação da betoneira e na varrição. Apenas uma amostra apresentou concentração de sílica livre cristalina comprovada, e mesmo assim, o valor da exposição à poeira inalável total ficou abaixo do nível de ação. Nas outras amostras não houve comprovação da presença de sílica livre cristalina, pois os valores encontrados foram calculados pelo valor do limite de quantificação, o que significa que a quantidade amostrada não foi suficiente para realização da análise. Assim, conclui-se que esta atividade não oferece risco iminente de exposição à sílica livre cristalina, mas que nesta atividade há presença deste agente químico e, portanto, não devem ser desprezadas medidas preventivas de controle.

A atividade de varrição, geralmente realizada pelos serventes de obra, foi analisada em duas situações diferentes. No primeiro dia a coleta foi feita em um ajudante de pedreiro cuja atividade foi diversificada entre transporte de material e varrição a seco, e nesta situação, não houve comprovação da presença de sílica livre cristalina na amostra coletada, pois os valores encontrados foram calculados pelo valor do limite de quantificação. No segundo dia, a atividade foi exclusivamente varrição e o valor da concentração de poeira inalável respirável foi o dobro da situação anterior, mesmo assim não houve comprovação da presença de sílica livre cristalina, pois os valores encontrados foram calculados também pelo valor do limite de

quantificação. Mas, se considerado o valor da sílica livre cristalina calculada, a concentração de sílica livre cristalina na fração respirável apresentou valor acima do nível de ação. Portanto, também nesta atividade não se deve desprezar medidas preventivas de controle, inclusive por ser uma atividade de exposição à sílica.

Este estudo mostrou a importância do reconhecimento e da avaliação dos riscos referente ao agente químico poeira, que é encontrado em várias atividades na construção de edificações verticais, a fim de prevenir doenças ocupacionais do trato respiratório e assegurar a qualidade do ambiente. Assim, é de grande importância que os aspectos aqui elucidados sejam analisados com base em investigação científica para melhor embasamento na tomada de decisão, pois, a aparência da nuvem de poeira pode ser enganosa, pode ser localizada ou se espalhar por todo local de trabalho e nas vizinhanças, e os métodos de trabalho podem ser inadequados.

Como sugestão para novos estudos foram feitas algumas ponderações. As coletas iniciais foram realizadas de forma experimental, quando não se tinha a percepção do tempo e volume de ar ideal para a realização das amostragens. Sabia-se que a coleta teria de ser feita durante toda a jornada de trabalho, para ser comparativa com os limites de exposição ocupacional, e que o volume de ar deveria ser adequado e suficiente para a realização das análises. Por isso se optou pelas três formas de coleta: única, consecutiva de período completo e parcial, com a intenção de não atingir a saturação do filtro de coleta. Ocorre que esta condição de saturação não aconteceu, assim, a sugestão para novas pesquisas, relativas às situações aqui estudadas, é que elas sejam realizadas de forma contínua, durante toda a jornada de trabalho mesmo que a atividade seja realizada de forma intermitente.

Como foi visto em estudos, cerca de 65% dos trabalhadores da construção civil estão definitivamente expostos à sílica cristalina, em mais de 30% da jornada semanal de trabalho. No entanto, este fato não significa que estes mesmos trabalhadores venham adquirir doenças respiratórias ou até mesmo silicose e câncer. Mas, significa que o risco existe e precisa ser monitorado através de ações preventivas. E, apesar de algumas atividades não apresentarem teor de sílica livre cristalina suficiente para se caracterizarem como poeiras fibrogênicas ou teores elevados de PNOS, não se podem eliminar a situação de risco ocupacional, pois, a poeira nas frações inaláveis respirável e total, pode ser causadora de outros tipos de alterações no sistema respiratório. Sabe-se que as doenças respiratórias demoram a apresentar os

sintomas, pois existem muitas variáveis envolvidas para o aparecimento de seqüelas no organismo humano.

Então, cabe as empresas adquirir equipamentos que sejam eficazes aos riscos presentes nas obras, implementar programas de gestão de segurança e saúde do trabalho, promover as boas práticas que atenuam os riscos químicos, treinar os usuários do EPR quanto a forma correta de ajustá-lo ao rosto, fazer a higienização e trocas de filtros periodicamente, ficar atento para situações em que o uso do EPR é obrigatório, divulgar por meio de treinamentos e cartazes os riscos químicos inerentes a atividade, bem como fiscalizar o uso e avaliar por meio de amostragens ambientais a necessidade da implementação de um Programa de Proteção Respiratória. E cabe aos funcionários cumprir com as normas estabelecidas pelas empresas, reivindicando equipamentos de proteção respiratória, com certificado de aprovação, e a sua substituição quando necessário.

Vale salientar que a construção de edificações verticais é uma atividade em crescimento, não só pelo volume de empreendimentos no atual mercado nacional, mas também pela crescente evolução de métodos, tecnologias e materiais de construção que surgem no mercado. Assim, fazem-se oportunas novas pesquisas no setor com a ampliação do diagnóstico da presença da sílica livre cristalina na fração respirável, nas atividades que apresentam este agente químico na composição dos materiais utilizados, e da poeira de madeira na atividade de corte com o uso da serra circular e da máquina elétrica com disco de corte, com a intenção principal na prevenção da segurança e saúde dos trabalhadores da construção civil.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA FILHO, R. P.; KOHLMAN RABBANI, E. R.; BARKOKÉBAS JUNIOR, B.; VÉRAS, J. ; LAGO, E. M. G.; SOUZA, S. S. B. Caracterização dos sistemas de proteção das instalações elétricas nos canteiros de obras do Nordeste Brasileiro. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE SEGURANÇA, HIGIENE E SAÚDE DO TRABALHO, 2007, Porto. **Anais...** do International Congress on Occupational Safety and Helath. Porto - Portugal, 2007.
- AREZES, Pedro Miguel F. M. **Percepção do Risco de Exposição Ocupacional ao Ruído**. Tese de doutorado da Escola de Engenharia da Universidade do Minho. Portugal, set. 2002.
- ASSOCIASSÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **MB 3422:1991**. Método de ensaio. Agentes químicos no ar: coleta de aerodispersóides por filtração. Rio de Janeiro, 1991.
- ASSOCIASSÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12543:1999**. Equipamento de proteção respiratória – terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.
- AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS (ACGIH). **TLVs® e BEIs® – Limites de exposição ocupacional (TLVs®) para substâncias químicas e agentes físicos & índices biológicos de exposição (BEIs®)**. São Paulo, tradução da Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais (ABHO), (atualizada anualmente), 2008.
- AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS (ACGIH). **Silica, crystalline: α -quartz and cristobalite**. In: Documentation of the threshold limit values for chemical substances. 7th ed. Cincinnati, 2006.
- ALGRANTI, E. Occupational lung diseases in Brazil. In: Banks, D. E.; Parker, J. E. (editors). Occupational lung disease: An international perspective. London: **Chapman & Hall**, 1998. p. 105-115.
- ALGRANTI, E. et al. Patologia respiratória relacionada com o trabalho. In: MENDES, R. (Org.). **Patologia do trabalho**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2003. v. 2, cap. 32.
- APPOLINÁRIO, F. **Metodologia da Ciência: filosofia e prática da pesquisa**. São Paulo: Thomson, 2006.
- BARKOKÉBAS JR., B.; VÉRAS, J. C.; COSTA FILHO, M. D. Situações de riscos nos canteiros de obras no estado de Pernambuco. **Revista CIPA Norte-Nordeste**. Ano I, n.º 1, nov. 2003. p. 6-9.
- BARKOKÉBAS JR, B.; VÉRAS, J. C.; CARDOSO, M.T.N.B.; CAVALCANTI, G. L.; LAGO, E. M. G. Diagnóstico de Segurança e Saúde no Trabalho em Empresa de Construção Civil no Estado de Pernambuco. In: XIII CONGRESSO NACIONAL DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO. **Anais...** Fundacentro, São Paulo, 2004.

BARCOKÉBAS JR., Béda et al., Projeto Piloto de Gestão de Segurança do Trabalho Aplicado a Empresa de Construção Civil da Região Metropolitana do Recife. Pernambuco-BR. In: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ERGONOMIA, 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ABERGO, 2006.

BARCOKÉBAS JR, Béda; VÉRAS, Juliana C.; SOUZA, Sérgio S. B.; LAGO, Eliane M. G.; KOHLMAN RABBANI, Emília R.; SILVA, Tatiana R. F. da. Procedimentos de segurança para instalações elétricas em canteiros de obras. In: XXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 2007, Foz do Iguaçu. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2007.

BARCOKÉBAS JR., Béda; VÉRAS, Juliana. C.; LAGO, Eliane M. G.; KOHLMAN RABBANI, Emília R.; SILVA, Bianca M. V. da; PEREIRA, Igor, L. C.. Análise das condições dos ambientes de trabalho e das práticas adotadas em um canteiro de obras de demolição. In: XII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ENTAC), 2008, Fortaleza – CE. **Anais...** 2008.

BAUER, Luiz Alfredo F. **Materiais de Construção**. Rio de Janeiro: Ed. LTC, 5ª ed. Revisada, 2007.

BRASIL . Ministério do Trabalho e Emprego. **Consolidação das leis do trabalho (CLT) (1943)**. Disponível em: http://www.mte.gov.br/legislacao/decretos_leis/1943/default.asp. Acesso em: 10 mar. 2007.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Lei nº 6.514 (1977)**. Brasília, DF, 22 de dez. de 1977. Disponível em: <http://www.mte.gov.br/legislacao/leis/1977/default.asp>. Acesso em: 10 de mar. 2007.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Portaria nº 3.214 (1978)**. Brasília, DF, 8 de jun. de 1978. Disponível em: <http://www.mte.gov.br/legislacao/portarias/1978/default.asp>. Acesso em: 10 de mar. 2007.

BRASIL. Senado Federal. **Constituição da República Federativa do Brasil (1988)**. Disponível em: <http://www.senado.gov.br/sf/legislacao/const/>. Acesso em 10 mar. 2007.

BRASIL . . Ministério do Trabalho e Emprego. **Lei n. 6.514 (22 dez. 1977) e Portaria n. 3.214 (8 jun. 1978). Segurança e Medicina do Trabalho. Manuais de Legislação Atlas**. São Paulo: Editora Atlas, 2005. ed. 56, p. 803.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **BNDES – Visão do Desenvolvimento**. BNDES, 20 dez. 2007. Disponível em: http://www.desenvolvimento.gov.br/portalmDIC/arquivos/dwnl_1201110573.pdf. Acesso em: 10 abr. 2008.

BRASIL. Ministério da Previdência Social. **Anuário da Previdência Social 2007**. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.mpas.gov.br/conteudoDinamico.php?id=423>. Acesso em 20 fev. 2009a.

BRASIL (2009b). Ministério do Trabalho e Emprego. **Relatório RAIS 2007**. Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br>>. Acesso em: 19 jan 2009b.

BREVIGLIERO, E.; POSSEBON, J.; SPINELLI, R. **Higiene Ocupacional: Agentes Biológicos, Químicos e Físicos**. São Paulo: Editora Senac, 2006.

BS 8800:1996. **Diretrizes para sistema de gerenciamento de segurança e saúde ocupacional**. London, 1996.

BSI-OSHAS 18001:1999. **Sistema de Gestão para Segurança e Saúde Ocupacional – Especificação. Tradução para fins de treinamento**. Disponível em: <http://www.saudeetraballo.com.br/download/ohsas_18001.pdf> Acesso em 13 jan. 2008.

CARNEIRO, Ana Paula S.; CAMPOS, Luciano de O.; GOMES, Marcelo C. F.; ASSUNÇÃO, Ada A. Perfil de 300 trabalhadores expostos à sílica atendidos ambulatorialmente em Belo Horizonte. **Jornal de Pneumologia**. vol. 28 nº 6. São Paulo, nov. 2002. Print ISSN 0102-3586. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-35862002000600006&script=sci_arttext&Ting=pt>. Acesso em: 03 jan. 2009.

CASTELLET Y BALLARA' G.; CAVARIANI F.; DE ROSSI M.; DE SIMONE P.; FANIZZA C.; TURESI T.; VERDEL U.; MARCONI A.. Presenza di sílice in alcuni materiali da costruzione in Italia. **RisCh Modena**, nº 7, ottobre, 2003.

COMITÊ BRASILEIRO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL (CBIC). **Macrossetor da Construção**. Disponível em: <<http://cbicdados.com.br/constructnumeros2.asp>>. Acesso em 11 jan. 2009.

CUCHIERATO, G. **Caracterização tecnológica de resíduos da mineração de agregados da região metropolitana de São Paulo (RMSP), visando seu aproveitamento econômico**. 2000. 201 p. Dissertação de Mestrado – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

DAVID, A. **Neumoconiosis: Definition**. In: Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. 3. ed. Geneva: OIT, 1998. v. I, cap.10, p. 10.36-10.37. Disponível em: <<http://www.mtas.es/insht/EncOIT/>>. Acesso em: 10 out. 2007.

EMPRESA DE TECNOLOGIA E INFORMAÇÕES DA PREVIDÊNCIA SOCIAL (DATAPREV). Acidentes de trabalho registrados por motivo segundo o setor de atividade econômica. **Anuário Brasileiro de Proteção**, Rio Grande do Sul, ed. 13, p. 28, ano 2007.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **Air quality criteria for particulate matter**. Washington: EPA, oct. 2004. v.1. 900 p. (National ambient air quality standards – NAAQS). Disponível em: <<http://cfpub.epa.gov/ncea/cfm/partmatt.cfm>>. Acesso em: 5 nov. 2007.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE PERNAMBUCO (FIEPE). **Perfil Setorial Cadastro Industrial 2005/2006 Pernambuco: construção civil**. Recife, 2007.

FRIEDLANDER, S. K. The characterization of aerosols distributed with respect to size and chemical composition. **J. Aerosol Sci.**, v.1, n. 4, p. 295-307, 1970.

FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO (FUNDACENTRO). **MB O1/D - Determinação quantitativa de sílica livre cristalizada por difração de Raio X** (Procedimento técnico). São Paulo, Fundacentro, 1989.

FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO (FUNDACENTRO). **NHO 07 - Calibração de bombas de amostragem individual pelo método da bolha de sabão**. (Procedimento técnico). São Paulo, 2002. 30p. (Normas de Higiene Ocupacional).

FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO (FUNDACENTRO). **Diretrizes sobre sistemas de gestão da segurança e saúde do trabalho**. São Paulo: Fundacentro, 2005.

FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO (FUNDACENTRO). **Programa de proteção respiratória (PPR)** (Recomendações, seleção e uso de respiradores). São Paulo, Fundacentro, 2007a.

FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO (FUNDACENTRO). **NHO 08 - Coleta de material particulado sólido suspenso no ar de ambientes de trabalho**. (Procedimento técnico). São Paulo, 2007b. No prelo. (Normas de Higiene Ocupacional).

GEHBAUER, Fritz; EGGENSPERGER, Marisa; ALBERTI, Mauro Edson; NEWTON, Sérgio Auriquio. Planejamento e Gestão de Obras: **Um Resultado Prático de Cooperação Técnica Brasil – Alemanha**. Curitiba: CEFET-PR. 2002.

GIOVINAZZO, Renata A. **Focus Group em Pesquisa Qualitativa**. Artigo, Fundação Escola de Comércio Álvares Penteado (FECAP), 2001. p.1. Disponível em: http://www.fecap.br/adm_online/art24/renata2.htm. Acesso em: 22 set. 2008.

GOELZER, Berenice; HANDAR, Zuher. **Programa de eliminação da silicose: um esforço nacional brasileiro**. Documento de referência, 2001: Disponível em: <http://www.fundacentro.gov.br/conteudo.asp?D=SES&C=662&menuAberto=118>. Acesso em: 05 de out. 2008.

GRUENZNER, Gerrit. **Avaliação da poeira de sílica: um estudo de caso em uma pedreira na região metropolitana de São Paulo**. São Paulo: Dissertação de mestrado da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2003, 93 p.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (IARC). **Evaluation of carcinogenic risk to humans: silica, some silicates, coal dust and para-aramid fibrils**. Monographs, vol. 68, Lyon, France. World Health Organization (WHO), 1997.

KENNY, L. C. The international conventions for health-related sampling of aerosols – a review of current status and future evolution. **Appl. Occup. Environ. Hyg.**, v. 15, n. 1, p. 68-71, 2000.

KOHLMAN RABBANI, Emilia R.; BARKOKÉBAS JUNIOR, Béda ; VÉRAS, Juliana Claudino ; LAGO, Eliane M. G.; SOUZA, Sérgio S. B. ; ALMEIDA FILHO, Raimundo. P.. Gerenciamento dos sistemas de proteção das instalações elétricas nos canteiros de obras da

região metropolitana do Recife. In: XXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENECEP), 2007, Foz do Iguaçu. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2007.

KOHLMAN RABBANI, Emília R.; BARKOKÉBAS JR, Béda; LAGO, Eliane Maria G.L.; MARTINS, A. R. B.; ALMEIDA FILHO, R. P.. Characterization of the workers exposition to dust in road workmanships in the regularization phase and preparation of base and subcourse - study case. In: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENECEP), 2008/ XIV INTERNACIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND OPERATION MANAGEMENT (ICIEOM), 2008/ XIV INTERNACIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND OPERATION MANAGEMENT. **Anais...**, Rio de Janeiro 2008a.

KOHLMAN RABBANI, Emília R.; BARKOKÉBAS JUNIOR, Béda; LAGO, Eliane Maria G.; SOUZA, Sérgio S. B.; ALMEIDA FILHO, Raimundo P.; SILVA, Tatiana R. F. da. Análise dos sistemas de proteção e das instalações elétricas nas residências de Pernambuco. In: ENTAC 2008, Fortaleza. XII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ENTAC) 2008. **Anais...**, Fortaleza 2008b.

LAGO, Eliane Maria Gorga. **Proposta de Sistema de Gestão em Segurança no Trabalho para Empresas de Construção Civil**. Recife: Dissertação de mestrado da Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2006.

LANGER, A. M. Characterization and measurement of the environment: mineralogy. In: **NIOSH Publication**. Occupational respiratory diseases. Section I, p. 3-40. Washington: NIOSH, set.1986. [DHHS (NIOSH) Publication n. 86-102]. Disponível em: <http://www.cdc.gov/niosh/pdfs/86-102-b.pdf>. Acesso em: 30 dez. 2007.

LEIDEL, N. A.; BUSCH, K. A.; LYNCH, J. R. **Occupational exposure sampling strategy manual**. Cincinnati: NIOSH, 1977. 148 p. [DHEW (NIOSH) Publication n. 77- 173].

LIMA JÚNIOR, Jófilo M.; VALCÁRVEL, Alberto L.; DIAS, Luis A. **Segurança e saúde no trabalho da construção: experiência brasileira e panorama internacional**. Brasília: OIT Secretaria Internacional do Trabalho, 2005, 72p.

LIMA, Maria M. T. M.; BUSSACOS, Marco A.; LIMA JR, Jófilo M.; ALGRANTI, E.; SANTOS, Alcinéia M. dos A. **Caracterização do risco de silicose na indústria da construção**. Projeto em Desenvolvimento do PNES. Disponível em: <http://www.fundacentro.gov.br/SES/acoes.asp?D=SES>, Acesso em 06 jun. 2007.

LIMA, Maria Margarida Teixeira Moreira. **Características da poeira do processo de fabricação de materiais cerâmicos para revestimento: estudo no pólo de Santa Gertrudes**. Campinas, SP: Dissertação de mestrado da Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, nov. 2007.

LITAI, D.. **A risk comparison methodology for the assessment of acceptable risk**. PhD Thesis, Massachusetts Institute of Technology, USA, 1980.

MANUAL MERCK. **Doenças pulmonares de origem ocupacional**. Disponível em: http://www.msd-brazil.com/msdbrazil/patients/manual_Merck/mm_sec4_38.htm?alt=pf. Acesso em: 01 jun. 2007.

MATTAR NETO, V. E. M.; DINIZ, V. Problema invisível: a poeira que pode causar silicose é evitada com medidas simples de prevenção. **Revista Proteção**, Rio Grande do Sul, ano 20, n. 187, p. 89, jul. 2007.

MELO, Maria Bernadete Vieira de. **Influência da cultura organizacional no sistema de gestão da segurança e saúde no trabalho em empresas construtoras**. UFSC – Florianópolis. Tese de doutorado, 2001.

MIGUEL, Alberto S. S. R. **Manual de higiene e segurança do trabalho**. Porto, Portugal: Porto Editora, mar. 1998.

NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (NIOSH). **Health effects of occupational exposure to respirable crystalline silica**. Cincinnati, 2002. [DHHS (NIOSH) Publication n. 2002-129].

NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (NIOSH). **Manual of Analytical Methods (NMAM)**. Public Health Service Centers for Disease Control, Cincinnati. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/niosh/nmam/method-2000-8000.html>> Acesso em: set. 2008.

ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL TRABAJO (OIT). **La OIT estima que se producen más de um millón de muertos em el trabajo cada año. Los riesgos em el lugar de trabajo aumentan com el desarrollo de las tecnologías, 1999**. Disponível em: <<http://www.ilo.org/publicspanish/bereau/inf/PR/1999/9.htm>>. Acesso em: 31 mai. 2007.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS/WHO). **Saúde**. Disponível em: <<http://www.euro.who.int/healthsystems/Conferen/background/20080507-2>>. Acesso em: 31 mai. 2007a.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS/WHO). **Hazard prevention and control in the work environment: airborne dust**. Prevention and control exchange (PACE). Geneva, 1999. (Protection of the Human Environment Occupational and Environmental Health Series. (WHO/SDE/OEH/99.14). Disponível em: <http://www.who.int/peh/Occupational_health/dust/dusttoc.htm>. Acesso em: 30 jul. 2007b.

PHALEN, R. F. Introduction and recommendations. In: **Particle size-selective sampling in the workplace**. Cincinnati: ACGIH[®], 1985.

RIBEIRO, José Luis Duarte; ECHEVESTE, Márcia Elisa Soares; DANILEVICZ, Ângela de Moura Ferreira. **A utilização do QFD na otimização de produtos, processos e serviços**. Porto Alegre: FEEng / UFRGS, 2001.

RIBEIRO, Fátima S. N.; ALGRANTI, Eduardo; CAMARGO, Esther A. de; WUNSCH FILHO, V. Exposição ocupacional à sílica no Brasil. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, vol. 8, suplementos 1 e 2, 2003.

RIBEIRO, Fátima S. N.; ALGRANTI, Eduardo; CAMARGO, Esther A. de; WUNSCH FILHO, V. Exposição ocupacional à sílica no Brasil no ano de 2001. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, vol. 11, n 1: 89-96, 2008. Disponível em: <<http://www.scielosp.org/pdf/rbepid/v11n1/08.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2008.

RODRIGUES, Gilson Lucio; ALBIZU, E. J.; RINK, M. R. de M. P.; AMARAL, Norma. Análise da poeira gerada na utilização de recursos minerais pela indústria da construção civil em Curitiba/PR: influências para os trabalhadores. In: V CONGRESSO NACIONAL SOBRE CONDIÇÕES E MEIO AMBIENTE DO TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CMATIC), 2005, Olinda – PE. **Anais...** Fundacentro, Recife, 2005. CD-ROM

SALIBA, Tuffi Messias. **Manual prático de avaliação e controle de poeira e outros particulados - PPRA**. São Paulo: editora São Paulo, 2000.

SALIBA, Tuffi Messias. **Manual prático de avaliação e controle de poeira e outros particulados - PPRA**. São Paulo: editora São Paulo, 3ª ed. 2007.

SANTOS, ALCINÉIA M. DOS ANJOS. **O tamanho das partículas de poeira suspensas no ar dos ambientes de trabalho**. São Paulo: Fundacentro, São Paulo, 2001.

SANTOS, Alcinéia M. dos Anjos. XXIV Curso de especialização em medicina do trabalho. **Agentes Químicos Poeiras**. Departamento de Medicina Social, São Paulo, 2003. Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, 2003.

SAURIN, T. A.; GUIMARÃES, L. B. DE M. Integração da segurança no trabalho ao processo de planejamento e controle da produção na construção civil: um estudo exploratório. **Revista Tecnologia** (UNIFOR), Fortaleza - CE, v. 23, n.1, p. 45-55, 2002.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE PERNAMBUCO (SINDUSCON/PE). **Campanha de Prevenção de Acidentes do Trabalho na Indústria da Construção Civil no Estado de Pernambuco. Relatório 2005/2006**. Recife: SINDUSCON/PE, 2007.

SOUZA, Vladimir F.; QUELHAS, Osvaldo Luís G. Avaliação e controle da exposição ocupacional à poeira na indústria da construção. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, vol. 8, nº 3: 801-807, 2003. Disponível em: http://www.scielo.br.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232003000300014&ting=en&Ing=en&nrm=iso. Acesso em: 10 de set. 2008.

SOTO, J. M. G. et al. Riscos Químicos. Fundacentro, São Paulo, 1991.

STRAUSS, Anselm; CORBIN, Juliet. Basics of Qualitative Research: Grounded Theory Procedures and Techniques. London: **SAGE Publications**, 1990.

TORLONI, Maurício; VIEIRA, Antônio V. **Manual de proteção respiratória**. São Paulo: Ed. ABHO, 2003, 520 p.

VÉRAS, Juliana Glaudino. **Fatores de Risco de Acidentes do Trabalho na Indústria da Construção Civil: Análise na Fase de Estruturas**. Dissertação de Mestrado UFPE – PE. Recife, dez. 2004.

VÉRAS, Juliana G.; LINS, Giuliana C.; CARDOSO, M. T. N. B.; BARKOKÉBAS JR, Béda. Análise dos acidentes de trabalho na indústria da construção civil no estado de Pernambuco. In: CONGRESSO NACIONAL DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO, 12, 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: CONASEMT, 2003.

VIEIRA, C. M. F.; HOLANDA, J. N. F. de; PINATTTI, D. G.. Caracterização de massa cerâmica vermelha utilizada na fabricação de tijolos na região de Campo de Goytacazes – Rio de Janeiro. **Cerâmica** (online). São Paulo, 2000, v. 46, n. 297. ISSN 0366-6913.

VINCENT, J. H.. **Measurement of coarse aerosols in workplaces**. Analyst, vol. 119, 1994.

VILELLA, Emmilio Castejon; et al. **Condiciones de Trabajo y Salud**. 2 ed. Barcelona: Centro Nacional de Condiciones de Trabajo – INSHT. 1990.

VOGEL, L.. **La evaluación de los riesgos em los centros de trabajo y la participatón de los trabajadores**. Madrid: UCM, 1995.

WILLEKE, K.; BARON, P. A.. **Aerosol Measurement – Principles, techniques and applications**. Van Nostrand Reinhold, New York, 1993.

APÊNDICE A

- Formulário da pesquisa de campo preliminar

Horário - Início: __:__ Término: __:__ Data: __/__/__

Nome edifício: _____

Empresa: _____

Engenheiro e/ou Responsável que acompanhou: _____

Endereço: _____

Cidade: _____ Bairro: _____ Número de func.: _____

Fase da Obra: Fundação Estrutura Alvenaria Acabamento

1. Aspectos técnicos

1.1. Que agentes químicos estão presentes nos processos construtivos do canteiro de obras:

- A) Gesso B) Cimento para argamassa C) Pó do corte/polimento de pedras ornamentais
- D) Pó de madeira E) Cal para argamassa F) Pó do corte/polimento de cerâmica e/ou porcelanatos
- G) Areia H) Reforma ou Demolição de alvenaria ou concreto I) Entulho / Lixo
- J) Outros: _____

1.2. Proteção respiratória utilizadas pelos trabalhadores por atividade:

Tipo A – peça filtrante com válvula

Tipo B – peça filtrante

Tipo C – filtro removível



Nº do CA: _____

Nº do CA: _____

Nº do CA: _____

A) Carpinteiro

A) Carpinteiro

A) Carpinteiro

B) Betoneiro

B) Betoneiro

B) Betoneiro

C) Gesseiro

C) Gesseiro

C) Gesseiro

D) Pintor

D) Pintor

D) Pintor

E) Servente/Pedreiro

E) Servente/Pedreiro

E) Servente/Pedreiro

F) Outros: _____

F) Outros: _____

F) Outros: _____

1.3. É feita uma manutenção periódica (limpeza) dos protetores respiratórios?

A) Sim

B) Não

Qual a sua periodicidade? _____ meses

1.4. Em média, qual a periodicidade de troca dos protetores respiratórios? _____ meses

1.5. Se o EPR possuir filtro:

- A) o mesmo é trocado com qual periodicidade? _____ meses
B) em que situações? _____
C) quem solicita a troca? _____

1.6. É feito exame médico e ensaio de vedação para o dimensionamento do EPR?

- A) Sim B) Não

1.7. Qual o critério parado do escolha dos EPR?

- A) Indicação dos fornecedores
B) Disponibilidade no almoxarifado
C) Pela experiência de profissionais como Mestre de Obras/Téc. Segurança/Engenheiro
D) Por meio de análise técnica com amostragem de poeira
E) O profissional informa qual EPR esta está acostumado usar.
F) Outros: _____

1.8. O custo é relevante para escolha do EPR?

- A) Sim B) Não

1.9. O PCMAT descreve precauções relacionados aos riscos químicos de poeira?

- A) Sim B) Não

1.10. Existe no PCMSO itens relacionados aos riscos químicos de poeira?

- A) Sim B) Não

1.11. Quais exames periódicos solicitados aos trabalhadores expostos ao risco químico em estudo?

- | | | | | | |
|----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| A) Carpinteiro | <input type="checkbox"/> | Raio x de tórax | <input type="checkbox"/> | Espirografia/Espirometria | |
| B) Betoneiro | <input type="checkbox"/> | Raio x de tórax | <input type="checkbox"/> | Espirografia/Espirometria | |
| C) Gesseiro | <input type="checkbox"/> | Raio x de tórax | <input type="checkbox"/> | Espirografia/Espirometria | |
| D) Pintor | <input type="checkbox"/> | Raio x de tórax | <input type="checkbox"/> | Espirografia/Espirometria | |
| E) Servente/Pedreiro | <input type="checkbox"/> | Raio x de tórax | <input type="checkbox"/> | Espirografia/Espirometria | |
| F) Outros: | _____ | <input type="checkbox"/> | Raio x de tórax | <input type="checkbox"/> | Espirografia/Espirometria |

1.12. A empresa possui um Programa de Proteção Respiratória – PPR?

- A) Sim B) Não

1.13. São realizados os seguintes cuidados / boas práticas para evitar doenças respiratórias:

- A) Antes de varrer o chão, o resto é molhado
B) A cal utilizada na argamassa é umedecida para o uso
C) Depósitos ou equipamentos geradores de poeiras estão em local adequado, distante de áreas de permanência de pessoas.

APÊNDICE B

- Formulário de pesquisa da percepção do trabalhador

Percepção do trabalhador

Trabalhador 01

Função: _____ Idade: _____ Tempo na função: _____

Jornada de trabalho com exposição a poeira: _____ horas

Agentes químicos: _____

- | | | |
|--|---------------------------------|---------------------------------|
| 2.1. A poeira do ambiente de trabalho lhe incomoda? | A) <input type="checkbox"/> Sim | B) <input type="checkbox"/> Não |
| 2.2. Sente irritação nos olhos/aparelho respiratório/pele devido a poeira? | A) <input type="checkbox"/> Sim | B) <input type="checkbox"/> Não |
| 2.3. Possui algum problema de saúde que dificulte o uso do EPR? | A) <input type="checkbox"/> Sim | B) <input type="checkbox"/> Não |
| 2.4. Tem dificuldades de respirar ao fazer esforço físico? | A) <input type="checkbox"/> Sim | B) <input type="checkbox"/> Não |
| 2.5. O uso do EPR incomoda nas atividades diárias? | A) <input type="checkbox"/> Sim | B) <input type="checkbox"/> Não |
| 2.6. Sente dificuldade de respirar ao usar o EPR? | A) <input type="checkbox"/> Sim | B) <input type="checkbox"/> Não |
| 2.7. Se o EPR tiver filtro, já trocou o mesmo? | A) <input type="checkbox"/> Sim | B) <input type="checkbox"/> Não |
| 2.8. O EPR esta limpo e bem conservado? | A) <input type="checkbox"/> Sim | B) <input type="checkbox"/> Não |
| 2.9. O EPR está guardado em local adequado? | A) <input type="checkbox"/> Sim | B) <input type="checkbox"/> Não |
| 2.10. Em que situação pede a substituição do EPR? _____ | | |
| 2.11. Recebeu treinamento para ajustar o EPR ao rosto? | A) <input type="checkbox"/> Sim | B) <input type="checkbox"/> Não |
| 2.12. Possui barba / bigode ou costeleta? | A) <input type="checkbox"/> Sim | B) <input type="checkbox"/> Não |

Trabalhador 02

Função: _____ Idade: _____ Tempo na função: _____

Jornada de trabalho com exposição a poeira: _____ horas

Agentes químicos: _____

- | | | |
|--|---------------------------------|---------------------------------|
| 2.1. A poeira do ambiente de trabalho lhe incomoda? | A) <input type="checkbox"/> Sim | B) <input type="checkbox"/> Não |
| 2.2. Sente irritação nos olhos/aparelho respiratório/pele devido a poeira? | A) <input type="checkbox"/> Sim | B) <input type="checkbox"/> Não |
| 2.3. Possui algum problema de saúde que dificulte o uso do EPR? | A) <input type="checkbox"/> Sim | B) <input type="checkbox"/> Não |
| 2.4. Tem dificuldades de respirar ao fazer esforço físico? | A) <input type="checkbox"/> Sim | B) <input type="checkbox"/> Não |
| 2.5. O uso do EPR incomoda nas atividades diárias? | A) <input type="checkbox"/> Sim | B) <input type="checkbox"/> Não |
| 2.6. Sente dificuldade de respirar ao usar o EPR? | A) <input type="checkbox"/> Sim | B) <input type="checkbox"/> Não |
| 2.7. Se o EPR tiver filtro, já trocou o mesmo? | A) <input type="checkbox"/> Sim | B) <input type="checkbox"/> Não |
| 2.8. O EPR esta limpo e bem conservado? | A) <input type="checkbox"/> Sim | B) <input type="checkbox"/> Não |
| 2.9. O EPR está guardado em local adequado? | A) <input type="checkbox"/> Sim | B) <input type="checkbox"/> Não |
| 2.10. Em que situação você pede a substituição do EPR? _____ | | |
| 2.11. Recebeu treinamento para ajustar o EPR ao rosto? | A) <input type="checkbox"/> Sim | B) <input type="checkbox"/> Não |
| 2.12. Possui barba / bigode ou costeleta? | A) <input type="checkbox"/> Sim | B) <input type="checkbox"/> Não |

APÊNDICE C

- Formulário padrão para coleta de poeira

FORMULÁRIO PADRÃO PARA COLETA DE POEIRA

Edifício:
Amostragem:
Data:
Nome do Funcionário:

Empresa:
Endereço:
Função:

Tipo de
Fase da Obra:

Tipo de Cassete	Área	Ref. Cassete	Vazão (L/min)	Início (Manhã)	Fim (Manhã)	Início (Tarde)	Fim (Tarde)	Tempo Total (min)	Volume (L)
Cassete Poeira Total									
Cassete Poeira Respirável									

Horário	Atividades Realizadas	Horário	Atividades Realizadas
Material Utilizado			

APÊNDICE D

- Formulários das coletas realizadas

RESUMO DE COLETA

Edifício: A
Data: 27/11/2008
Nome do Funcionário: XXXXXXXX

Empresa: XXXXXXXX
Endereço: Recife - PE
Função: Carpinteiro/ Corte de madeira e outros

Tipo de Amostragem: Única
Fase da Obra: Estrutura

Tipo de Cassete	Área	Ref. Cassete	Vazão (L/min)	Início (Manhã)	Fim (Manhã)	Início (Tarde)	Fim (Tarde)	Tempo Total (min)	Volume (L)
Cassete Poeira Total	Carpintaria e Pavimentos Tipo	21275371	1,868	7:20	11:22	12:48	14:49	363	678,784
Cassete Poeira Resp.	Carpintaria e Pavimentos Tipo	21275361	1,770	7:20	11:22	12:48	14:49	363	642,510

Horário	Atividades Realizadas	Horário	Atividades Realizadas
7:00 – 8:00	Equipamentos ligados às 7:20. Setor de Carpintaria: montando bancadas e auxiliando o corte da madeirit; auxílio no corte de tapumes de madeira.	12:30 – 13:30	Equipamentos religados às 12:48. Reiniciou-se o corte de madeira com máquina de disco de corte.
8:00 – 9:00	Subida de materiais do 5º para o 9º piso (coluna de madeira); Montagem de estrutura com colunas de madeira (barrote); Subida com mais colunas de madeira para barroejamento; Pegar arame para prender proteções periféricas.	13:30 – 14:30	
9:00 – 10:00	Revisão de proteções periféricas (cercas) no 9º tipo; Revisão de proteções periféricas (cercas) no 8º tipo; Revisão de proteções periféricas (cercas) no 7º tipo; Revisão de proteções periféricas (cercas) no 5º tipo.	14:30 – 15:30	Equipamento desligado as 14:49. Total de 121 min de medição pela manhã.
10:00 – 11:30	Revisão de proteções periféricas (cercas) e barrotes no 4 e 3º tipo; Organização de vigas de madeira no setor da carpintaria; Serviço de corte de madeira e montagem. Total de 242 min de medição pela manhã.	15:30 – 17:00	
Material Utilizado	Maderit, madeira, prego, martelo, máquina com disco de corte (tipo Maquita).		

RESUMO DE COLETA

Edifício: A
Data: 28/11/2008
Nome do Funcionário: XXXXXXXX

Empresa: XXXXXXXX
Endereço: Recife – PE
Função: Carpinteiro/ Corte de madeira e outros

Tipo de Amostragem: ÚNICA
Fase da Obra: Estrutura

Tipo de Cassete	Área	Ref. Cassete	Vazão (L/min)	Início (Manhã)	Fim (Manhã)	Início (Tarde)	Fim (Tarde)	Tempo Total (min)	Volume (L)
Cassete Poeira Total	Carpintaria e Pavimentos Tipo	21275375	1,854	7:20	11:30	12:44	15:25	407	754,578
Cassete Poeira Resp.	Carpintaria e Pavimentos Tipo	21275373	1,769	7:20	11:30	12:44	15:25	407	719,983

Horário	Atividades Realizadas	Horário	Atividades Realizadas
7:00 – 8:00	Equipamentos ligados às 7:20. Colocação dos guarda-corpos (engradados de madeira e tela) na laje do pavimento tipo 8.	12:30 – 13:30	Equipamentos religados às 12:44. Arrumação do local de trabalho (bancada p/ corte de madeira com a serra-de-disco); Realização do corte da madeira com a máquina com disco de corte (tipo Maquita) no setor de carpintaria.
8:00 – 9:00	Deslocamento nos pavimentos para pegar mais estacas p/ continuação da tarefa.	13:30 – 14:30	Construção de bancadas com a madeira recém-cortada (Ferramentas: martelo e pregos); Corte de tábuas e madeira (compensado).
9:00 – 10:00	Colocação dos guarda-corpos e deslocamento nos pavimentos para pegar mais estacas.	14:30 – 15:30	Auxílio no corte de tábuas; Armação de estrutura para bancadas.
10:00 – 11:30	Colocação dos guarda-corpos e deslocamento nos pavimentos para pegar mais estacas. Total de 246 min de medição pela manhã.	15:30 – 17:00	Equipamento desligado as 15:25. Total de 161 min de medição pela tarde.
Material Utilizado	Madeirite, madeira, prego, martelo, máquina com disco de corte (tipo Maquita).		

RESUMO DE COLETA

Edifício: A
Data: 29/11/2008
Nome do Funcionário: XXXXXXXX

Empresa: XXXXXXXX
Endereço: Recife – PE
Função/Atividade: Carpinteiro / Corte de madeira e outros

Tipo de Amostragem: ÚNICA
Fase da Obra: Estrutura

Tipo de Cassete	Área	Ref. Cassete	Vazão (L/min)	Início (Manhã)	Fim (Manhã)	Início (Tarde)	Fim (Tarde)	Tempo Total (min)	Volume (L)
Cassete Poeira Total	Carpintaria e Pavimentos Tipo	21275378	1,878	7:30	11:20	12:42	14:57	365	685,470

Horário	Atividades Realizadas	Horário	Atividades Realizadas
7:00 – 8:00	Equipamentos ligados às 7:30. Confeccionando formas de madeira; Corte de madeira com a Maquita.	12:30 – 13:30	Equipamentos religados às 12:42. Corte de madeira, com maquita e serra manual.
8:00 – 9:00	Confeccionar bancos de madeira.	13:30 – 14:30	Colocação de cavalete e telas de proteção no 6º tipo.
9:00 – 10:00	Transportar os bancos para o piso inferior.	14:30 – 15:30	Outro servente fazendo varrição; Serrando barrote com serra manual.
10:00 – 11:30	Equipamento desligado as 11:20. Total de 230 min de medição pela manhã.	15:30 – 17:00	Equipamento desligado as 14:57. Total de 135 min de medição pela tarde.
Material Utilizado	Madeira: Tábua de pinho, madeirit, praíba. Prego, maquita, serra manual, martelo.		

RESUMO DE COLETA

Edifício: B
Data: 02/12/2008
Nome do Funcionário: XXXXXXXX

Empresa: XXXXXXXX
Endereço: Recife – PE
Função: Pedreiro/ Corte de Cerâmica

Tipo de Amostragem: ÚNICA
Fase da Obra: Estrutura

Tipo de Cassete	Área	Ref. Cassete	Vazão (L/min)	Início (Manhã)	Fim (Manhã)	Início (Tarde)	Fim (Tarde)	Tempo Total (min)	Volume (L)
Cassete Poeira Total	Pavimentos Tipo	20075588	1,788	08:14	11:30	12:36	15:50	387	691,956

Horário	Atividades Realizadas	Horário	Atividades Realizadas
7:00 – 8:00	Equipamento ligado às 08:14. Atividade: Corte de cerâmica com a maquina; Atividade de varrição; Aplicação de cerâmica de piso.	12:30 – 13:30	Equipamentos religados às 12:36. Aplicação da cerâmica no piso e rodapés da parede.
8:00 – 9:00	Corte de cerâmica com a maquina; Atividade de varrição; Aplicação de cerâmica de piso.	13:30 – 14:30	Varrição do hall do 5º tipo p/ assentamento de cerâmica.
9:00 – 10:00	Aplicação da cerâmica no piso e corte de peças com a riscadeira; Cortes de cerâmica com a maquina.	14:30 – 15:30	Corte de cerâmica com a “riscadeira”.
10:00 – 11:30	Aplicação da cerâmica no piso e corte de peças com a riscadeira; Cortes de cerâmica com a maquina. Equipamento desligado as 11:30. Total de 196 min de medição pela manhã.	15:30 – 17:00	Equipamento desligado as 15:50. Total de 191 min de medição pela tarde.
Material Utilizado	Máquina com disco de corte, riscadeira.		

RESUMO DE COLETA

Edifício: B
Data: 03/12/2008
Nome do Funcionário: XXXXXXXX

Empresa: XXXXXX
Endereço: Recife – PE
Função: Gesso/ Revestimento de superfícies

Tipo de Amostragem: ÚNICA
Fase da Obra: Estrutura

Tipo de Cassete	Área	Ref. Cassete	Vazão (L/min)	Início (Manhã)	Fim (Manhã)	Início (Tarde)	Fim (Tarde)	Tempo Total (min)	Volume (L)
Cassete Poeira Total	Pavimentos Tipo	21275360	1,804	08:20	11:20	13:05	16:27	375	676,500

Horário	Atividades Realizadas	Horário	Atividades Realizadas
7:00 – 8:00	Equipamento ligado às 08:20. Atividade: Embolso com gesso nas vedações verticais ou revestimento com gesso nas vedações verticais	12:30 – 13:30	Equipamentos religados às 13:05. Preparação da massa e aplicação nas vedações verticais.
8:00 – 9:00	Preparação da massa: uso das mãos para pegar o gesso; Colocação do gabarito de alumínio; Massa: 28l de água + 40 kg de gesso (sulfato de cálcio hemidratado $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$ natural e puro)	13:30 – 14:30	Preparação da massa e aplicação nas vedações verticais.
9:00 – 10:00	Aplicação do gesso: pega a massa com as mãos, joga e espalha a massa de gesso c/ as mãos, dá o acabamento com a espátula e réguas de alumínio; Nivelada, depois que a massa acaba, limpa tudo (régua, espátulas e o tanque da mistura).	14:30 – 15:30	Preparação da massa e aplicação nas vedações verticais.
10:00 – 11:30	Preparação da massa (foi feita 3x pela manhã) e aplicação Equipamento desligado as 11:20. Total de 180 min de medição pela manhã.	15:30 – 17:00	Preparação da massa e aplicação nas vedações verticais. Equipamento desligado as 16:27. Total de 203 min de medição pela tarde.
Material Utilizado	Régua de alumínio, espátula, gesso, água.		

RESUMO DE COLETA

Edifício: Maria Laura
Data: 04/12/2008
Nome do Funcionário: XXXXXX

Empresa: XXXXXXX
Endereço: Recife – PE
Função/Atividade: Gesseiro/ Revestimento de superfícies

Tipo de Amostragem: ÚNICA
Fase da Obra: Estrutura

Tipo de Cassete	Área	Ref. Cassete	Vazão (L/min)	Início (Manhã)	Fim (Manhã)	Início (Tarde)	Fim (Tarde)	Tempo Total (min)	Volume (L)
Cassete Poeira Respirável	Pavimentos Tipo	21275369	1,691	10:07	11:43	12:40	17:26	286	645,962

Horário	Atividades Realizadas	Horário	Atividades Realizadas
7:00 – 8:00		12:30 – 13:30	Equipamentos religados às 12:40. Preparação e aplicação da massa.
8:00 – 9:00		13:30 – 14:30	Preparação e aplicação da massa.
9:00 – 10:00		14:30 – 15:30	Preparação e aplicação da massa.
10:00 – 11:30	Equipamento ligado às 10:07. Início com aplicação da massa; Pela manhã, preparação de duas massas. Equipamento desligado as 11:43. Total de 96 min de medição pela manhã.	15:30 – 17:00	Preparação e aplicação da massa; Pela tarde, preparação de 5 massas. Equipamento desligado as 17:26. Total de 286 min de medição pela tarde.
Material Utilizado	Produto: Gesso + água Material: Régua de alumínio, espátula, tanque de PVC para a mistura.		

RESUMO DE COLETA

Edifício: B
Data: 05/12/2008
Nome do Funcionário: XXXXXX

Empresa: XXXXXX
Endereço: Recife – PE
Função/Atividade: Betoneiro/ Preparação de argamassa

Tipo de Amostragem: ÚNICA
Fase da Obra: Estrutura

Tipo de Cassete	Área	Ref. Cassete	Vazão (L/min)	Início (Manhã)	Fim (Manhã)	Início (Tarde)	Fim (Tarde)	Tempo Total (min)	Volume (L)
Cassete Poeira Respirável	Área da betoneira	20075594	1,700	8:16	11:35	12:37	15:41	383	651,100

Horário	Atividades Realizadas	Horário	Atividades Realizadas
7:00 – 8:00		12:30 – 13:30	Equipamentos religados às 12:37. Carregamento de massa; Mistura de concreto na betoneira;
8:00 – 9:00	Equipamentos ligados às 8:16. Seleção p/ cimento (uso da pá p/ pegar areia de fingir e colocar na peneira para seleção); Seleção p/ cimento (pá p/ pegar areia grossa e colocar na peneira).	13:30 – 14:30	Preparação de corpo de prova de concreto; Betoneira (concreto).
9:00 – 10:00	Manuseio da betoneira e aplicação de água à mistura; Limpeza da betoneira (retirada da massa que sobrou);	14:30 – 15:30	Limpeza da betoneira (superfície externa, com água e espátula) Varrição do setor da betoneira.
10:00 – 11:30	Limpeza da betoneira; Bombas desligadas as 11:35. Total de 199 min pela manhã.	15:30 – 17:00	Equipamento desligado as 15:41. Total de 184 min de medição pela manhã.
Material Utilizado	Areia+cal, cimento, concreto; Betoneira		

RESUMO DE COLETA

Edifício: B
Data: 05/12/2008
Nome do Funcionário: XXXXXXXX

Empresa: XXXXXXX
Endereço: Recife – PE
Função: Ajudante de Betoneiro/ Preparação de argamassa

Tipo de Amostragem: ÚNICA
Fase da Obra: Estrutura

Tipo de Cassete	Área	Ref. Cassete	Vazão (L/min)	Início (Manhã)	Fim (Manhã)	Início (Tarde)	Fim (Tarde)	Tempo Total (min)	Volume (L)
Cassete Poeira Total	Área da Betoneira	20075533	1,795	8:16	11:35	12:37	15:41	383	687,485

Horário	Atividades Realizadas	Horário	Atividades Realizadas
7:00 – 8:00		12:30 – 13:30	Equipamentos religados às 12:37. Remoção de entulho; carregamento de massa (locomoção)
8:00 – 9:00	Equipamentos ligados às 8:16. Seleção p/ cimento (peneira); Ensacamento de areia+cal dormida p/ misturar ao cimento; Seleção p/ cimento (areia grossa na peneira).	13:30 – 14:30	Carregamento de concreto;
9:00 – 10:00	Betoneira (aplicação da areia)	14:30 – 15:30	Carregamento de concreto;
10:00 – 11:30	Limpeza da betoneira; Depósito da massa; Bombas desligadas as 11:35. Total de 199 min pela manhã.	15:30 – 17:00	Equipamento desligado as 15:41. Total de 184 min de medição pela manhã.
Material Utilizado	Areia+cal, cimento, concreto; Betoneira		

RESUMO DE COLETA

Edifício: B
Data: 10/12/2008
Nome do Funcionário: XXXXXX

Empresa: XXXXXX
Endereço: Recife – PE
Função/Atividade: Gesseiro/ Revestimento de superfícies

Tipo de Amostragem: Consecutiva de período completo
Fase da Obra: Estrutura

Tipo de Cassete	Área	Ref. Cassete	Vazão (L/min)	Início (Manhã)	Fim (Manhã)	Início (Tarde)	Fim (Tarde)	Tempo Total (min)	Volume (L)
Cassete Poeira Total	Pavimento Tipo	21275374	1,8045	07:16	11:38	13:25	17:19	262	472,779
		21275382	1,7935					234	419,679
Cassete Poeira Respirável	Pavimento Tipo	21275372	1,6935	07:16	11:8	13:25	17:19	262	443,697
		21275408	1,7070					234	399,438

Horário	Atividades Realizadas	Horário	Atividades Realizadas
7:00 – 8:00	Equipamentos ligados às 7:16. Limpeza de parte da parede com a espátula; Bateu a massa do gesso (1ª vez).	12:30 – 13:30	Equipamentos religados às 13:25.
8:00 – 9:00	Aplicação da massa em uma das paredes; Preparou EPI (cordas).	13:30 – 14:30	Iniciou com aplicação da massa
9:00 – 10:00	Bateu a massa do gesso (2ª vez); Aplicação da massa numa outra parede	14:30 – 15:30	Preparação da massa;
10:00 – 11:30	Continuação da aplicação da massa na parede; Bateu a massa do gesso (3ª vez); Aplicação; Bomba desligada as 11:38. Total de 262 min de medição pela manhã.	15:30 – 17:00	Equipamento desligado as 17:19. Total de 234 min de medição pela manhã.
Material Utilizado	Gesso, água e ferramentas de trabalho		

RESUMO DE COLETA

Edifício: C
Data: 11/12/2008
Nome do Funcionário: XXXXXX

Empresa: XXXXXXXX
Endereço: Recife – PE
Função/Atividade: Pedreiro/ Corte de Granito

Tipo de Amostragem: PARCIAL
Fase da Obra: Acabamento

Tipo de Cassete	Área	Ref. Cassete	Vazão (L/min)	Início (Manhã)	Fim (Manhã)	Início (Tarde)	Fim (Tarde)	Tempo Total (min)	Volume (L)
Cassete Poeira Total	Pavimento Tipo	20075563	1,806	08:16	10:38	13:50	15:03	142	256,452
		20075567	1,824					73	133,152
Cassete Poeira Resp.	Pavimento Tipo	20075600	1,706	08:16	10:38	13:50	15:03	142	242,252
		20075599	1,732					73	136,436

Horário	Atividades Realizadas	Horário	Atividades Realizadas
7:00 – 8:00		12:30 – 13:30	Equipamentos religados às 13:50.
8:00 – 9:00	Equipamentos ligados às 08:16. Corte de granito p/ rodapé; Medição das pedras p/ fazer chanfro em 45°	13:30 – 14:30	
9:00 – 10:00	Assentamento de pedras no rodapé; Corte do granito; Medição p/ corte;	14:30 – 15:30	Equipamento desligado as 15:03. Total de 73 min de medição pela manhã.
10:00 – 11:30	Assentamento de pedras no rodapé; Corte do granito; Medição p/ corte; Bomba desligada as 10:38. Total de 142 min de medição pela manhã.	15:30 – 17:00	
Material Utilizado	Riscadeira; Bosch GDC 14-40 Professional		

RESUMO DE COLETA

Edifício: A
Data: 13/12/2008
Nome do Funcionário: XXXXXX

Empresa: XXXXXX
Endereço: Recife – PE
Função: Betoneiro/ Preparação de argamassa

Tipo de Amostragem: ÚNICA
Fase da Obra: Estrutura

Tipo de Cassete	Área	Ref. Cassete	Vazão (L/min)	Início (Manhã)	Fim (Manhã)	Início (Tarde)	Fim (Tarde)	Tempo Total (min)	Volume (L)
Cassete Poeira Total	Terreno Pátio Aberto + coberto	20075579	1,788	7:50	11:25	12:40	15:00	354	629,412
Cassete Poeira Resp.	Terreno Pátio Aberto + coberto	20075559	1,7165	7:50	11:25	12:40	15:00	354	607,641

Horário	Atividades Realizadas	Horário	Atividades Realizadas
7:00 – 8:00	Equipamentos ligados às 07:50. Arrumação do local de trabalho; desensacar saco de cimento de 50 kg em baia de madeira; medir 2,4 kg (ou 1,7 L) de cimento em caneco medidor; ensacar em sacos plásticos	12:30 – 13:30	Equipamentos religados às 12:40. Bater na betoneira: - Argamassa intermediária - Areia fina - Traço (20 kg de cal + 3 carros de 70 litros de areia fina + 50 litros de água) - Farofa (2 sacos de cimento + 7 carros de areia grossa lavada)
8:00 – 9:00	Alimentar a betoneira (jogar água + massa); Preparar carga p/ betoneira: 1 saco de cimento + medida da massa (areia, traço, 20 litros da mistura areia+cal)	13:30 – 14:30	Fabricação da argamassa intermediária
9:00 – 10:00	Alimentar a betoneira c/ massa de farofa, bater e transportar em carros-de-mão.	14:30 – 15:30	Cal CH-I hidratada 20 kg + areia fina + água (Argamassa p/ alvenaria e reboco interno e externo) Despeja o cal no carrinho + areia Equipamento desligado as 15:00. Total de 138 min de medição pela manhã.
10:00 – 11:30	Bomba desligada as 11:25. Total de 216 min de medição pela manhã.	15:30 – 17:00	
Material Utilizado	Areia + cal CH-I + Cimento CP II F-32; Betoneira com carregador		

RESUMO DE COLETA

Edifício: A
Data: 15/12/2008
Nome do Funcionário: XXXXXX

Empresa: XXXXXX
Endereço: Recife – PE
Função: Betoneiro/ Preparação de argamassa

Tipo de Amostragem: Consecutiva de período completo
Fase da Obra: Estrutura

Tipo de Cassete	Área	Ref. Cassete	Vazão	Início (Manhã)	Fim (Manhã)	Início (Tarde)	Fim (Tarde)	Tempo Total	Volume
Cassete Poeira Respirável	Terreno Pátio Aberto + coberto	20075554	1,7025	07:34	11:26	13:15	17:34	232	394,980
		20075586	1,7065					259	441,983

Horário	Atividades Realizadas	Horário	Atividades Realizadas
7:00 – 8:00	Equipamentos ligados às 07:34.	12:30 – 13:30	Equipamentos religados às 13:15. Preparação da farinha; Tirar da betoneira e transportar em carro-de-mão p/ o elevador;
8:00 – 9:00	Mistura da massa (cimento + areia); Descarregamento da massa	13:30 – 14:30	Mexer e transportar farinha
9:00 – 10:00	Mistura da massa; Descarregamento da massa;	14:30 – 15:30	Preparação da argamassa
10:00 – 11:30	Mistura da massa, com adição de água; Descarregamento da massa e movimentação com o carro-de-mão; Limpeza da betoneira, com água e espátula; Bomba desligada as 11:26. Total de 232 min pela manhã.	15:30 – 18:00	Bomba desligada as 17:34. Total de 259 min pela manhã.
Material Utilizado	Areia, cimento, água, pá, espátula, balde, carro-de-mão		

RESUMO DE COLETA

Edifício: A
Data: 16/12/2008
Nome do Funcionário: XXXXXX

Empresa: XXXXXX
Endereço: Recife - PE
Função: Ajudante de Pedreiro/ Elevação de alvenaria

Tipo de Amostragem: ÚNICA
Fase da Obra: Estrutura

Tipo de Cassete	Área	Ref. Cassete	Vazão (L/min)	Início (Manhã)	Fim (Manhã)	Início (Tarde)	Fim (Tarde)	Tempo Total (min)	Volume (L)
Cassete Poeira Total	Pavimentos Tipo	20075593	1,777	08:00	11:24	13:25	16:42	401	712,577
Cassete Poeira Respirável	Pavimentos Tipo	20075568	1,7105	08:00	11:24	13:25	16:42	400	684,200

Horário	Atividades Realizadas	Horário	Atividades Realizadas
7:00 – 8:00		12:30 – 13:30	Equipamentos religados às 13:25. Transportar metralha no carro-de-mão; Transportar tijolo
8:00 – 9:00	Equipamentos ligados às 08:00. Juntou material (tijolos) p/ o pedreiro; Misturou cimento à água p/ o pedreiro; Recolhimento de materiais no elevador com o carro-de-mão (sacos de cimento e pilares de concreto); Recolhimento de tijolos no elevador com o carro-de-mão; Desceu até o térreo p/ pegar blocos de concreto.	13:30 – 14:30	Foi pegar água, transportar cimento em carro-de-mão; Transportar tijolo; Transportar cimento (argamassa).
9:00 – 10:00	Trouxe blocos de concreto; Preparou cimento+água p/ o pedreiro.	14:30 – 15:30	Transportar tijolo
10:00 – 11:30	Desceu ao térreo p/ socilitar material; Recolheu a sobra de cimento, no chão, usado pelo pedreiro; Preparação de mais cimento+água; Bomba desligada as 11:24. Total de 204 min de medição pela manhã.	15:30 – 17:00	Juntou entulho com a pá e transportou; Varreu a área c/ vassourão/pá e a seco. Equipamento desligado as 16:42. Total de 197 min de medição pela manhã.
Material Utilizado	Madeirit, madeira, prego, martelo, máquina com disco de corte (tipo Maquita).		

RESUMO DE COLETA

Edifício: D
Data: 17/12/2008
Nome do Funcionário: XXXXXX

Empresa: XXXXXX
Endereço: Recife – PE
Função: Servente/ Varrição

Tipo de Amostragem: Consecutiva de período completo
Fase da Obra: Acabamento

Tipo de Cassete	Área	Ref. Cassete	Vazão (L/min)	Início (Manhã)	Fim (Manhã)	Início (Tarde)	Fim (Tarde)	Tempo Total (min)	Volume (L)
Cassete Poeira Respirável	Pavimentos Tipo	20075582	1,709	07:22	11:11	13:30	16:38	229	391,361
		20075604	1,717					188	322,796

Horário	Atividades Realizadas	Horário	Atividades Realizadas
7:00 – 8:00	Equipamentos ligados às 07:22. Varrição c/ vassoura de pêlo (piso cerâmica) 14º Tipo; Varrição c/ vassoura de pêlo (piso cerâmica) 13º Tipo.	12:30 – 13:30	Equipamentos religados às 13:30. Varrição c/ vassoura de pêlo (piso cerâmica) 08º Tipo
8:00 – 9:00	Varrição c/ vassoura de pêlo (piso cerâmica) 12º Tipo.	13:30 – 14:30	Varrição c/ vassoura de pêlo (piso cerâmica) 07º Tipo Varrição c/ vassoura de pêlo (piso cerâmica) 06º Tipo
9:00 – 10:00	Varrição c/ vassoura de pêlo (piso cerâmica) 11º Tipo; Recolhimento de resíduos de gesso.	14:30 – 15:30	Varrição c/ vassoura de pêlo (piso cerâmica) 05º Tipo Varrição c/ vassoura de pêlo (piso cerâmica) 02º Tipo
10:00 – 11:30	Varrição c/ vassoura de pêlo (piso cerâmica) 10º Tipo Varrição c/ vassoura de pêlo (piso cerâmica) 09º Tipo Varrição c/ vassoura de pêlo (piso cerâmica) 08º Tipo Bomba desligada as 11:11. Total de 229 min de medição pela manhã.	15:30 – 17:00	Varrição c/ vassoura de pêlo (piso cerâmica) 15º Tipo Equipamento desligado as 16:38. Total de 188 min de medição pela manhã.
Material Utilizado	Vassoura de pêlo, pá e sacos		

RESUMO DE COLETA

Edifício: D
Data: 17/03/2009
Nome do Funcionário: XXXXXXXX

Empresa: XXXXXXXX
Endereço: Recife – PE
Função: Pintor/ Lixamento de superfícies

Tipo de Amostragem: ÚNICA
Fase da Obra: Acabamento

Tipo de Cassete	Área	Ref. Cassete	Vazão (L/min)	Início (Manhã)	Fim (Manhã)	Início (Tarde)	Fim (Tarde)	Tempo Total (min)	Volume (L)
Cassete Poeira Total	Pavimentos Tipo	20079864	1,888	7:40	11:25	12:52	16:10	423	798,624
Cassete Poeira Respirável.	Pavimentos Tipo	20079807	1,721	7:40	11:25	12:52	16:10	423	727,883

Horário	Atividades Realizadas	Horário	Atividades Realizadas
7:00 – 8:00	Equipamentos ligados às 7:40. Lixamento de teto 7º tipo	12:30 – 13:30	Ligada às 12:52. Foi pegar bancada. Lixamento 5º tipo
8:00 – 9:00	Lixamento de paredes 6º tipo 8:50 foi pegar material	13:30 – 14:30	Continuou lixamento de teto e paredes 5º tipo.
9:00 – 10:00	Continuou com lixamento 6º tipo	14:30 – 15:30	Continuou lixamento de teto e paredes 5º tipo.
10:00 – 11:30	Parou as 11:25. Total de 225 min de medição pela manhã.	15:30 – 17:00	Continuou lixamento de teto e paredes 5º tipo. Encerrou as 16:10. Total de 198 min de medição pela tarde.
Material Utilizado	Folhas de papel lixa		

RESUMO DE COLETA

Edifício: D
Data: 18/03/2009
Nome do Funcionário: XXXXXX

Empresa: XXXXXX
Endereço: Recife – PE
Função: Pintor / Lixamento de superfícies

Tipo de Amostragem: ÚNICA
Fase da Obra: Acabamento

Tipo de Cassete	Área	Ref. Cassete	Vazão (L/min)	Início (Manhã)	Fim (Manhã)	Início (Tarde)	Fim (Tarde)	Tempo Total (min)	Volume (L)
Cassete Poeira Total	Tipo	20079824	1,868	08:00	11:25	12:48	16:43	440	821,92
Cassete Poeira Respirável	Tipo	20079841	1,748	08:00	11:25	12:48	16:43	440	769,12

Horário	Atividades Realizadas	Horário	Atividades Realizadas
7:00 – 8:00	Equipamentos ligados às 8:00. Lixamento tipo 4	12:30 – 13:30	Reiniciado às 12:48, com lixamento tipo 4 Finalizado o 4º tipo, passa-se a varrer e limpar os rodapés do 14º tipo, com espátula e vassoura.
8:00 – 9:00	Lixamento tipo 4	13:30 – 14:30	Limpeza dos rodapés e varrição (14º tipo) Limpeza dos rodapés e varrição (13º tipo)
9:00 – 10:00	Lixamento tipo 4	14:30 – 15:30	Limpeza dos rodapés e varrição (12º tipo)
10:00 – 11:30	Lixamento tipo 4. Parou as 11:25. Total de 205 min de medição pela manhã.	15:30 – 17:00	Limpeza dos rodapés e varrição (11º tipo). Limpeza dos rodapés e varrição (10º tipo) Limpeza dos rodapés e varrição (9º tipo) Encerrou as 16:43. Total de 235 min de medição pela tarde.
Material Utilizado	Folhas de papel lixa		

APÊNDICE E

- Tabela geral – Resultados analíticos das coletas de poeira

Tabela geral - Resultados analíticos das coletas de poeira											
Item	Empresa	Data	Função	Atividade	Nº cassete	Vazão da bomba (L/min)	Tempo amostrado (min)	Volume amostrado (L)	Tipo de amostragem	Poeira respirável (mg/m3)	Poeira total (mg/m3)
1	A	27/11/2008	carpinteiro	Corte de madeira c/ maquina	21275361	1,770	363	642,510	única	0,293	x
2	A	27/11/2008	carpinteiro	Corte de madeira c/ maquina	21275371	1,868	363	678,084	única	x	1,642
3	A	28/11/2008	carpinteiro	Corte de madeira c/ maquina	21275373	1,769	407	719,983	única	0,110	x
4	A	28/11/2008	carpinteiro	Corte de madeira c/ maquina	21275375	1,854	407	754,578	única	x	0,730
5	A	29/11/2008	carpinteiro	Corte de madeira c/ maquina	21275378	1,878	365	685,470	única	x	1,820
6	B	2/12/2008	pedreiro	Corte de cerâmica c/ maquina	20075588	1,788	387	691,956	única	x	3,000
7	B	3/12/2008	gesseiro	Revestimento de parede	21275360	1,804	375	676,500	única	x	2,846
8	B	4/12/2008	gesseiro	Revestimento de parede	21275369	1,691	382	645,962	única	1,077	x
9	B	5/12/2008	betoneiro	Preparação de argamassa (betoneira)	20075594	1,700	383	651,100	única	0,633	x
10	B	5/12/2008	betoneiro	Preparação de argamassa (betoneira)	20075533	1,795	383	687,485	única	x	1,659
11	B	10/12/2008	gesseiro	Revestimento de parede	21275372 21275408	1,6935 1,707	262 234	443,697 399,438	consecutiva de período completo	0,476 0,472	x
12	B	10/12/2008	gesseiro	Revestimento de parede	21275374 21275382	1,8045 1,7935	262 234	472,779 419,679	consecutiva de período completo	x	2,491 2,523
13	C	11/12/2008	pedreiro	Corte de granito	20075600 20075599	1,706 1,732	142 73	242,252 126,436	parcial parcial	0,493 <0,244	x
14	C	11/12/2008	pedreiro	Corte de granito	20075563 20075567	1,806 1,824	142 73	256,452 133,152	parcial parcial	x	4,114 2,182
15	A	13/12/2008	betoneiro	Preparação de argamassa (betoneira)	20075559	1,7165	354	607,641	única	0,573	x
16	A	13/12/2008	betoneiro	Preparação de argamassa (betoneira)	20075579	1,778	354	629,412	única	x	3,732
17	A	15/12/2008	betoneiro	Preparação de argamassa (betoneira)	20075554 20075586	1,7025 1,7065	232 259	394,980 441,983	consecutiva de período completo	0,175 0,608	x
18	A	16/12/2008	Ajudante de pedreiro	Transporte de material e varrição	20075568	1,7105	400	684,200	única	0,276	x
19	A	16/12/2008	Ajudante de pedreiro	Transporte de material e varrição	20075593	1,777	401	712,577	única	x	1,217
20	D	17/12/2008	Servente	Varrição	20075582 20075604	1,709 1,717	229 188	391,361 322,796	consecutiva de período completo	0,516 0,651	x
21	D	17/3/2009	Pintor	Lixamento de superfície	20079807	1,721	423	727,983	única	1,247	x
22	D	17/3/2009	Pintor	Lixamento de superfície	20079864	1,888	423	798,624	única	x	16,295
23	D	18/3/2009	Pintor	Lixamento de superfície	20079841	1,748	440	769,120	única	1,341	x
24	D	18/3/2009	Pintor	Lixamento de superfície	20079824	1,868	440	821,920	única	x	48,62

Continuação da Tabela geral - Resultados analíticos das coletas de poeira													
Item	α -quartzo respirável (% SiO ₂)	α -quartzo total (% SiO ₂)	Conc. α -quartzo resp. (mg/m ³)	Conc. α -quartzo total (mg/m ³)	LT NR 15 p. respirável (mg/m ³)	LT NR 15 p. total (mg/m ³)	VG ACGIH p. respirável (mg/m ³)	TLV / VG ACGIH p. total (mg/m ³)	TLV-TWA ACGIH sílica crist. resp. (mg/m ³)	(%) relativo ao LT NR 15 p.respirável	(%) relativo ao LT NR 15 p. total	(%) relativo ao TLV / VG ACGIH	STATUS
1	0,000	0,000	0,000	0,000	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	0,000	0,000	0,000	0,000	x	x	x	0,881	x	x	x	186,38	> VG (ACGIH)
3	0,000	0,000	0,000	0,000	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	0,000	0,000	0,000	0,000	x	x	x	0,881	x	x	x	82,86	> NA (ACGIH)
5	0,000	0,000	0,000	0,000	x	x	x	0,881	x	x	x	206,58	> VG (ACGIH)
6	0,000	3,900	0,000	0,117	x	3,478	x	x	x	x	86,25	x	> NA (NR 15)
7	0,000	0,000	0,000	0,000	x	x	x	8,810	x	x	x	32,30	< NA (NR 15 e ACGIH)
8	0,000	0,000	0,000	0,000	x	x	2,643	x	x	x	x	40,75	< NA (NR 15 e ACGIH)
9	1,264	0,000	< 0,008	0,000	2,451	x	x	x	0,022	25,83	x	36,36	< NA (NR 15 e ACGIH)
10	0,000	1,025	0,000	0,017	x	5,963	x	x	x	x	27,82	x	< NA (NR 15)
11	0,000	0,000	0,000	0,000	x	x	2,643	x	x	x	x	17,93	< NA (NR 15 e ACGIH)
12	0,000	0,000	0,000	0,000	x	x	x	8,810	x	x	x	28,44	< NA (NR 15 e ACGIH)
13	22,92 16,80	0,000	0,113 <0,041	0,000	0,321 0,425	x	x	x	0,022	153,58 57,41	x	513,63 186,36	> TLV(ACGIH) e > LT (NR 15)
14	0,000	13,66 18,97	0,000	0,562 0,414	x	1,441 1,092	x	x	x	x	285,50 199,82	x	> LT (NR 15)
15	1,396	0,000	< 0,008	0,000	2,356	x	x	x	0,022	24,32	x	36,36	< NA (NR 15 e ACGIH)
16	0,000	0,214	0,000	< 0,008	x	7,467	x	x	x	x	49,98	x	= NA (NR 15)
17	7,43 1,97	0,000	< 0,013 < 0,012	0,000	0,848 2,015	x	x	x	0,022	20,64 30,17	x	59,09 54,54	> NA (ACGIH)
18	2,898	0,000	< 0,008	0,000	1,633	x	x	x	0,022	16,90	x	36,36	< NA (NR 15 e ACGIH)
19	0,000	0,575	0,000	< 0,007	x	6,713	x	x	x	x	18,13	x	< NA (NR 15)
20	2,52 2,46	0,000	< 0,013 < 0,016	0,000	1,770 1,794	x	x	x	0,022	29,15 36,29	x	59,09 72,73	< NA (NR 15) >NA (ACGIH)
21	0,000	0,000	0,000	0,000	x	x	2,643	x	x	x	x	47,18	= NA (NR 15)
22	0,000	0,000	0,000	0,000	x	x	x	8,810	x	x	x	184,96	> VG (ACGIH)
23	0,000	0,000	0,000	0,000	x	x	2,643	x	x	x	x	50,73	> NA (ACGIH)
24	0,000	0,000	0,000	0,000	x	x	x	8,810	x	x	x	551,87	> VG (ACGIH)

Notas: LT - limite de tolerância da NR 15; TLV - limite de exposição ocupacional da ACGIH; NA - nível de ação; VG - valor guia recomendado pela ACGIH.

APÊNDICE F

- Informações relativas à aquisição de EPR e filtros mecânicos

INFORMAÇÕES RELATIVAS À AQUISIÇÃO DE EPR E FILTROS MECÂNICOS

Os equipamentos de proteção respiratória (EPR) são divididos em dois grandes grupos: os respiradores de adução de ar e os respiradores purificadores de ar. O primeiro grupo é independente do ar ambiente, ou seja, o ar inalado pelo usuário vem de outra fonte que não a do ar ambiente. Nos respiradores purificadores, o ar passa através de um elemento filtrante com a finalidade de remover o agente contaminante, podendo ser de pressão negativa quando a inalação é feita naturalmente através da vedação facial ou de pressão positiva quando o ar ambiente é insuflado para as vias respiratórias. São diversos os tipos e modelos desses equipamentos.

As informações contidas neste documento são uma síntese quanto à aquisição de EPR, que devem ser úteis para administradores e técnicos de segurança e saúde do trabalho. Estão direcionadas especificamente para as seguintes funções/atividades:

- Pedreiro / corte de granito, cerâmica e porcelanatos;
- Carpinteiro / corte de madeira;
- Servente / varrição de superfícies;
- Betoneiro / preparação de argamassa;
- Pedreiro / demolição em reformas;
- Gesseiro / preparação da pasta de gesso;
- Pintor / lixamento de superfícies.

Os EPR indicados para estas atividades são:

- Respirador purificador de ar com peça semifacial com filtro mecânico P1, P2 ou P3, cujos filtros são substituíveis;
- Respirador purificador de ar com peça semifacial filtrante PFF1, PFF2 ou PFF3, onde o filtro mecânico é a própria peça e são descartáveis.

O quadro abaixo foi elaborado para especificar o tipo de EPR que pode ser usado com opções de modelo. Contém informações do catálogo de respiradores do fabricante 3M, credenciado pelo Ministério do Trabalho e Emprego, inclusive com orçamento de alguns modelos.

Descrição e orçamento – Protetores Respiratórios 3M

Modelo	Classe	C.A.	Periodicidade	Preço Unitário Estimado (R\$)
Respirador descartável dobrável 9901 sem válvula	PPF1	18682	descartável	0,95
Respirador descartável concha 8720 sem válvula	PPF1	445	descartável	2,26
Respirador descartável concha 8812 com válvula de exalação	PPF1	5658	descartável	3,90
Respirador semifacial 6200 com filtro mecânico	-	4115	a ser planejada	48,00
Filtro mecânico	P1	-	a ser planejada	32,00

As peças semifaciais ou faciais inteiras, que possuem adaptadores para filtros, são peças independentes dos filtros, mas que precisam ser adquiridos em conjunto. A opção é mais cara, no entanto é preciso fazer a análise do custo/benefício, uma vez que os respiradores tipo PFF1 são descartáveis e só devem ser usados no máximo durante uma jornada de trabalho.

Os fabricantes de EPR e filtros não estabelecem o tempo limite de uso ou periodicidade de troca destes equipamentos. No entanto, os fabricantes disponibilizam um software (programa específico) que estima a vida útil de cartuchos e filtros. Os dados de entrada, deste programa, são alimentados pelo interessado e são informações referentes a natureza do agente químico e sua concentração, jornada de trabalho e nível de esforço desenvolvido pelo usuário, da presença de outros contaminantes e da umidade relativa do ar. Desta forma espera-se estabelecer um planejamento de troca para os filtros e cartuchos.

As especificações dos EPR e filtros mecânicos, abaixo, foram obtidos através dos C.A. do fabricante 3M, no site do Ministério do Trabalho e Emprego.

C.A. 18682

Respirador purificador de ar tipo peça semifacial filtrante para partículas, com formato dobrável, solda térmica em todo o seu perímetro, tamanho único, a peça apresenta face externa na cor azul escuro e na cor verde-escuro, a peça possui face interna (que fica em contato com a face do usuário) na cor branca. O respirador é composto basicamente por dois painéis de não tecido e um meio filtrante em microfibras sintéticas tratadas eletrostaticamente. nas laterais da peça, existe quatro grampos metálicos, dois de cada lado, por onde passam as

pontas de dois tirantes elásticos na cor amarela. A parte superior externa da peça possui uma tira de material metálico moldável, utilizada para ajuste do septo nasal. Ref.: 3M 9901 – PFF1.

C.A. 445

Respirador purificador de ar de segurança, tipo peça semifacial filtrante para partículas, com formato tipo concha, com face externa na cor branca ou verde, e face interna branca. Nos tamanhos, pequeno e regular. O respirador possui solda térmica em todo seu perímetro. O respirador possui camadas de microfibras sintéticas tratadas eletrostaticamente. Nas laterais da peça existem quatro grampos metálicos, sendo dois de cada lado, por onde passam as pontas de dois tirantes elásticos amarelos. a parte superior interna da peça possui uma tira de espuma cinza e a parte superior externa uma tira de material metálico moldável. Ref.: 3M 8720p (peça tamanho pequeno); 3M 8720 (peça tamanho regular).

C.A. 5658

Respirador purificador de ar de segurança, tipo peça semifacial filtrante para partículas, com formato tipo concha, com solda térmica em todo seu perímetro. Apresenta face externa nas cores branca ou verde e interna na cor branca. Nas laterais do respirador existem quatro grampos metálicos, sendo dois de cada lado, por onde passam as pontas de dois tirantes elásticos amarelos. a parte superior interna do respirador possui uma tira de espuma cinza e a parte superior externa uma tira de material metálico moldável. A peça semifacial filtrante é dotada de uma válvula de exalação, localizada no interior de um dispositivo branco com formato retangular posicionado no centro do corpo da peça. Ref.: 3M 8812 - PFF1.

C.A. 4115

Respirador purificador de ar de segurança, tipo peça semifacial nos tamanhos pequeno, médio e grande, com corpo moldado em material plástico rígido cinza escuro e em elastômero sintético cinza, com tonalidades diferentes de acordo com o tamanho (cinza clara, cinza escura para os tamanhos pequeno, médio e grande, respectivamente). Nas laterais o corpo da peça, encontra-se localizados dois suportes plásticos, um de cada lado, dotados, em sua parte dianteira, de um encaixe tipo baioneta, e de um anel de borracha, onde são fixados diretamente os filtros químicos, combinados e mecânicos com encaixe tipo baioneta ou a base de fixação para utilização dos filtros mecânicos planos. Na parte traseira de cada um dos

suportes, encontra-se fixado uma válvula de inalação. O respirador possui, em sua parte central, uma válvula de exalação.

Filtros mecânicos – são os elementos que filtram o ar inalado pelo usuário e são regidos pela norma ABNT NBR 13697/96. São exemplos de filtros mecânicos para exposição à poeira, névoa e fumos, da marca 3M: 2071; 2076 HF; 2078 e 5N11.

APÊNDICE G

- Roteiro para implantação de um programa de proteção respiratória para canteiros de obras de edificações verticais

ROTEIRO PARA IMPLANTAÇÃO DE UM PROGRAMA DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA PARA CANTEIROS DE OBRAS DE EDIFICAÇÕES VERTICAIS

Este guia tem a finalidade de ajudar aos administradores e técnicos em segurança e saúde do trabalho, de empresas construtoras, na implantação de um programa de proteção respiratória, baseado na Instrução Normativa, I.N. nº 1 de 11/04/94, e no Programa de Proteção Respiratória do Ministério do Trabalho e Emprego. Tem como foco as seguintes funções/atividades:

FUNÇÃO/ATIVIDADE:

Pedreiro / corte de granito, cerâmica e porcelanatos;

Carpinteiro / corte de madeira;

Servente / varrição de superfícies;

Betoneiro / preparação de argamassa;

Pedreiro / demolição em reformas;

Gesseiro / preparação da pasta de gesso;

Pintor / lixamento de superfícies.

O PPR é um conjunto de medidas práticas e administrativas através das quais se pretende proteger a saúde do trabalhador pela seleção adequada e uso correto dos equipamentos de proteção respiratória (EPR). Este programa é articulado com os programas: Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) da NR-9; Programa de Condições de Meio Ambiente de Trabalho da Construção (PCMAT) da NR-18 e do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO) da NR-7.

Os itens aqui discriminados fazem parte de um conjunto mínimo de tópicos que devem constar no programa desenvolvido pela empresa.

1 Administração do programa

O empregador deverá eleger uma só pessoa para ser responsável pela aplicação e manutenção do programa. As responsabilidades do administrador são:

- preparação dos procedimentos operacionais escritos;

- ter conhecimento de medições, estimativas ou informações atualizadas sobre a concentração do contaminante;
- seleção do tipo ou classe do respirador apropriado;
- manutenção de registros e procedimentos escritos e avaliação da eficácia do programa.

2 Procedimentos operacionais escritos para uso rotineiro de respiradores

O administrador deverá definir e implementar os seguintes procedimentos:

- Política da empresa na área de proteção respiratória;
- Seleção dos EPR;
- Ensaio de vedação dos EPR;
- Treinamento dos usuários;
- Distribuição dos EPR;
- Limpeza, inspeção, higienização, guarda e manutenção dos EPR;
- Monitoramento do uso;
- Monitoramento do risco.

Nota: No caso dos riscos provenientes das funções/atividades listados, não há necessidade de procedimentos operacionais escritos para o uso de respiradores em situações de emergência e de salvamento.

3 Limitações fisiológicas

É através de exame clínico, referentes a sintomas respiratórios e cardiovasculares, de avaliação de parâmetros, referentes ao ambiente e condições de trabalho, e de exames funcionais se houver necessidade, que o médico pode determinar se uma pessoa tem ou não condições de usar um EPR. O médico pode dispor do exemplo do questionário de avaliação, de candidatos à utilização de EPR, contido no *Code of Federal Regulations, Title 29, Part 1910.134*, que também está disponível em anexo no programa de proteção respiratória (PPR) da FUNDACENTRO. Com base nas informações, o médico deve avaliar:

- Deformidades faciais - ósseas ou de cicatrizes extensas e uso de prótese dentária (cuja ausência pode causar deformidades);

- Pelos faciais – a barba impede o ajuste adequado ao rosto e eventualmente, o uso de costeletas e bigodes não interferem no ajuste do EPR;
- Doenças pulmonares – doenças pulmonares obstrutivas e restritivas diagnosticadas impedem o uso de EPR. Sintomas, como dispnéia de esforço exige avaliação cuidadosa e exame de função respiratória. A asma brônquica não impede o uso de EPR, desde que com orientação ao usuário.
- Doenças cardiovasculares – o usuário não deve utilizar EPR de pressão negativa;
- Doenças neurológicas – como epilepsia controlada não contra-indica o uso de EPR, desde que acompanhados;
- Alterações psíquicas – como claustrofobia, contra-indica o uso de EPR e limita o uso à portadores de ansiedade
- A avaliação médica dos usuários de EPR deve ser renovada anualmente.

4 Seleção e uso dos EPR

Para a seleção do tipo de EPR deve-se levar em conta as seguintes considerações: a natureza da atividade ou processo perigoso; o tipo de risco respiratório; a localização da área de risco; a jornada de trabalho; as atividades desenvolvidas na área de risco; as características e limitações dos EPR e o fator de proteção atribuído (FPA) dos diversos tipos de EPR.

4.1 Fatores a serem considerados para seleção de EPR:

- atividade do usuário e sua localização na área de risco – se a atividade é considerada leve, média ou pesada em termos de esforço físico e se permanece ou não durante toda jornada de trabalho na área de risco;
- condições de uso do EPR – verificação do tempo que o EPR é utilizado, se rotineiro, não rotineiro, emergencial ou de resgate;
- localização da área de risco – para planejamento de fuga, de entrada de pessoas para realização de manutenção ou reparos e de operações de resgate;
- características e limitações dos EPR – são diversos os tipos de EPR por isso é necessário o conhecimento das características físicas, funcionais e as suas limitações;
- características da tarefa – se realizada com esforço a autonomia do EPR fica reduzida pela metade.

4.2 Informações e etapas para seleção de EPR

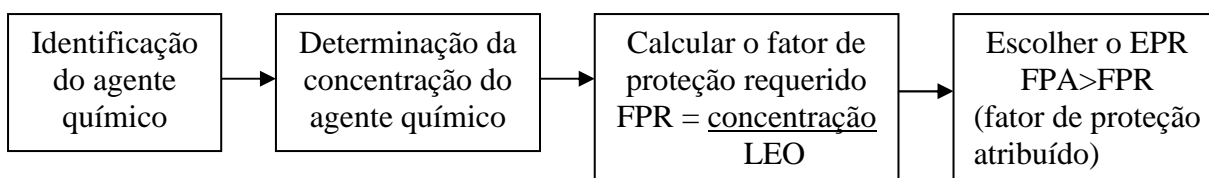
De acordo com as funções/atividades, aqui relacionadas, os EPR a serem selecionados são aqueles para o uso rotineiro.

4.2.1 Informações necessárias para seleção de EPR

- os EPR só poderão ser comercializados se acompanhados de instruções impressas, cujo conteúdo mínimo é: a finalidade a que se destina; a proteção oferecida ao usuário; as restrições ao seu uso; a sua vida útil e orientação sobre guarda, conservação e higienização;
- só poderão ser utilizados EPR aprovado, isto é, com certificado de aprovação (C.A.) emitido pelo Ministério do Trabalho e Emprego, assim como, devem ser observados os prazos de validade dos mesmos.

4.2.2 Etapas para identificação do risco e seleção dos EPR

A seguir foi realizado um roteiro simplificado para identificação e seleção dos EPR, para as funções/atividades relacionadas.



- Identificação do risco – determinar os contaminantes que podem estar presentes no ambiente de trabalho; verificar se existe limites de tolerância ou qualquer outro limite de exposição, também pode-se estimar a toxidez deles; verificar se existe regulamentos e legislação específica para os contaminantes; se existe deficiência de oxigênio no ambiente de trabalho;
- Determinação da concentração dos agentes químicos – realizar coletas e análises quantitativas dos contaminantes; se não for possível esta análise e se for identificado o risco deve-se considerar atmosfera imediatamente perigosa à vida ou à saúde (IPVS) e neste caso, adotar as medidas de acordo com roteiro específico; verificar se o

contaminante é absorvido pela pele, se produz sensibilização na pele ou se é irritante ou corrosivo para os olhos e a pele;

- O FPR é calculado em função dos resultados das concentrações encontradas do agente químico e seu respectivo limite de exposição ocupacional;
- A escolha do EPR é em função dos valores do FPR, do agente e do FPA, que é um fator atribuído ao tipo do EPR e é especificado em tabela da I.N. nº 1 de 11/04/94 e também é fornecido pelos fabricantes de EPR.

4.2.3 Tipos de EPR

Os EPR mais simples e de uso rotineiros indicados para as funções/atividades aqui relacionadas são respiradores purificadores de ar, são eles:

- Respirador purificador de ar com peça semifacial filtrante para partículas (PFF) – é a chamada máscara descartável. Leve, confortável e de baixo custo. Oferece proteção contra poeiras, névoas e fumos. Pode ser dotado de válvula de inalação e/ou exalação, para facilitar a respiração do usuário. Dispensa limpeza, manutenção e higienização. Para uso em até 10 vezes o Limite de Tolerância do contaminante;
- Respirador purificador de ar com peça semifacial com filtro mecânico do tipo P1, P2 e P3 - peça semifacial de baixo custo e manutenção, os filtros são substituíveis. A peça facial permite limpeza, mas não a substituição de componentes, exceto os filtros. Reduz o tempo de treinamento e custos de peças de reposição. Indicado para até 10 vezes o Limite de Tolerância.

O quadro abaixo sugere alguns tipos de EPR e EPI de uso rotineiro:

FUNÇÃO / ATIVIDADE	TIPO DO EPR	EPI
Pedreiro / corte de granito, cerâmica e porcelanatos	Semifacial com filtro P1 Semifacial filtrante PFF1	Óculos de proteção, Protetor auricular
Pedreiro / demolição em reformas	Semifacial com filtro P1 Semifacial filtrante PFF1	Óculos de proteção
Carpinteiro / corte de madeira	Semifacial com filtro P1 Semifacial filtrante PFF1	Óculos de proteção, Protetor auricular
Servente / varrição de superfícies	Semifacial com filtro P1 Semifacial filtrante PFF1	Óculos de proteção
Betoneiro / preparação de argamassa	Semifacial com filtro P1 Semifacial filtrante PFF1	Óculos de proteção, Protetor auricular
Gesseiro / preparação da pasta de gesso	Semifacial com filtro P1 Semifacial filtrante PFF1	Óculos de proteção Creme hidratante
Pintor / lixamento de superfícies	Semifacial com filtro P1 Semifacial filtrante PFF1	Óculos de proteção Boné tipo árabe Creme hidratante

4.3 Recomendações para uso de EPR

- **Pelos faciais** - barba, bigode, costeletas e cabelos são considerados fatores que podem interferir no funcionamento de válvulas, ou prejudicar a vedação do EPR, de peça facial (com pressão positiva ou negativa), na área de contato com o rosto;
- **Comunicação** - na escolha do EPR deve-se levar em conta o nível do ruído do ambiente e a necessidade de comunicação, pois, falar em voz alta pode provocar o deslocamento de algumas peças faciais;
- **Visão** – não deve haver interferência na vedação do EPR, quando o usuário necessitar o uso de lentes corretivas, protetor facial, máscara de soldador ou outro tipo de proteção ocular ou facial;
- **Problemas de vedação com o EPR** – deve ser observado o uso inadequado de acessórios que possam interferir na vedação, exemplo, bonés com abas, assim como, os tirantes dos EPR não devem ser colocados ou apoiados sobre hastes de óculos, capacetes e protetores auriculares.

5 Treinamento

O treinamento para garantir o uso correto do EPR deve ser adequado para a função, com reciclagem periódica de no mínimo 12 meses. Sendo que o usuário deve receber o treinamento inicial quando designado para uma função que exija o seu uso. Também deve ser mantido registro para cada usuário no qual conste a data, o tipo de treinamento recebido, a avaliação do resultado (se realizado) e o nome do instrutor. As funções a quem se destinam os treinamentos são: supervisor, usuários, a pessoa que distribui o EPR e as equipes de emergência e salvamento. O conteúdo mínimo, estão aqui distribuídos por função:

- a) **Supervisor** – é o responsável em acompanhar a realização do trabalho de um ou mais usuários.
- Conhecimentos básicos sobre práticas de proteção respiratória;
 - Natureza e extensão dos riscos respiratórios a que os usuários poderão ficar expostos;
 - Reconhecimento e resolução de problemas decorrentes do uso dos EPR;
 - Princípios e critérios de seleção de EPR;
 - Treinamento de usuários de EPR;
 - Verificação de vedação, ensaio de vedação e distribuição dos EPR;

- Inspeção dos EPR;
 - Uso e monitoramento do uso de EPR;
 - Manutenção e guarda de EPR;
 - Regulamentos e legislação relativos ao uso de EPR.
- b) **Pessoa que distribui o EPR** – é a pessoa responsável pela distribuição dos EPR, que deve receber treinamento adequado para garantir que o usuário receba o EPR adequado à sua atividade, de acordo com os procedimentos operacionais escritos.
- c) **Usuário do EPR** – a pessoa que vai usar o EPR, que deve ter os seguintes conhecimentos:
- Necessidade de uso da proteção respiratória;
 - Natureza, extensão e os efeitos dos riscos respiratórios encontrados no ambiente de trabalho;
 - A necessidade de informar ao seu supervisor qualquer problema que tenha ocorrido consigo ou com colegas de trabalho, devido ao uso do EPR;
 - Explicação sobre o não funcionamento de proteção coletiva, ou não ser adequada, e o que está sendo feito para eliminar ou minimizar a necessidade de uso de EPR;
 - Explicação da escolha do tipo de EPR relativa ao risco respiratório;
 - Explicação sobre o funcionamento, a capacidade e as limitações do EPR selecionado;
 - Exercícios práticos sobre inspeção, colocação e uso dos EPR. Deve incluir a necessidade de ser verificada a vedação, cada vez que o EPR é colocado ou ajustado, bem como, a necessidade do ensaio de vedação;
 - Explicações sobre guarda e manutenção dos EPR;
 - Instruções sobre procedimentos de emergência e uso de EPR em caso de fuga;
 - Normas e regulamentos sobre o uso de EPR.
- d) **Equipes de emergência e salvamento** – equipe criada para situações de emergência e salvamento.
- Treinamento sobre o uso de respiradores durante as tarefas realizadas nas operações de emergência e salvamento. Para tanto, deve ser estabelecido um programa de treinamento que inclua a simulação de emergência, a fim de assegurar a eficiência da equipe.

6 Ensaio de vedação

Todo usuário de EPR com vedação facial deve ser submetido a um ensaio de vedação qualitativo ou quantitativo, para determinar se o EPR especificado se ajusta bem ao rosto. A frequência deste ensaio é de no mínimo uma vez a cada 12 meses. O ensaio deverá ser repetido se o usuário apresentar alterações do tipo: variação de 10% ou mais no peso, aparecimento de cicatriz na área de vedação, cirurgia reconstrutiva, alteração na arcada dentária (perda de dente, prótese, etc.).

O ensaio de vedação deve ser realizado junto com os outros EPI que o usuário for obrigado a usar (óculos, capacete, máscara de soldador, proteção facial, etc). Existe no comércio kits para realização dos ensaios de vedação.

Teste de verificação de vedação

É um ensaio rápido para certificar que o EPR encontra-se ajustado perfeitamente no rosto, quando o usuário entra na área de risco. Para os respiradores purificadores de ar é realizado pelo método de pressão negativa. O usuário deve bloquear a entrada de ar com a palma da mão sobre o filtro ou válvula, inalar suavemente e segurar a respiração. Se a peça facial aderir ao rosto considera-se a vedação satisfatória.

7 Manutenção, inspeção, higienização e guarda

- **respirador descartável** - é um tipo de respirador onde a própria peça facial é filtrante e não deve ser realizado nenhum tipo de manutenção ou reparo. Deve ser trocado sempre que se encontrar saturado (entupido), perfurado, rasgado ou com elástico solto ou rompido, ou quando o usuário perceber o cheiro ou gosto do contaminante;
- **respirador com manutenção** - é um tipo de respirador onde é possível e devem ser realizadas manutenções, higienizações e limpeza na peça facial, que é constituída por material elastomérico. Os filtros e cartuchos são acoplados à peça facial e devem ser trocados conforme planos pré-estabelecidos ou conforme indicações do fabricante.
- **vida útil de filtros e cartuchos em uso** – a duração de um filtro em uso no ambiente de trabalho é variável. Depende da natureza e da concentração do contaminante, do nível de atividade do usuário, da capacidade pulmonar, da presença de outros contaminantes e da umidade do ar. Depende também, da conservação do produto pelo

usuário, devendo sempre ser avaliada pelo responsável. Uma forma prática de se determinar a vida útil de filtros mecânicos e cartuchos químicos é fazendo-se um planejamento pelo histórico das trocas, em determinada situação dentro do mesmo ambiente de trabalho ao longo de um bom período de tempo. Assim, pode-se estimar o tempo de vida útil dessas peças uma vez que não haja nenhuma alteração do processo. Também é possível estabelecer um tempo estimado de fim de vida útil utilizando-se o Software da 3M, que é baseado nas variáveis aqui descritas. Mesmo assim, os usuários ainda devem ser orientados a trocar os cartuchos caso sintam cheiro ou gosto do contaminante, antes deste período pré estabelecido.

O programa de manutenção dos EPR deve incluir os seguintes itens:

a) Limpeza e higienização

A frequência da limpeza e higienização do EPR deve ser realizada de acordo com a finalidade do uso: o EPR usado por uma só pessoa deve ser limpo e higienizado regularmente; os EPR usados por mais de uma pessoa devem ser limpos e higienizados após cada uso; os EPR usados nos ensaios de vedação devem ser limpos e desinfetados após cada ensaio; os EPR de emergência devem ser limpos e higienizados após cada utilização.

Procedimentos para limpeza e manutenção dos EPR:

- Remover filtros mecânicos e químicos e desmontar a peça facial com a remoção do diafragma de voz, membrana das válvulas, válvulas de demanda e qualquer outro componente (recomendado pelo fabricante). Descartar ou reparar qualquer componente com defeito;
- Lavar a cobertura das vias respiratórias com solução aquosa, a 43⁰C, de detergente para limpeza normal ou com solução recomendada pelo fabricante. Usar escovas de nylon para remoção da sujeira;
- Enxaguar em água morna limpa (no máximo 43⁰C), preferencialmente em água corrente;
- Em caso do detergente não conter agente desinfetante, pode-se utilizar as seguintes soluções, onde os componentes do respirador devem permanecer por 2 minutos:
 - Solução de hipoclorito de sódio a 50 ppm de cloro, preparada pela mistura de aproximadamente 1 ml de água sanitária em 1 litro de água morna a 43⁰C;

- Solução aquosa a 50 ppm de iodo preparada pela mistura de 0,8 ml de tintura de iodo em 1 litro de água morna a 43⁰C. A tintura de iodo é preparada com 6 a 8 gramas de iodeto de amônia, ou iodeto de potássio, em 100 ml de álcool etílico à 45%;
- Soluções recomendadas pelos fabricantes como, por exemplo, os sais de quaternários de amônia.
- Enxaguar em água morna limpa (no máximo 43⁰C), preferencialmente em água corrente e depois deixar escorrer;
- Secar manualmente os componentes com auxílio de um pano de algodão seco que não solte fios;
- Montar a peça facial e recolocar os filtros, se necessário;
- Verificar se todos os componentes estão funcionando perfeitamente e substituir quando necessário.

b) Inspeção

Para os EPR relacionados neste programa, a inspeção deve incluir: condições da cobertura das vias respiratórias, dos tirantes, das válvulas, dos filtros, indicador do fim de vida útil e datas de vencimento em prateleira. Todo componente de borracha ou de outro elastômero deve ser inspecionado para verificação da elasticidade e sinais de deterioração.

A frequência de inspeção deve ser observada de acordo com a finalidade do EPR:

- Após a limpeza e higienização cada EPR deve ser inspecionado para verificar as condições de uso, se necessita da substituição de parte, reparos ou se deve ser inutilizado;
- EPR usado rotineiramente deve ser inspecionado imediatamente antes de cada uso e durante a operação de limpeza;
- Os EPR para emergências ou resgate devem ser inspecionados uma vez por mês, no mínimo, de acordo com o fabricante e deve-se verificar seu funcionamento correto antes de cada uso;
- Os EPR de fuga devem ser inspecionados antes de serem levados para a área de trabalho.

c) Guarda

Os EPR devem ser guardados de forma que estejam protegidos contra agentes físicos (vibração, choque, luz solar, calor, frio excessivo e umidade elevada) e agentes químicos agressivos. De forma, que suas partes de borracha ou de outro elastômero, não se deformem. Não devem ser colocados em gavetas ou caixas de ferramentas, a menos que estejam protegidos contra contaminação, distorção ou outros danos. Os EPR para uso em emergências que permanecem na área de trabalho devem ser guardados em armários ou estojos, específicos para isto, acessíveis durante todo o tempo e com sinalização adequada.

ANEXO A

Certificados de calibração das bombas de amostragem e do calibrador de vazão

- Certificado de calibração n° 897-2008 da bomba de amostragem n° de série 15925
- Certificado de calibração n° 893-2008 da bomba de amostragem n° de série 20051002009
- Certificado de calibração n° 898-2008 do calibrador de vazão n° de série 0204209-S



Almont do Brasil Importação, Comércio e Representação Ltda
 Rua Horácio de Castilho, 284 - Vila Maria Alta
 CEP: 02125-030 - São Paulo-SP - Fone:(11) 2631-3533
 www.almont.com.br

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Certificado n.º: 897-2008

Solicitante do Serviço:

Nome: <i>POLICONSULT - Associação Politécnica de Consultoria</i>	
Endereço: <i>R. Benfica, 455 Bloco A, UPE/POLI- Consult Sl. 21</i>	
Bairro: <i>Madalena</i>	
Cidade: <i>Recife</i>	UF: <i>PE</i>
CEP: <i>50720-001</i>	

Instrumento Calibrado:

Descrição: <i>Bomba de Amostragem</i>	
Fabricante: <i>Gilian Instrument Corp.</i>	
Modelo: <i>GilAir 5</i>	
Nº de série: <i>15925</i>	
Identificação: <i>Não Informado</i>	
B.P.: <i>422</i>	
Data da Calibração: <i>25-abr-08</i>	
Processo n.º: <i>399-2008</i>	Item: <i>12</i>

Procedimento de Calibração:

Procedimento: <i>PC-05 Rev. 01 - Bomba de Amostragem</i>
--

Condições Ambientais:

Temperatura: <i>23,0 °C</i>	Umidade Relativa: <i>66 % UR</i>
--------------------------------	-------------------------------------

Padrões Utilizados:

Nome: <i>Calibrador de Vazão Digital - VZ-001</i>	Certificado n.º <i>63432-101</i>	Rastreabilidade: <i>RBC</i>	Validade: <i>abril-08</i>
--	-------------------------------------	--------------------------------	------------------------------



Almont do Brasil Importação, Comércio e Representação Ltda
 Rua Horácio de Castilho, 284 - Vila Maria Alta
 CEP: 02125-030 - São Paulo-SP - Fone:(11) 2631-3533
 www.almont.com.br

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Certificado n.º: 897-2008

Resultado da Calibração:

Os resultados da calibração foram obtidos através da variação da pressão a um fluxo constante.

Fluxo máximo em função da Pressão Aplicada:

Pressão Aplicada ($"$ H ₂ O)	VM (cc/m)	Desvio Padrão	Incerteza \pm U (%)	Fator K	Tolerância* (%)
0	2005	1	1,5	2,00	\pm 5
10	2070	2	1,4	2,00	
20	2148	3	1,4	2,00	
30	2131	2	1,4	2,00	

* Tolerância especificada pelo fabricante.

Legenda:

VM= Valor Medido do Instrumento sob teste

Observações:

- ° Este certificado de calibração é válido somente para o instrumento especificado, não sendo extensivo a quaisquer outros instrumentos de medição, ainda que similares.
- ° Não é autorizada a reprodução parcial deste documento sem autorização da ALMONT DO BRASIL..
- ° A incerteza estimada das medições são para um nível de aproximadamente 95%.
- ° O resultados expressos no certificado são obtidos através da média de Três medições.

Calibrado por:	Responsável Técnico:
Ailson Ricardo Vichino Gerente Técnico	Ailson Ricardo Vichino Gerente Técnico do Laboratório

Fim do certificado de calibração



Almont do Brasil Importação, Comércio e Representação Ltda
 Rua Horácio de Castilho, 284 - Vila Maria Alta
 CEP: 02125-030 - São Paulo-SP - Fone:(11) 2631-3533
 www.almart.com.br

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Certificado n.º: 893-2008

Solicitante do Serviço:

Nome: <i>POLICONSULT - Associação Politécnica de Consultoria</i>	
Endereço: <i>R. Benfica, 455 Bloco A, UPE/POLI- Consult SI. 21</i>	
Bairro: <i>Madalena</i>	
Cidade: <i>Recife</i>	UF: <i>PE</i>
CEP: <i>50720-001</i>	

Instrumento Calibrado:

Descrição: <i>Bomba de Amostragem</i>	
Fabricante: <i>Gilian Instrument Corp.</i>	
Modelo: <i>GilAir 5</i>	
Nº de série: <i>20051002009</i>	
Identificação: <i>Não Informado</i>	
B.P.: <i>2873</i>	
Data da Calibração: <i>25-abr-08</i>	
Processo n.º: <i>399-2008</i>	Item: <i>13</i>

Procedimento de Calibração:

Procedimento: <i>PC-05 Rev. 01 - Bomba de Amostragem</i>
--

Condições Ambientais:

Temperatura: <i>22,5 °C</i>	Umidade Relativa: <i>65 % UR</i>
--------------------------------	-------------------------------------

Padrões Utilizados:

Nome: <i>Calibrador de Vazão Digital - VZ-001</i>	Certificado n.º <i>63432-101</i>	Rastreabilidade: <i>RBC</i>	Validade: <i>abril-08</i>
--	-------------------------------------	--------------------------------	------------------------------



Almont do Brasil Importação, Comércio e Representação Ltda
 Rua Horácio de Castilho, 284 - Vila Maria Alta
 CEP: 02125-030 - São Paulo-SP - Fone:(11) 2631-3533
 www.almont.com.br

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Certificado n.º: 893-2008

Resultado da Calibração:

Os resultados da calibração foram obtidos através da variação da pressão a um fluxo constante.

Fluxo máximo em função da Pressão Aplicada:

Pressão Aplicada ($"$ H ₂ O)	VM (cc/m)	Desvio Padrão	Incerteza \pm U (%)	Fator K	Tolerância* (%)
0	1409	1046	193,9	4,53	\pm 5
10	1988	2	1,5	2,00	
20	2017	4	1,5	2,00	
30	2008	2	1,5	2,00	

* Tolerância especificada pelo fabricante.

Legenda:

VM= Valor Medido do Instrumento sob teste

Observações:

- ° Este certificado de calibração é válido somente para o instrumento especificado, não sendo extensivo a quaisquer outros instrumentos de medição, ainda que similares.
- ° Não é autorizada a reprodução parcial deste documento sem autorização da ALMONT DO BRASIL..
- ° A incerteza estimada das medições são para um nível de aproximadamente 95%.
- ° O resultados expressos no certificado são obtidos através da média de Três medições.

Calibrado por:	Responsável Técnico:
Ailson Ricardo Vichino Gerente Técnico	Ailson Ricardo Vichino Gerente Técnico do Laboratório

Fim do certificado de calibração.



Almont do Brasil Importação, Comércio e Representação Ltda
 Rua Horácio de Castilho, 284 - Vila Maria Alta
 CEP: 02125-030
 São Paulo - SP

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Certificado n.º 898-2008

Solicitante do Serviço:

Nome: POLICONSULT - Associação Politécnica de Consultoria	
Endereço: R. Benfica, 455 Bloco A, UPE/POLI- Consult Sl. 21	
Bairro: Madalena	
Cidade: Recife	UF: PE
CEP: 50720-001	

Instrumento Calibrado:

Descrição: Calibrador de Vazão	
Fabricante: Sensidyne Inc.	
Modelo: Gillibrator 2	
Nº de série: 0204209-S	
Identificação: Não Informado	
B.P. 423	
Data da Calibração: 25-abr-08	
N.º do Processo: 399-2008	Item: 6

Procedimento de Calibração:

Procedimento: Calib. Vazão Rev. 00

Condições Ambientais:

Temperatura: 23,1 °C (±0,5°C)	Umidade Relativa: 63 % (±5%)
----------------------------------	---------------------------------

Padrões Utilizados:

Nome: Calibrador de Vazão Digital - VZ-001	Certificado n.º: 63432-101	Rastreabilidade: RBC	Validade: abril-08
---	-------------------------------	-------------------------	-----------------------



Almont do Brasil Importação, Comércio e Representação Ltda
 Rua Horácio de Castilho, 284 - Vila Maria Alta
 CEP: 02125-030
 São Paulo - SP

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Certificado n.º 898-2008





Resultados da Calibração:

Os resultados foram obtidos através de comparação da vazão indicada pelo medidor em teste contra a vazão verdadeira convencional.

Vazão Verdadeira Convencional	Vazão indicada	Erro	Incerteza
1039 cc/min	1045 cc/min	6 cc/min	± 30 cc/min
1526 cc/min	1564 cc/min	38 cc/min	± 30 cc/min
2036 cc/min	2046 cc/min	10 cc/min	± 30 cc/min
2502 cc/min	2529 cc/min	27 cc/min	± 30 cc/min
3012 cc/min	3039 cc/min	27 cc/min	± 30 cc/min
3541 cc/min	3588 cc/min	47 cc/min	± 30 cc/min
4070 cc/min	4120 cc/min	50 cc/min	± 30 cc/min

Observações:

- Este certificado de calibração é válido somente para o instrumento especificado, não sendo extensivo a quaisquer outros instrumentos de medição ainda que similares.
- A incerteza estimada das medições são para um nível de confiança de 95%. Baseado em um fator de abrangência $K=2,03$

Calibrado por:	Responsável Técnico:
 	 
<i>Ailson Ricardo Vichino</i> Gerente Técnico	<i>Ailson Ricardo Vichino</i> Gerente Técnico do Laboratório

Fim do certificado de calibração

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)