

GABRIEL DA SILVA CASAROLI

EXPOSIÇÃO A AGENTES QUÍMICOS NO INTERIOR DE EDIFÍCIOS
EM CONSTRUÇÃO

São Paulo

2014

GABRIEL DA SILVA CASAROLI

EXPOSIÇÃO A AGENTES QUÍMICOS NO INTERIOR DE EDIFÍCIOS
EM CONSTRUÇÃO

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

São Paulo

2014

FICHA CATALOGRÁFICA

Casaroli, Gabriel da Silva

**Exposição a agentes químicos no interior de edifícios em construção / G.S. Casaroli. -- São Paulo, 2014.
63 p.**

Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Programa de Educação Continuada em Engenharia.

**1.Agente tóxico 2.Qualidade do ar 3.Construção civil
4.Poeira de sílica 5.Compostos orgânicos voláteis I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Programa de Educação Continuada em Engenharia II.t.**

RESUMO

Após a concretagem das lajes de um edifício, os trabalhadores da construção civil passam grande parte do tempo em ambientes interiores, onde são realizadas diversas atividades que envolvem o contato com agentes químicos. Portanto, a qualidade do ar nesses ambientes tem influência significativa para o bem-estar, produtividade e qualidade de vida dessa população. Pretende-se com este trabalho identificar as atividades de obra que possam gerar contaminantes no interior de edificações e propor medidas de controle para minimizar os riscos à saúde dos trabalhadores. Foram visitados 12 empreendimentos sustentáveis em construção no município de São Paulo, no período de julho de 2012 a janeiro de 2014, e avaliou-se a exposição a contaminantes particulados e contaminantes gasosos. Verificou-se a geração de contaminantes particulados em atividades como lixamento de paredes e tetos, quebra de elementos estruturais, perfuração de pisos e paredes, corte de madeiras, cerâmicas e rochas ornamentais, entre outras. Dentre os contaminantes particulados destaca-se a poeira contendo sílica que, quando inalada, provoca uma pneumoconiose irreversível e potencialmente progressiva chamada de silicose. Observou-se a geração de contaminantes gasosos em atividades como corte de tirantes, instalação de tubulações hidráulicas e de ar condicionado, impermeabilização, pintura, entre outras. Dentre os contaminantes gasosos destacam-se os compostos orgânicos voláteis que, quando inalados, podem causar irritação no trato respiratório superior, comprometimento do sistema nervoso central, entre outros efeitos. As principais medidas de controle envolvem a substituição de materiais nocivos por outros menos tóxicos, a modificação de processos e equipamentos, a adoção de sistemas de ventilação, e o enclausuramento de atividades. As melhorias na gestão de saúde e segurança no trabalho dependem principalmente da antecipação dos riscos, que deve ser iniciada durante a concepção do projeto e não apenas quando a construção estiver em andamento.

Palavras-chave: Agentes químicos. Poeira contendo sílica. Compostos Orgânicos Voláteis. Qualidade do ar. Construção civil.

ABSTRACT

After making the concrete slabs of a building, the construction workers spend most of their time indoors, where several activities that involve contact with chemical agents are held. So the quality of the indoor environment has a significant influence on their well-being, productivity, and quality of life. The intention of this research was to identify work activities that generate contaminants inside buildings and propose control measures to minimize the risks to workers' health. 12 green buildings under construction were visited in São Paulo, from July 2012 to January 2014, and exposure to particulate contaminants and gaseous contaminants was evaluated. There was the generation of particulate contaminants in activities like sanding walls and ceilings, demolition of structural elements, punching floors and walls, cutting wood, ceramics and ornamental stones, among others. The silica dust is a major particulate contaminants, because when inhaled causes an irreversible and potentially progressive pneumoconiosis, called silicosis. Observed the generation of gaseous contaminants in activities such as installation of hydraulic and air conditioning, waterproofing, painting, among others. Volatile organic compounds are the major gaseous contaminants because when inhaled can cause irritation to the upper respiratory tract, damage of the central nervous system, and other effects. The main control measures involve replacement of toxic materials by other less harmful, modification of processes and equipments and adoption of ventilation systems. Improvements in the management of health and safety at work depend on the anticipation of risk, which should be initiated during the project design and not only when construction is in progress.

Keywords: Chemical agents. Silica dust. Volatile Organic Compounds. Air Quality. Construction.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Evolução do número de empresas no setor da construção, de 2007 a 2011.	8
Figura 2 – Esquema do sistema respiratório.	11
Figura 3 – Relação dos materiais, agentes químicos e seus efeitos.	16
Figura 4 – Atividades geradoras de poeira.	17
Figura 5 – Hierarquia de Controle.	26
Figura 6 – Corte de tirantes com maçarico oxiacetilênico.	30
Figura 7 – Lixamento de concreto com lixadeira elétrica.	31
Figura 8 – Quebra de concreto com martelo.	31
Figura 9 – Carpintaria e acúmulo de serragem no piso.	32
Figura 10 – Alvenaria de vedação com blocos de concreto.	33
Figura 11 – Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos.	33
Figura 12 – Mistura de argamassa.	34
Figura 13 – Pó de gesso na área de armazenamento.	34
Figura 14 – Aplicação de pasta de gesso nas paredes internas.	35
Figura 15 – Corte de azulejo.	35
Figura 16 – Jateamento de celulose.	36
Figura 17 – Furação da laje.	36
Figura 18 – Raspagem para regularização do piso.	37
Figura 19 – Lixamento das placas de gesso.	38
Figura 20 – Varrição de piso.	39
Figura 21 – Barreira para controle de poeiras.	40
Figura 22 – Sistema de ventilação.	40
Figura 23 – Ventilador de ar ionizado.	41
Figura 24 – Materiais em pó armazenados sobre pálete e cobertos.	42
Figura 25 – Lixadeira com aspirador acoplado.	42
Figura 26 – Barreira para controle de poeira e coletor de pó.	43
Figura 27 – Umidificação para demolição.	43
Figura 28 – Cortador de parede com aspirador acoplado.	44
Figura 29 – Adaptação de garrafa PET para coletar o pó da furação do teto.	45
Figura 30 – Aspersão de água para varrição do piso.	45
Figura 31 – Aspirador industrial.	46
Figura 32 – Limpeza com rodo e pano úmido.	46
Figura 33 – Treinamento no local de trabalho.	47
Figura 34 – Comunicação visual.	48
Figura 35 – Marcação desnecessária com tinta em spray.	54
Figura 36 – Marcação com fita crepe.	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação dos compostos orgânicos	19
Tabela 2 – Agentes químicos, fontes em ambientes interiores e medidas de controle	24
Tabela 3 – Categorias de produtos químicos e limites de COV	29
Tabela 4 – Composição e quantificação de COV - Tinta para metais e madeiras	50
Tabela 5 – Composição e quantificação de COV - Cola de contato.....	50
Tabela 6 – Composição e quantificação de COV - Zarcão	51
Tabela 7 – Composição e quantificação de COV – Adesivo para borracha elastomérica	51
Tabela 8 – Composição e quantificação de COV - Adesivo plástico para PVC.....	52

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
1.1. OBJETIVO	7
1.2. JUSTIFICATIVA	7
2. REVISÃO DA LITERATURA	8
2.1. CONSTRUÇÃO CIVIL	8
2.2. RISCOS AMBIENTAIS	10
2.3. SISTEMA RESPIRATÓRIO	11
2.4. EXPOSIÇÃO A AGENTES QUÍMICOS	12
2.5. RISCOS RESPIRATÓRIOS	13
2.5.1. Deficiência de oxigênio	13
2.5.2. Agentes químicos	13
2.5.2.1. Contaminantes particulados	13
2.5.2.1.1. Poeira contendo sílica	15
2.5.2.1.2. Atividades críticas	16
2.5.2.2. Contaminantes gasosos	17
2.5.2.2.1. Compostos orgânicos voláteis	19
2.5.2.2.2. Atividades críticas	20
2.6. LIMITES DE EXPOSIÇÃO NO AMBIENTE DE TRABALHO	20
2.7. LEGISLAÇÃO	22
2.8. HIGIENE OCUPACIONAL	25
3. METODOLOGIA	27
4. RESULTADOS	30
4.1. CONTAMINANTES PARTICULADOS	30
4.1.1. Ocorrências	30
4.1.2. Medidas de controle	39
4.2. CONTAMINANTES GASOSOS	48
4.2.1. Ocorrências	48
4.2.2. Medidas de controle	52
5. DISCUSSÃO	55
6. CONCLUSÕES	59
REFERÊNCIAS	61

1. INTRODUÇÃO

Os riscos ambientais que podem causar doenças ocupacionais nos trabalhadores podem ser devidos aos agentes químicos, físicos, biológicos ou ergonômicos.

Os agentes químicos atuam devido à presença de substâncias em concentrações elevadas, na forma de particulados sólidos ou líquidos, gases e vapores, e podem ser introduzidos no organismo por via respiratória (inalação), cutânea (absorção) ou gastrointestinal (ingestão), sendo o sistema respiratório a principal via de penetração de substâncias tóxicas no organismo.

Entende-se por “ambientes interiores” o interior de residências, escritórios, escolas, veículos, ou qualquer confinamento domiciliar, ocupacional, recreativo, a que o ser humano esteja sujeito por períodos longos ou curtos.

As pessoas passam grande parte do seu tempo em ambientes interiores, onde os níveis de alguns poluentes encontrados podem ser maiores do que ao ar livre, devido às condições de ventilação e renovação de ar.

Durante a construção de um edifício, nas diversas atividades realizadas, são utilizados diferentes tipos de substâncias e produtos que podem, em determinadas concentrações, provocar efeitos adversos à saúde do trabalhador.

Para evitar a ocorrência de doenças ocupacionais, é fundamental identificar os agentes químicos e implantar medidas de prevenção e controle.

Em visitas a 12 empreendimentos em construção no município de São Paulo foram avaliadas as exposições a contaminantes particulados e contaminantes gasosos e recomendadas medidas de controle a fim de promover melhorias na gestão de saúde e segurança no trabalho no setor da construção civil.

1.1. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é identificar as principais atividades nas quais os trabalhadores estão sujeitos ao contato com agentes químicos no interior de um edifício em construção e propor medidas de controle que possam minimizar os riscos respiratórios.

1.2. JUSTIFICATIVA

A qualidade do ar no ambiente de trabalho tem influência significativa para o bem-estar, produtividade e qualidade de vida da população.

Os agentes químicos podem ser encontrados ao longo de todas as etapas de uma obra e o trabalhador da construção civil está exposto a diversos poluentes de efeitos adversos à saúde.

Apesar da probabilidade de os agentes químicos causarem doenças ocupacionais, percebe-se que poucas ações são realizadas nas obras a fim de reduzir os riscos respiratórios.

A relevância deste trabalho justifica-se pela contribuição a ser dada no processo de adoção de medidas de controle, visando preservar a saúde dos trabalhadores.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. CONSTRUÇÃO CIVIL

Em 2011, quando a economia brasileira foi impactada pela crise fiscal na Europa e pelo baixo crescimento dos países desenvolvidos, o PIB (Produto Interno Bruto) do Brasil registrou um crescimento de 2,7%, após avançar 7,5% em 2010. Apesar da situação adversa, a atividade da construção civil cresceu 3,6% no ano, atingindo 5,8% de participação no PIB (IBGE, 2013).

De 2007 a 2011, o número de empresas ativas no setor da construção passou de 52,9 mil para 92,7 mil, registrando aumento de 75,4% no período, como pode ser observado na Figura 1.

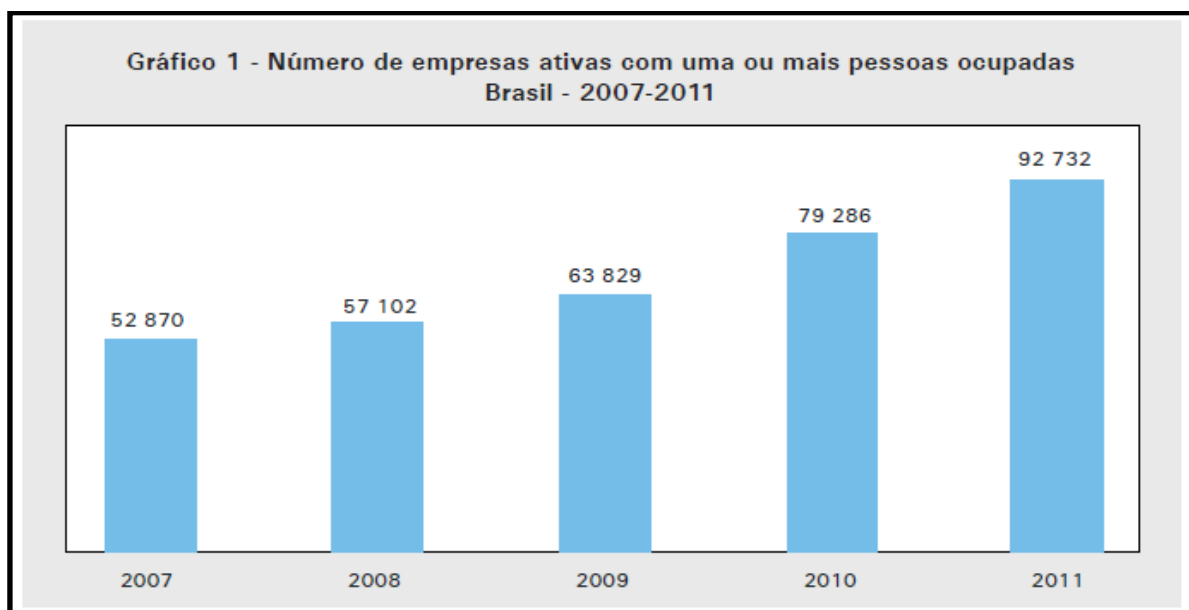


Figura 1 - Evolução do número de empresas no setor da construção, de 2007 a 2011.

(Fonte: IBGE, 2013).

As 92,7 mil empresas empregaram em 2011 cerca de 2,7 milhões de pessoas, com um salário médio mensal de R\$ 1437 (2,6 salários mínimos). Em 2007 havia 1,6 milhão de pessoas empregadas no setor, com média salarial de R\$ 945 (2,5 salários mínimos). A receita operacional líquida das empresas foi de R\$ 268,5 bilhões em 2011, registrando expansão de 59,8% em relação a 2007 (R\$ 124,5 bilhões) (IBGE, 2013).

Se na perspectiva da economia o setor da construção apresenta resultados positivos, o cenário é inverso no que diz respeito à gestão de segurança e saúde no trabalho, que visa contribuir para a prevenção das lesões e doenças ocupacionais.

No Brasil, durante o ano de 2012, foram registrados no INSS (Instituto Nacional do Seguro Social) cerca de 705,2 mil acidentes de trabalho, sendo: 423,9 mil acidentes típicos, decorrentes do desenvolvimento do trabalho na própria empresa ou a serviço desta, 102,4 mil acidentes de trajeto, ocorridos entre a residência e o local de trabalho, e 14,9 mil doenças ocupacionais, causadas pelas condições do ambiente de trabalho. Cerca de 164 mil acidentes não tiveram registro de CAT (Comunicação de Acidentes do Trabalho), documento que deve ser emitido pela empresa para reconhecer um acidente de trabalho ou uma doença ocupacional, para fins de benefícios aos trabalhadores acidentados (DATAPREV, 2013).

No mesmo ano, a indústria construção foi responsável por 62,9 mil acidentes, sendo: 41,1 mil acidentes típicos, 6,6 mil acidentes de trajeto e 740 doenças ocupacionais. Cerca de 14,4 mil acidentes não tiveram registro de CAT.

O número de acidentes na construção em 2012 assinalou aumento de 4,1% em relação a 2011 (60,4 mil) e de 12,5% no confronto com 2010 (55,9 mil) (DATAPREV, 2013).

Considerando a alta informalidade do setor, em que apenas 30% dos trabalhadores possuem carteira assinada, o número real de acidentes tende a ser superior aos registros oficiais (CBIC, 2009, apud MARTINS, 2009).

Segundo Lima Júnior (2005), a indústria da construção pode ser classificada em três setores distintos: *construção pesada*, *montagem industrial* e *edificações*.

O setor de *edificações* é representado pela maioria das empresas da cadeia produtiva e compreende a construção de edifícios residenciais, comerciais, industriais, de serviços e institucionais.

A *construção pesada* abrange as obras viárias, obras hidráulicas e obras de urbanização, incluindo a construção de pontes, viadutos, túneis, barragens hidrelétricas, captação, tratamento e distribuição de água, redes de esgoto, entre outras.

O setor de *montagem industrial* inclui as obras de sistemas industriais, como a montagem de estruturas mecânicas e elétricas, montagem de sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, montagem de sistemas de exploração de recursos naturais, entre outras.

Existe ainda um setor de *serviços especiais*, com destaque para as atividades de projetos, consultorias em qualidade, meio ambiente e segurança do trabalho.

A construção de um edifício envolve as fases de *estudo de viabilidade do empreendimento; coordenação de projetos de arquitetura e engenharia; canteiro de obra; fundações e contenções; obra bruta; acabamento; fachadas e coberturas* (GEHBAUER, 2002, apud MARTINS, 2009).

A *obra bruta* inclui a execução das estruturas de subsolo, térreo e pavimentos tipo, e as respectivas alvenarias de vedação. A fase de *acabamento* compreende a impermeabilização de lajes; execução de alvenaria e reboco interno; contra-piso; paredes e forros de gesso; pintura; esquadrias de madeira; revestimentos internos; serviços de serralheria; entre outras atividades.

Durante as etapas de obra, são utilizados diferentes tipos de substâncias e produtos, denominados “materiais de construção”, como: areia, cal, cimento, gesso, cerâmica, ferro, granito, madeira, mármore, adesivos, selantes, tintas, revestimentos, entre outros.

2.2. RISCOS AMBIENTAIS

De acordo com a NR (Norma Regulamentadora) nº 09 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais consideram-se riscos ambientais os agentes *físicos*, *químicos* e *biológicos* existentes no ambiente de trabalho, capazes de causar danos à saúde do trabalhador.

Os agentes *químicos* são substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que possam ser absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão.

Os agentes *físicos* compreendem as diversas formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, como: ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, infra-som e ultra-som.

Os agentes *biológicos* incluem as bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros.

2.3. SISTEMA RESPIRATÓRIO

Segundo Torloni e Vieira (2003), o sistema respiratório pode ser dividido em três regiões, com diferentes estruturas, funções e sensibilidade aos contaminantes.

A *nasofaringe* inclui o nariz, boca, faringe e laringe. A região *traqueobrônquica* vai desde a laringe até os bronquíolos terminais. A região *alveolar* constitui o compartimento intratorácico, onde ocorre a troca gasosa entre o ar e o sangue, e inclui os dutos e sacos alveolares, conforme Figura 2.

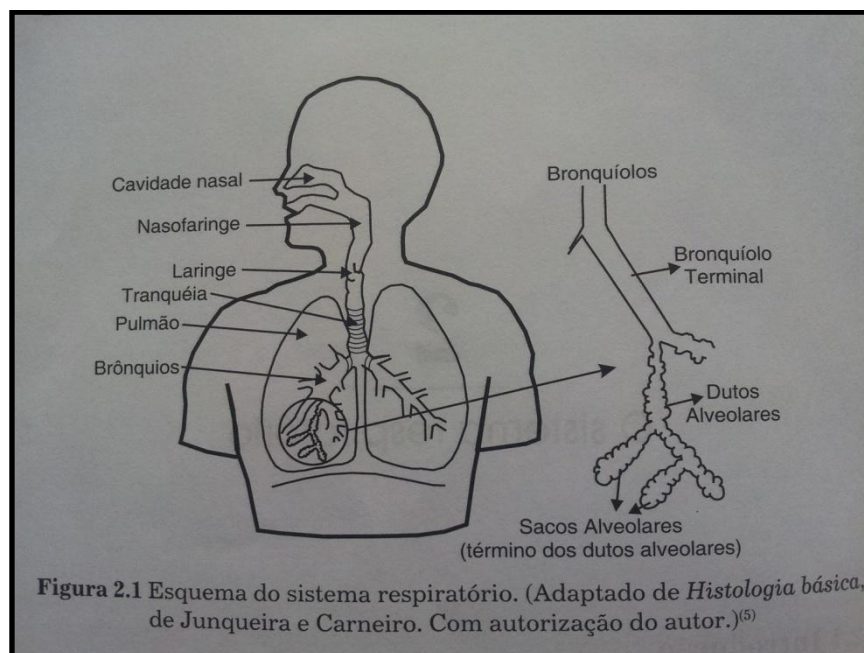


Figura 2 – Esquema do sistema respiratório.

(Fonte: TORLONI; VIEIRA, 2003).

Considerando o tamanho das partículas, a ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) divide os particulados suspensos no ar em três classes: *inaláveis*, *torácicos* e *respiráveis*.

A *fração inalável* representa todos os aerossóis com diâmetro aerodinâmico inferior a 100 µm que passam pelas narinas e pela boca, entrando no trato respiratório durante a inalação; a *fração torácica* compreende as partículas com diâmetro menor que 25 µm, que passam pela laringe e se depositam no interior das vias aéreas dos pulmões; a *fração respirável* é composta pelas partículas de até 10 µm, que são pequenas o suficiente para entrar na região de troca de gases. As partículas maiores que 100 µm possuem pequena probabilidade de penetração no sistema respiratório (ACGIH, 2011; SANTOS, 2001).

2.4. EXPOSIÇÃO A AGENTES QUÍMICOS

De acordo com Torloni e Vieira (2003), o nível de exposição aos agentes químicos no ar pode ser *agudo* ou *crônico*.

A *exposição aguda* refere-se a exposições de curto período a altas concentrações e a *exposição crônica* refere-se a exposições repetidas durante longo período de tempo, provocando acúmulo da substância tóxica no organismo.

Os efeitos apresentados pela ação tóxica de uma substância também podem ser *agudos* ou *crônicos*.

Os *efeitos agudos* são aqueles que se manifestam rapidamente e os *efeitos crônicos* são aqueles caracterizados por sintomas ou doenças de longa duração.

Em função do local de ação do agente químico, os efeitos podem ser *locais* ou *sistêmicos*.

São *efeitos locais* aqueles que ocorrem na superfície de contato entre o organismo e o agente químico e são *efeitos sistêmicos* os que ocorrem em locais distantes da via de entrada, como o pulmão, sistema nervoso central, sistema imunológico, fígado e rim.

2.5. RISCOS RESPIRATÓRIOS

Conforme a Norma ABNT NBR 12543 – Equipamentos de Proteção Respiratória - Terminologia, os riscos respiratórios no ambiente de trabalho podem ser devidos à *deficiência de oxigênio* e/ou à presença de *agentes químicos*.

2.5.1. Deficiência de oxigênio

Entende-se por *deficiência de oxigênio* a situação caracterizada pela existência de menos de 21% de oxigênio no ar.

Segundo Torloni e Vieira, (2003), a porcentagem de oxigênio em um local pode diminuir devido ao *consumo*, à *diluição* e à *adsorção*.

O *consumo* ocorre na combustão, quando o oxigênio do ar reage com o material combustível, e na oxidação de metais. A *diluição* ocorre quando gases inertes deslocam o ar presente no ambiente, diluindo ou expulsando-o totalmente. A *adsorção* ocorre em leitos de carvão ativo.

2.5.2. Agentes químicos

2.5.2.1. Contaminantes particulados

São consideradas contaminantes particulados as partículas, sólidas ou líquidas, suspensas no ar. De acordo com seu estado físico e propriedades, podem apresentar-se como *poeiras*, *névoas*, *fumos*, *neblinas*, *fumaças* e *radionuclídeos*. Também chamadas de aerossóis ou aerodispersóides, essas partículas apresentam diâmetro aerodinâmico na faixa de 0,01 μm a 100 μm e sua concentração é expressa geralmente em miligramas por metro cúbico (mg/m^3) (TORLONI; VIEIRA, 2003).

De acordo com a NBR 12543, os aerodispersóides são assim definidos:

Poeira

“Aerodispersóide gerado mecanicamente, constituído por partículas sólidas formadas por ruptura mecânica de um sólido.”

Na construção civil, as poeiras são geradas no manuseio de materiais pulverulentos, como areia, cal, cimento e gesso; na perfuração de lajes, vigas, pilares e paredes; no corte de madeiras e rochas; no lixamento de concreto, gesso e massa corrida; nos serviços de varrição, entre outros.

Névoa

“Aerodispersóide constituído por partículas líquidas formadas por ruptura mecânica de um líquido.”

A formação de névoa é comum no caso de pintura com pistola e também pode ocorrer nas operações com óleo de corte, como nas rosqueadeiras utilizadas para tubulações elétricas, hidráulicas e de ar condicionado.

Fumos

“Aerodispersóides gerados termicamente, constituídos por partículas sólidas formadas por condensação de vapores, geralmente após volatilização de substância fundida (por exemplo: solda), frequentemente acompanhada de reação química, tal como a oxidação.”

Neblina

“Aerodispersóide constituído por partículas líquidas formadas por condensação.”

Segundo Torloni e Vieira (2003), é rara a ocorrência de neblina na indústria, sendo mais comum como um fenômeno meteorológico.

Fumaça

“Dispersão de partículas, gases e vapores no ar, resultante de combustão incompleta.”

É comum a fumaça proveniente da queima de combustíveis de veículos no canteiro de obras ou do uso de máquinas como geradores e compressores. Também pode ser causada pela queima de materiais e pelo consumo de cigarros.

Radionuclídeo

“Material que, em virtude da sua estrutura atômica, possui a capacidade de emitir, espontaneamente, radiação ionizante (partículas alfa, beta e radiação gama).”

Segundo Torloni e Vieira (2003), os efeitos dos contaminantes particulados sobre o organismo são diversos e dependem da natureza das partículas, da sua toxicidade e da atuação dos mecanismos de defesa do sistema respiratório. Os principais efeitos são as doenças pulmonares, febre, efeitos sistêmicos, irritação, mutação e alterações genéticas.

2.5.2.1.1. Poeira contendo sílica

Dentre os contaminantes particulados, destacam-se as poeiras que contêm sílica, ou dióxido de silício (SiO_2), um dos minerais mais abundantes na natureza, representando cerca de 60% da crosta terrestre.

O mineral existe sob a forma *cristalina* (quartzo, cristobalita, tridimita), *criptocristalina* (calcedônia, jaspe, sílex) e *amorfa* (terra diatomácea).

O contaminante costuma ser classificado em *sílica cristalina livre*, não ligada a outras substâncias, e *sílica combinada*, quando ligada quimicamente a óxidos de metais, constituindo os silicatos de alumínio, de magnésio e outros.

O quartzo, principal constituinte das rochas ígneas e dos arenitos sedimentares formados pela erosão destas rochas, é a forma mais comum de sílica livre encontrada na natureza (KITAMURA, 1996, apud TORLONI; VIEIRA, 2003).

De acordo com Martins (2009), a inalação de poeiras contendo sílica provoca uma pneumoconiose (reação do pulmão à inalação de poeiras) irreversível e potencialmente progressiva chamada de silicose, que é considerada a mais grave, mais antiga e mais prevalente das doenças respiratórias.

Na construção civil, a sílica está na composição de materiais como a areia, argamassa, azulejo, cerâmica, cimento e concreto, conforme Figura 3, na página seguinte.

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)

Figura 3 – Relação dos materiais, agentes químicos e seus efeitos.

(Fonte: SANTOS 2003, apud MARTINS, 2009).

O manuseio, transporte e armazenamento destes materiais, assim como as atividades que envolvem cortes e lixamentos, podem gerar poeiras contendo a sílica cristalina.

Materiais como cal, ferro, gesso e madeira, apesar de não apresentarem a sílica na sua composição, também geram poeiras e podem causar outras pneumoconioses.

2.5.2.1.2. Atividades críticas

Martins (2009) realizou um diagnóstico da exposição à poeira na construção de edifícios e identificou nove principais atividades geradoras do material particulado, conforme Figura 4, na página seguinte.

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.)

Figura 4 – Atividades geradoras de poeira.

(Fonte: MARTINS, 2009)

2.5.2.2. Contaminantes gasosos

De acordo com NBR 12543, gás é uma substância que nas condições normais de pressão e temperatura está no estado gasoso (por exemplo: cloro, amônia, nitrogênio). Vapor é a fase gasosa de uma substância que existe normalmente no estado líquido ou sólido (por exemplo: vapor de benzeno, vapor de solventes).

Segundo Torloni e Vieira (2003), embora conceitualmente diferentes, gases e vapores são igualmente tratados como contaminantes gasosos e podem ser classificados em: *orgânicos*, *ácidos*, *alcalinos*, *inertes* e *especiais*. Sua concentração é expressa geralmente em partes por milhão (ppm), ou miligramas por litro (mg/L).

Gases e vapores orgânicos

São aqueles que contêm carbono na sua estrutura molecular. Alguns são formados apenas de hidrogênio e carbono, denominados hidrocarbonetos. Quando, além do carbono e hidrogênio, aparece o oxigênio na estrutura molecular, têm-se alcoóis, cetonas, éteres, aldeídos, ácidos, etc. Compostos aromáticos, organometálicos e aqueles que possuem cloro ligado a um átomo de carbono também são contaminantes orgânicos.

São exemplos de gases orgânicos: metano, etano, butano, etileno, acetileno, álcool etílico, butílico, acetona, éter etílico, formaldeído, ácido acético, cítrico, tetracloreto de carbono, tricloroetileno, benzeno, xileno, tolueno, chumbo tetraetila.

Gases e vapores ácidos

Contaminantes gasosos que já são ácidos, ou aqueles que se tornam ao reagirem com a água. Contêm hidrogênio na molécula e quando dissolvidos na água produzem íons de hidrogênio (H^+), responsáveis pelo pH entre 0 e 7.

São exemplos de gases ácidos: cloreto de hidrogênio, dióxido de enxofre, cloro, flúor, gás sulfídrico, dióxido de carbono, ácido cianídrico, dióxido de nitrogênio, ácido acético e dióxido de carbono.

Gases e vapores alcalinos

Contaminantes gasosos que reagem com a água, resultando em solução aquosa denominada base. Em meio aquoso formam íons hidroxila (OH^-), responsáveis pelo pH entre 7 e 14.

São exemplos de gases alcalinos: amônia, aminas, fosfina, arsina e estibina.

Gases e vapores inertes

São substâncias que não reagem quimicamente com outras nas condições normais de temperatura e pressão. Quando presentes em alta concentração diluem o oxigênio do ar, provocando uma atmosfera com deficiência de oxigênio. A diminuição de oxigênio disponível nas células do corpo resulta em uma condição de asfixia.

São exemplos de gases inertes: nitrogênio, dióxido de carbono, hélio, argônio, neônio, metano, butano, acetileno. Os três últimos também podem apresentar risco de explosão.

Gases e vapores especiais

São os gases e vapores que exigem filtros especiais como o monóxido de carbono, mercúrio, formaldeído e óxido de etileno.

Segundo Torloni e Vieira (2003) os gases e vapores comprometem as vias aéreas podendo causar uma série de respostas pulmonares. Os principais efeitos sobre o organismo incluem a asfixia, irritação, efeitos sistêmicos, anestesia, narcose, hipersensibilidade, câncer, mutação e alterações genéticas.

2.5.2.2.1. Compostos orgânicos voláteis

Dentre os contaminantes gasosos destacam-se os compostos orgânicos, que incluem os hidrocarbonetos, alcoóis, cetonas, aldeídos, aromáticos, entre outros.

De acordo com a WHO (World Health Organization), os poluentes orgânicos de ambientes interiores podem ser classificados em função dos pontos de ebulição, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação dos compostos orgânicos

Descrição	Abreviatura	Faixa do ponto de ebulição (°C)
Compostos Orgânicos Muito Voláteis	COMV	<0 a 50-100
Compostos Orgânicos Voláteis	COV	50-100 a 240-260
Compostos Orgânicos Semi Voláteis	COSV	240-260 a 380-400
Compostos Orgânicos associados com Material Particulado ou Material Particulado Orgânico	MPO	>380

(Fonte: WHO, 1987)

Devido às fontes de poluição e aos possíveis efeitos à saúde, a WHO considera de grande importância os compostos orgânicos voláteis (COV).

Irritação nos olhos, nariz e garganta, danos ao sistema nervoso central, dores de cabeça e lapsos de memória podem ser efeitos agudos da exposição a COV. Na presença de formaldeído, pode haver desconforto, lacrimejamento, espirros, tosse, náuseas e dispneia. Os efeitos crônicos da exposição a COV incluem a capacidade de modificação da informação genética, podendo aumentar a incidência de câncer, doenças hereditárias e do coração, além de aumentar a virulência de patógenos (WHO, 1987, 2000).

2.5.2.2.2. Atividades críticas

Segundo Machado (2003), as emissões de compostos orgânicos voláteis estão associadas à utilização de materiais de base líquida, tais como tintas e colas, e também ao uso de materiais secos, como carpetes e produtos de madeira prensada.

2.6. LIMITES DE EXPOSIÇÃO NO AMBIENTE DE TRABALHO

A aplicação de limites de exposição tem por finalidade estabelecer condições para que a incidência de efeitos adversos nos trabalhadores diminua ou desapareça.

Os níveis de exposição mais utilizados são os propostos pela ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), denominados TLVs[®], revisados anualmente.

A ACGIH é uma instituição não governamental, privada, sem fins lucrativos, na condição de entidade científica, cujos membros são higienistas ocupacionais ou outros profissionais de segurança e saúde ocupacional, dedicados a promover a saúde e a segurança dentro dos locais de trabalho.

A ACGIH informa que os limites de exposição (TLVs[®]) são apenas recomendações a fim de auxiliar na avaliação e controle dos riscos potenciais à saúde nos locais de

trabalho. Portanto, esses valores não são uma linha divisória entre condições seguras e perigosas.

Os TLVs[®] referem-se às concentrações de agentes químicos dispersos no ar e representam condições às quais, acredita-se, que a maioria dos trabalhadores possa estar exposta durante toda uma vida de trabalho, dia após dia, sem sofrer efeitos adversos à saúde. (ACGIH, 2011)

A publicação da ACGIH sobre TLVs[®], editada em português pela ABHO (Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais), especifica três categorias de limites de exposição:

Limite de Exposição – Média Ponderada pelo Tempo (TLV-TWA ou LE-MP)

É a concentração média ponderada no tempo, para turnos diários de 8 horas ou 40 horas semanais. O TLV-TWA pode ser ultrapassado em alguns períodos desde que sejam compensados por períodos abaixo do limite.

Limite de Exposição – Exposição de Curta Duração (TLV-STEL)

É um limite de exposição média ponderada em 15 minutos, que não deve ser ultrapassado em nenhum momento da jornada de trabalho, complementando o TLV-TWA. Exposições acima do TLV-TWA, mas abaixo do TLV-STEL, devem ter duração inferior a 15 minutos, ocorrer não mais que quatro vezes ao dia, havendo um intervalo mínimo de 60 minutos entre as exposições.

Limites de Exposição – Valor Teto (TLV-C)

É a concentração que não deve ser excedida durante nenhum momento da exposição no trabalho.

Os TLVs[®] para aerossóis são normalmente expressos em mg/m³, e os TLVs[®] para gases e vapores são estabelecidos em ppm. (ACGIH, 2011)

No Brasil, os Limites de Tolerância (LT) são estabelecidos pela Norma Regulamentadora (NR) 15 – Atividades e Operações Insalubres, que os define como a concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que não causará dano à saúde do trabalhador, durante a sua vida laboral.

Os Limites de Tolerância para agentes químicos são apresentados no Anexo Nº 11 da NR-15 e foram baseados nos valores dos TLVs da ACGIH do ano de 1977. Os Limites de Tolerância para Poeiras Minerais, como a sílica livre cristalizada são apresentados no Anexo Nº 12 da NR-15.

2.7. LEGISLAÇÃO

O primeiro documento legal que estabeleceu padrões de qualidade do ar no Brasil foi a Portaria GM 0231, de 27 de abril de 1976, da Secretaria Especial do Meio Ambiente (Sema), órgão federal vinculado à Presidência da República (Vieira, 2009).

No ano seguinte, a Lei Nº 6514, de 22 de dezembro, alterou o Capítulo V do Título II da CLT (Consolidação das Leis do Trabalho), estabelecendo a necessidade de serem adotadas normas sobre os critérios de caracterização da insalubridade, os limites de tolerância aos agentes agressivos, meios de proteção e o tempo máximo de exposição do empregado a esses agentes.

As NR (Normas Regulamentadoras) da CLT, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho, foram aprovadas pela Portaria MTB Nº 3214, de 8 de junho de 1978.

Com o objetivo de preservar, melhorar e recuperar a qualidade ambiental propícia à vida, a Lei Nº 6938, de 31 de agosto de 1981, instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente.

Considerando o acelerado crescimento urbano e industrial brasileiro e da frota de veículos automotores, o consequente aumento da poluição atmosférica, principalmente nas regiões metropolitanas, e seus reflexos negativos sobre a sociedade, economia e o meio ambiente, o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), através da Resolução CONAMA Nº 5, de 15 de junho de 1989, instituiu o PRONAR (Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar).

O IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), considerando a necessidade de ampliar o número de poluentes atmosféricos passíveis de monitoramento e a urgência na fixação de novos padrões de qualidade do ar elaborou a Portaria Normativa Nº 348, de 14 de março de 1990.

Considerando que a Portaria GM 0231/76 previa o estabelecimento de novos padrões de qualidade do ar quando houvesse informação científica a respeito e

baseado na Portaria Normativa Nº 348/90, o CONAMA estabeleceu a Resolução CONAMA Nº 3, de 28 de junho de 1990, regulamentando, em âmbito nacional, os parâmetros para: partículas totais em suspensão, fumaça, partículas inaláveis, dióxido de enxofre, monóxido de carbono, ozônio e dióxido de nitrogênio.

Em função da crescente utilização de sistemas de ar condicionado no país e considerando a preocupação com a saúde, o bem-estar, o conforto, a produtividade e o absenteísmo dos ocupantes de ambientes climatizados, o Ministério da Saúde elaborou a Portaria Nº 3523, de 28 de agosto de 1998, visando garantir a qualidade do ar de interiores.

Considerando o disposto no Art. 2º da Portaria Nº 3523/98, que determina a necessidade de definição de parâmetros físicos e composição química do ar de interiores, a identificação dos poluentes de natureza física, química e biológica, suas tolerâncias e métodos de controle, a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) publicou a Resolução – RE Nº 176, de 24 de outubro de 2000.

Após dois anos de vigência da Resolução – RE Nº 176/00, considerando a disponibilidade dos dados coletados, analisados e interpretados, a experiência adquirida no país e o atual estágio de conhecimento da comunidade científica internacional, na área de qualidade do ar ambiental interior, a ANVISA publicou a Resolução – RE Nº 9, de 16 de janeiro de 2003.

A Resolução recomenda Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior e apresenta as principais fontes de poluentes biológicos e químicos, recomendando que estas sejam adotadas para fins de pesquisa, com o propósito de levantar dados sobre a realidade brasileira.

A Tabela 2, na página seguinte, adaptada da Resolução – RE Nº 9/03, apresenta algumas das principais fontes de agentes químicos em ambientes interiores e as respectivas medidas de controle.

O Ministério do Trabalho, através da Portaria Nº 43, de 11 de março de 2008, aprovou o item 8 no título “Sílica Livre Cristalizada” do Anexo 12 da NR-15, estabelecendo que as máquinas e ferramentas nos processos de corte e acabamento de rochas ornamentais devem ser dotadas de sistema de umidificação capaz de minimizar ou eliminar a geração de poeira decorrente de seu funcionamento.

Tabela 2 – Agentes químicos, fontes em ambientes interiores e medidas de controle

Agentes Químicos	Principais fontes em ambientes interiores	Principais medidas de controle em ambientes interiores
Material Particulado	Poeiras e fibras	<p>Manter filtragem de acordo com NBR-6402 da ABNT;</p> <p>Evitar isolamento termoacústico que possa emitir fibras minerais, orgânicas ou sintéticas para o ambiente climatizado;</p> <p>Reduzir as fontes internas e externas;</p> <p>Higienizar as superfícies fixas e mobiliários sem o uso de vassouras, escovas ou espanadores;</p> <p>Selecionar os materiais de construção e acabamento com menor porosidade;</p> <p>Adotar medidas específicas para reduzir a contaminação dos ambientes interiores</p> <p>Restringir o tabagismo em áreas fechadas.</p>
COV	Cera, mobiliário, produtos usados em limpeza e domissanitários, solventes, materiais de revestimento, tintas, colas, etc.	<p>Selecionar os materiais de construção, acabamento, mobiliário;</p> <p>Usar produtos de limpeza e domissanitários que não contenham COV ou que não apresentem alta taxa de volatilização e toxicidade.</p>
Fumo de tabaco	Queima de cigarro, charuto, cachimbo, etc.	<p>Aumentar a quantidade de ar externo admitido para renovação e/ou exaustão dos poluentes;</p> <p>Restringir o tabagismo em áreas fechadas.</p>
Formaldeído	Materiais de acabamento, mobiliário, cola, produtos de limpeza domissanitários	<p>Selecionar os materiais de construção, acabamento e mobiliário que possuam ou emitam menos formaldeído;</p> <p>Usar produtos domissanitários que não contenham formaldeído.</p>

(Fonte: ANVISA, 2003)

2.8. HIGIENE OCUPACIONAL

Segundo Van der Haar e Goelzer (2011), a Higiene Ocupacional é definida com a ciência da *antecipação*, *reconhecimento* e *avaliação* de riscos no ambiente de trabalho, assim como do desenvolvimento de estratégias de *prevenção e controle*. Seu objetivo é promover a saúde e o bem-estar dos trabalhadores, garantindo também a proteção da comunidade e do meio ambiente.

As quatro etapas são assim definidas pelos autores:

A *antecipação* tem o objetivo de prever os riscos potenciais para a saúde que podem resultar de processos de trabalho e tomar as medidas necessárias para preveni-los. Exige que os prováveis problemas de um processo industrial sejam analisados durante as etapas de projeto, antes que o processo seja adotado.

O *reconhecimento* tem como objetivo identificar fatores de risco, real ou potencial, nos locais de trabalho. Requer conhecimento dos processos de trabalho e dos materiais e produtos utilizados, bem como dos efeitos adversos que os agentes e fatores existentes podem causar nos trabalhadores. Para isso, é essencial a realização de visitas aos locais de trabalho para verificar as condições de exposição in loco e obter as informações necessárias dos trabalhadores.

A *avaliação* pode ser qualitativa, semi-quantitativa ou quantitativa e tem como objetivo avaliar os riscos e chegar a conclusões quanto a sua magnitude. As avaliações qualitativas geralmente são baseadas em experiências anteriores do observador e as avaliações quantitativas são baseadas na comparação dos resultados medidos com limites de exposição ocupacional, recomendados ou legalmente adotados.

A *prevenção e controle* tem o objetivo de recomendar, projetar, implementar e verificar medidas de prevenção e controle de riscos. Estas medidas podem ser de engenharia, administrativas ou relativas ao trabalhador.

Segundo o NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health), o controle da exposição a riscos ocupacionais é fundamental para a proteção dos trabalhadores e deve obedecer a hierarquia da Figura 5.



Figura 5 – Hierarquia de Controle.

(Fonte: Apostila do curso de Engenharia de Segurança do Trabalho – Poli/USP - Turma 2012).

A ideia é que os métodos de controle no topo são potencialmente mais efetivos e oferecem maior capacidade de prevenção do que os da base.

A eliminação e a redução buscam o controle na fonte, eliminando uma condição perigosa ou reduzindo a condição perigosa a níveis mais aceitáveis (ex: substituição de materiais nocivos por outros menos tóxicos; modificação de processos e equipamentos). A engenharia busca controlar a condição perigosa que não pôde ser eliminada ou reduzida (ex: sistema de ventilação; enclausuramento). Os controles administrativos tem como objetivo administrar a condição perigosa (ex: instruções operacionais; placas de advertência; treinamentos). O controle através de EPI significa fornecer equipamentos de proteção individual ao trabalhador (ex: protetor auricular; luvas; capacete).

3. METODOLOGIA

A oportunidade para o desenvolvimento do trabalho foi identificada durante visitas técnicas a 12 empreendimentos em construção no município de São Paulo. No período de julho de 2012 a janeiro de 2014, foi possível verificar as condições de exposição a agentes químicos *in loco*, observando as diversas tarefas executadas durante a construção de um edifício, conversando com os trabalhadores envolvidos nas atividades e estudando as possíveis medidas de controle.

A literatura consultada contribuiu para o melhor entendimento do assunto em questão, com base nos fundamentos apresentados pelos diferentes autores. O levantamento bibliográfico foi realizado através da biblioteca digital da FUNDACENTRO e da biblioteca da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. As pesquisas foram feitas principalmente em livros, teses, dissertações e monografias. Também foram feitas buscas na Internet.

As principais palavras-chave usadas para as consultas foram construção civil, poeira, sílica e compostos orgânicos voláteis. Foram priorizadas as referências dos últimos anos, mas também há algumas referências mais antigas.

Através do levantamento bibliográfico, foi possível entender o panorama da construção civil e seus principais riscos ambientais, bem como aprofundar o conhecimento sobre os agentes químicos e seus efeitos nocivos à saúde do trabalhador.

Os empreendimentos estudados são considerados edifícios sustentáveis (*Green buildings*), pois visam melhorar a qualidade e o conforto dos ambientes construídos e minimizar os impactos socioambientais das atividades da construção civil. Consequentemente, estes empreendimentos buscam a certificação ambiental LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*).

O LEED é um processo de verificação e certificação desenvolvido pela entidade americana USGBC (*U.S. Green Building Council*). Adotado por mais de 143 países, o sistema se baseia em uma série de pré-requisitos e pontuações para a obtenção de diferentes níveis de certificação (certificado, prata, ouro e platina) de acordo com o desempenho ambiental do edifício (CTE, 2013).

O sistema de avaliação LEED considera 5 categorias ambientais que o projeto deve atender:

- *Sustainable Sites* (SS) – Terreno Sustentável
- *Water Efficiency* (WE) – Uso Racional da Água
- *Energy and Atmosphere* (EA) – Energia e Atmosfera
- *Materials and Resources* (MR) – Materiais e Recursos
- *Indoor Environmental Quality* (IEQ) – Qualidade do Ambiente Interno

Dentro da categoria IEQ, estão as preocupações com a “qualidade do ar interno, durante a construção” (IEQc 3.1) e com os “materiais com baixa emissão de COV” (IEQc 4.1; IEQc 4.2)

O crédito IEQc 3.1 tem a intenção de reduzir os problemas de qualidade do ar em ambientes interiores resultantes das atividades de construção, a fim de promover o conforto e bem-estar dos trabalhadores da obra e dos futuros ocupantes do edifício. Para isso, recomenda medidas de controle em 5 áreas: proteção do sistema de ar condicionado; controle das fontes de poluição; interrupção dos caminhos; organização e limpeza; e programação das atividades.

Os créditos IEQc 4.1 e IEQc 4.2 têm a finalidade de reduzir a quantidade de compostos orgânicos voláteis no ambiente de trabalho. O IEQc 4.1 trata de adesivos e selantes e o IEQc 4.2 aborda as tintas e revestimentos. Para cada crédito, existe uma lista com as principais categorias de aplicação e os respectivos limites de COV na composição dos produtos. Os limites são especificados pelas normas SCAQMD (*South Coast Air Quality Management District*), “Rule 1113” e “Rule 1168”; e pelas normas *Green Seal*, GC-03, GS-11 e GS-36.

A Tabela 3, na página seguinte, adaptada do referencial técnico *LEED for Green Building Design and Construction – 2009 Edition*, apresenta alguns dos limites de COV aceitáveis por categorias de produtos químicos.

Tabela 3 – Categorias de produtos químicos e limites de COV

Categoria	Limite
Adesivo para instalação de carpetes internos	50 g/L
Adesivos para pisos de madeira	100 g/L
Adesivos para base estrutural de pisos	50 g/L
Adesivos para instalação de pisos vinílicos e asfálticos internos	50 g/L
Adesivos para instalação e reparos de materiais civis em geral	70 g/L
Adesivo para PVC	510 g/L
Adesivo de contato	80 g/L
Adesivo para colagem de borracha em rolo	850 g/L
Selantes arquitetônicos	250 g/L
Selantes e regularizadores de substrato para revestimentos	200 g/L
Impermeabilizante de concreto ou alvenaria	400 g/L
Tinta fosca	50 g/L
Tinta brilhante	150 g/L
Tinta anti-corrosiva ou anti-ferrugem	250 g/L

(Fonte: USGBC, 2009)

No decorrer das visitas às obras, foram coletadas diversas informações que possibilitaram o reconhecimento dos fatores de risco, através do entendimento dos processos realizados e dos materiais e produtos utilizados durante a construção. Registros fotográficos contribuíram para o processamento dos dados estudados.

4. RESULTADOS

Após a concretagem das primeiras lajes do edifício, diversas situações nos ambientes interiores expõem os trabalhadores a agentes químicos. Contaminantes particulados e contaminantes gasosos estão presentes simultaneamente na construção.

4.1. CONTAMINANTES PARTICULADOS

4.1.1. Ocorrências

Uma das primeiras atividades é o corte da cabeça dos tirantes, elementos constituídos por barras, fios ou cordoalhas de aço, utilizados para ancoragem dos muros de arrimo que fazem a contenção do terreno no subsolo.

O processo de corte é realizado com um maçarico oxiacetilênico (que opera pela combustão do acetileno com o oxigênio), conforme Figura 6, e o aquecimento dos elementos de aço pode gerar fumos metálicos, com composição variável dependendo da liga utilizada.



Figura 6 – Corte de tirantes com maçarico oxiacetilênico.

(Fonte: Arquivo pessoal).

A atividade pode provocar queimaduras se houver contato direto do operador com a chama do maçarico e incêndio se as fagulhas expelidas no processo atingirem materiais inflamáveis. Há também o risco de explosão, que pode ocorrer por falha estrutural nas paredes dos cilindros de oxigênio e de acetileno ou por falha nas válvulas de segurança que controlam o fluxo de gás.

Nas superfícies de concreto são realizadas algumas atividades geradoras de poeira, que pode conter sílica livre cristalina, como: lixamento (utilizando lixadeira elétrica), Figura 7; quebra de elemento estrutural (com uso de martelete), Figura 8; e perfurações nos pisos e paredes (com marreta e ponteira).



Figura 7 – Lixamento de concreto com lixadeira elétrica.

(Fonte: Arquivo pessoal).



Figura 8 – Quebra de concreto com martelete.

(Fonte: Arquivo pessoal).

Na carpintaria (Figura 9) são executados diversos trabalhos em madeira para a obra, como: formas, escoramentos, tapumes, andaimes, portas, janelas e outros. O corte da madeira bruta é realizado com serra elétrica circular, serra manual ou máquinas elétricas com disco de corte. O pó gerado no processo, com fragmentos que saem da madeira, é chamado de serragem.



Figura 9 – Carpintaria e acúmulo de serragem no piso.

(Fonte: Arquivo pessoal).

Para a execução da alvenaria de vedação, costuma-se utilizar blocos de concreto (Figura 10, na página seguinte) ou blocos cerâmicos (Figura 11, na página seguinte) e argamassa de assentamento. Os blocos precisam ser cortados quando há a necessidade de executar meios-blocos, blocos-canaleta ou para a passagem de conduítes. Para isso, utiliza-se: uma talhadeira, uma ponteira e um martelo; uma serra de bancada adaptada para o corte de blocos; ou uma esmerilhadeira. Durante o corte é observada a geração de poeira.



Figura 10 – Alvenaria de vedação com blocos de concreto.

(Fonte: Arquivo pessoal).



Figura 11 – Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos.

(Fonte: Arquivo pessoal).

As argamassas são materiais constituídos de pó, compostos por areia, cal e cimento. Existem diversos tipos de argamassas na obra, cada uma com um uso específico, como: assentamento de blocos de alvenaria; revestimento de tetos e paredes; chapisco para promover a aderência entre a alvenaria e o revestimento; regularização de pisos e lajes, assentamento de peças de cerâmica, porcelanatos, granitos e mármores; e rejuntamento.

O material precisa ser misturado com água para sua aplicação e o processo de preparação pode ser manual ou mecânico. A poeira é gerada no momento que a argamassa é despejada no recipiente de mistura, conforme Figura 12.



Figura 12 – Mistura de argamassa.

(Fonte: Arquivo pessoal).

A argamassa, o cimento, a areia e o gesso chegam à obra embalados em sacos, de papel ou plástico, e são estocados em pilhas, separadas de acordo com o tipo de material, em locais que não prejudiquem o trânsito de trabalhadores e a circulação de outros materiais. A danificação das sacarias é comum durante o manuseio dos produtos, espalhando pó na área de armazenagem, conforme Figura 13.



Figura 13 – Pó de gesso na área de armazenagem.

(Fonte: Arquivo pessoal).

A pasta de gesso é utilizada para o revestimento das paredes internas, após concluída a elevação de alvenarias. Durante a preparação e aplicação, o gessoiro está em contato com o pó de gesso, conforme Figura 14.



Figura 14 – Aplicação de pasta de gesso nas paredes internas.

(Fonte: Arquivo pessoal).

Nas áreas de banheiro e copas/cozinhas, o acabamento é realizado com revestimentos cerâmicos (azulejo, piso, porcelanato). As bancadas costumam ser de granito ou mármore. O corte de cerâmicas e pedras é feito com máquina elétrica de disco de corte, conforme Figura 15.



Figura 15 – Corte de azulejo.

(Fonte: Arquivo pessoal).

Em alguns projetos é necessário realizar o tratamento acústico nas lajes dos ambientes para não haver desconforto durante a futura ocupação. É comum a instalação de placas de espuma acústica ou o jateamento de celulose, utilizando equipamento pneumático, gerando poeira e névoa no ambiente, conforme Figura 16.



Figura 16 – Jateamento de celulose.

(Fonte: Arquivo pessoal).

Para a fixação das tubulações elétricas, hidráulicas e dos dutos e equipamentos de ar condicionado é necessária a furação da laje com furadeira. Durante a atividade, o trabalhador fica imediatamente abaixo do pó de concreto, conforme Figura 17.



Figura 17 – Furação da laje.

(Fonte: Arquivo pessoal).

Em edifícios de escritórios a instalação de cabos elétricos, de telefonia e de informática é realizada acima da laje, sob um piso elevado removível, possibilitando a flexibilização do leiaute dos ambientes de trabalho.

As placas de piso, compostas por chapas de aço preenchidas com argamassa, são instaladas sobre pedestais reguláveis para compensar as irregularidades do concreto da laje. Apesar disso, algumas obras preferem garantir um contrapiso totalmente regularizado, sem imperfeições. Nesse caso é realizada a raspagem com uma lixadeira de piso, conforme Figura 18.



Figura 18 – Raspagem para regularização do piso.

(Fonte: Arquivo pessoal).

Para ajustar o tamanho ou realizar um detalhe em curva nas áreas próximas a paredes, é necessário o corte das placas de piso, utilizando uma serra tico-tico. Nas superfícies de concreto para encaixe das bordas do piso, pode ser necessária a perfuração, com marreta e ponteira.

As paredes internas da edificação normalmente são feitas com chapas de gesso (mistura de gesso, água e aditivos entre duas lâminas de cartão) aparafusadas em perfis de aço galvanizado. O sistema, mais leve que a alvenaria, é chamado de *drywall* (“parede seca”).

A superfície da chapa de gesso é lisa, porém há diferenciação de cor, textura e absorção entre as placas. Essas imperfeições são corrigidas com massa corrida e, após a secagem, as chapas devem ser lixadas para eliminar eventuais irregularidades e preparar a superfície para a pintura, conforme Figura 19.



Figura 19 – Lixamento das placas de gesso.

(Fonte: Arquivo pessoal).

Quando há modificações nos projetos ou falhas na execução, pode ser necessária a demolição das paredes, de alvenaria ou de drywall. Nestes casos, o trabalhador está exposto à poeira tanto durante a demolição quanto na organização dos resíduos.

Em construções altas costumam ser utilizados dutos de entulho, tubos articulados encaixados uns nos outros, para conduzir os resíduos dos pavimentos até a caçamba, por gravidade. A poeira gerada na atividade afeta não apenas o trabalhador que faz o lançamento dos resíduos, mas também a vizinhança.

Para manter a organização e limpeza dos ambientes, durante todo o período de obra é realizada a varrição dos pisos. O uso de vassoura faz o pó depositado no chão tornar-se poeira em suspensão novamente, conforme Figura 20, na página seguinte. Na atividade o trabalhador está exposto a diversos tipos de poeira, de materiais como cimento, cal, areia, concreto, madeira, metal, rocha, cerâmica, gesso, etc.



Figura 20 – Varrição de piso.

(Fonte: Arquivo pessoal).

4.1.2. Medidas de controle

As medidas de controle apresentadas a seguir já são conhecidas nas atividades de construção, embora sejam pouco aplicadas no dia a dia.

As medidas de controle que têm mais eficácia são aquelas que conseguem eliminar ou reduzir os agentes químicos do ambiente. Quando não for possível eliminar ou reduzir os agentes químicos, devem-se adotar estratégias para impedir a sua propagação. Essas medidas são relativas ao ambiente de trabalho.

Sempre que possível, é recomendado o enclausuramento de atividades geradoras de material particulado. Na impossibilidade de fazer o fechamento do local, a área de trabalho deve ser isolada, bloqueando o acesso de pessoas não envolvidas na atividade.

Durante a construção, é possível a instalação de barreiras temporárias, feitas com lona plástica, promovendo a interrupção do caminho dos agentes químicos entre o local de geração e outras áreas do edifício, conforme Figura 21, na página seguinte.



Figura 21 – Barreira para controle de poeiras.

(Fonte: Arquivo pessoal).

A adoção de sistemas de ventilação artificial (Figura 22) é recomendada quando as condições de ventilação natural não são suficientes para a circulação e renovação de grandes volumes de ar. Os equipamentos comumente observados são ventiladores do tipo axial.



Figura 22 – Sistema de ventilação.

(Fonte: Arquivo pessoal).

Ventiladores de ar ionizado também podem ser utilizados com o objetivo de melhorar a qualidade do ar em interiores. Os equipamentos lançam íons positivos e negativos no ambiente, os quais polarizam a poeira em suspensão e a fazem mais pesada que o ar precipitando no chão.

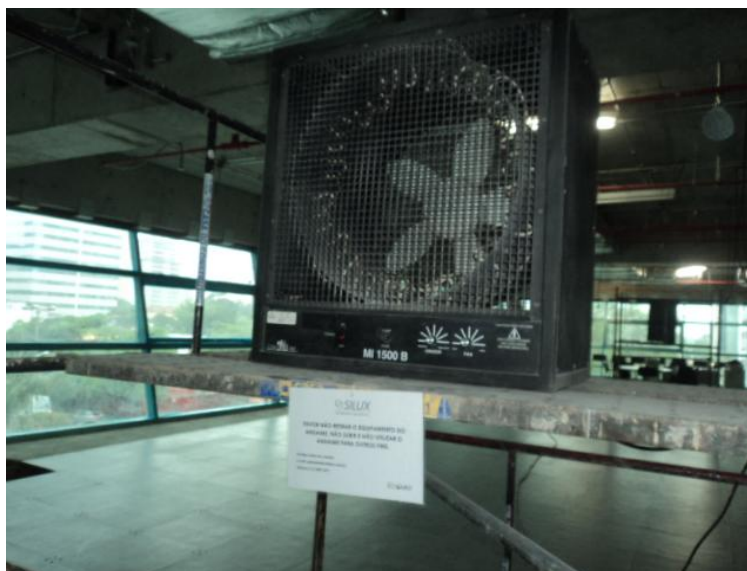


Figura 23 – Ventilador de ar ionizado.

(Fonte: Arquivo pessoal).

O preparo da argamassa e de outros materiais em pó deve ser feito, sempre que possível, em local afastado das demais atividades. Manter o piso ao redor molhado também pode contribuir para não levantar poeira no ambiente.

Quando armazenadas, as embalagens devem ser mantidas fechadas, em áreas cobertas e ventiladas, sobre pálete para evitar a umidade, e cobertas com lona plástica para minimizar a dispersão do pó, conforme Figura 24, na página seguinte.



Figura 24 – Materiais em pó armazenados sobre pálete e cobertos.

(Fonte: Arquivo pessoal).

O lixamento de tetos e paredes pode ser realizado com sistemas de lixadeiras com aspirador acoplado, conforme Figura 25. A atividade deve ser feita, de preferência, sem outras acontecendo nas proximidades simultaneamente. A instalação de barreiras físicas e a utilização de coletores de pó no ambiente contribuem para impedir a dispersão da poeira, conforme Figura 26, na página seguinte.



Figura 25 – Lixadeira com aspirador acoplado.

(Fonte: Arquivo pessoal).



Figura 26 – Barreira para controle de poeira e coletor de pó.

(Fonte: Arquivo pessoal).

As atividades de corte de revestimentos cerâmicos e rochas, corte de blocos e demolição de alvenarias, devem ser realizadas mantendo os materiais molhados para minimizar a poeira inalada pelos trabalhadores, conforme Figura 27.



Figura 27 – Umidificação para demolição.

(Fonte: Arquivo pessoal).

A abertura de canaletas em concreto e alvenaria para a instalação de conduítes e tubulações pode ser realizada utilizando um sistema de cortador de parede com aspirador acoplado, conforme Figura 28, na página seguinte.



Figura 28 – Cortador de parede com aspirador acoplado.

(Fonte: Arquivo pessoal).

O corte de madeiras nem sempre pode ser feito com água, para não danificar a estrutura do material. As áreas de carpintaria devem ser ventiladas, isoladas dos demais trabalhadores e equipadas com coletores de pó com a mangueira posicionada próxima à área de deposição da serragem.

Para a furação do teto, um coletor de pó pode ser acoplado à furadeira. Os trabalhadores costumam improvisar uma garrafa PET para essa função (Figura 29, na página seguinte), mas há equipamentos similares à venda em lojas de construção.



Figura 29 – Adaptação de garrafa PET para coletar o pó da furação do teto.

(Fonte: Arquivo pessoal).

A raspagem do piso pode ser feita utilizando uma lixadeira com aspirador acoplado.

Nas atividades de varrição, recomenda-se a aspersão de água antes de varrer as superfícies de concreto para minimizar a poeira, conforme Figura 30. Exceto na limpeza após a aplicação de gesso nas paredes, que deve ser a seco, pois a substância é solúvel em água. Nesse caso, a vassoura pode ser substituída por um rodo sem pano, para não levantar poeira.



Figura 30 – Aspersão de água para varrição do piso.

(Fonte: Arquivo pessoal).

Após a instalação de pisos elevados, a limpeza deve ser feita inicialmente com um aspirador industrial (Figura 31) para remoção dos rejeitos maiores, seguida de um rodo com pano úmido (Figura 32) para remoção da poeira mais fina.



Figura 31 – Aspirador industrial.

(Fonte: Arquivo pessoal).



Figura 32 – Limpeza com rodo e pano úmido.

(Fonte: Arquivo pessoal).

A descida de resíduos por dutos externos à edificação deve ser precedida da aspersão de água no material a ser lançado.

Por fim, devem ser adotadas medidas de controle relativas ao trabalhador. Estas devem ser vistas como medidas complementares, mas não substituem as medidas relativas ao ambiente de trabalho.

No preparo de argamassas, por exemplo, limitar a quantidade de sacos abertos em determinado intervalo de tempo e programar pausas na atividade pode contribuir para a poeira abaixar, dando condições para o reinício do serviço.

Treinamentos são necessários para instruir os trabalhadores sobre as práticas de trabalho adequadas. Estes podem ser formais, em sala de aula e com recursos necessários, ou informais, no próprio local de trabalho, conforme Figura 33. A comunicação visual também pode ser feita para que os trabalhadores recordem dos procedimentos passados em treinamento, conforme Figura 34, na página seguinte.

Em último caso, a entrada de contaminantes no organismo deve ser evitada através da utilização de EPIs (Equipamentos de Proteção Individual). Estes constituem uma solução temporária e devem ser selecionados de acordo a atividade a ser realizada, apropriados para a vedação do agente químico ao qual o trabalhador está exposto.



Figura 33 – Treinamento no local de trabalho

(Fonte: Arquivo pessoal).



Figura 34 – Comunicação visual.

(Fonte: Arquivo pessoal).

4.2. CONTAMINANTES GASOSOS

4.2.1. Ocorrências

Ao longo de toda a obra, são utilizados diversos produtos químicos em estado líquido e muitos deles podem emitir vapores orgânicos.

Entre os primeiros produtos encontrados no interior do edifício estão os utilizados para instalação das tubulações hidráulicas. Adesivos para PVC tem a função de promover a união entre tubos e conexões de PVC. As “tintas zarcão” costumam ser aplicadas nas tubulações de ferro, como proteção contra a ferrugem.

Com o início das instalações de ar condicionado, são utilizados também os adesivos para colagem da espuma elastomérica nos tubos de refrigeração e os adesivos vedantes, com a função de selar as juntas dos dutos de ar.

A impermeabilização é necessária em lajes e coberturas expostas às intempéries; nos subsolos, para impedir a infiltração; e nos reservatórios de água, para evitar vazamentos. Em áreas molháveis como cozinhas, banheiros e áreas de serviço, a umidade será quase constante durante a operação do edifício, por isso também há aplicação de impermeabilizante nesses locais.

A colagem dos mármore e granitos é geralmente realizada com massa plástica.

Nas paredes de drywall, o tratamento das juntas das chapas de gesso acartonado é realizado com massa pronta para drywall. Algumas vezes, a massa pode também ser usada para o acabamento total das chapas antes da pintura.

Normalmente, para nivelar e corrigir as imperfeições das paredes internas utiliza-se massa corrida, nas áreas secas, ou massa acrílica, nas áreas úmidas. Fundos e seladores também são produtos utilizados para o preparo da superfície a ser pintada.

A pintura é realizada em diferentes superfícies e tem diferentes acabamentos. Por isso, são utilizados diversos tipos de tintas, como: esmalte, verniz, látex e acrílica.

A instalação dos sistemas de pisos envolve o adesivo para colagem da base do piso elevado na laje, os adesivos para instalação de carpetes e de pisos vinílicos e as colas para rodapé.

Em alguns casos, o revestimento das paredes, pisos e móveis é feito com chapas de laminado melamínico (mais conhecido como fórmica). A fixação das chapas é feita com adesivo de contato.

Compostos orgânicos voláteis de efeitos adversos à saúde são encontrados na composição de diversos produtos químicos utilizados na obra: o etanol pode causar irritação do trato respiratório superior; a acetona, irritação no trato respiratório superior e nos olhos, comprometimento do sistema nervoso central e efeitos hematológicos; o tolueno pode causar comprometimento da visão, dano no sistema reprodutivo feminino e provocar aborto; o xileno, irritação nos olhos e no trato respiratório superior e comprometimento do sistema nervoso central (ACGIH, 2011).

As composições de alguns produtos são apresentadas nas Tabelas 4 a 8.

Tabela 4 – Composição e quantificação de COV - Tinta para metais e madeiras

Substância	Nº CAS	Concentração
Dióxido de titânio	13463-67-7	10-30%
Óxido de zinco	1314-13-2	<0,1%
Aguarrás Mineral	64742-88-7	10-30%
Carbonato de zinconio	57219-64-4	<0,1%
Hidróxido de cálcio	1305-62-0	<0,1%
Hidróxido de cobalto	21041-93-0	<0,1%
Metil Etil cetoxima	96-29-7	0,1-1%
Quantificação de COV		
462,43 g/L		

(Fonte: FISPQ – AkzoNobel: Esmalte Coralit Tradicional)

(Fonte: Boletim Técnico – AkzoNobel: Esmalte Coralit Tradicional)

Tabela 5 – Composição e quantificação de COV - Cola de contato

Substância	Nº CAS	Concentração
Hidrocarbonetos alifáticos gasosos	-	29-43%
Tolueno	108-88-3	50-70%
Quantificação de COV		
653 g/L		

(Fonte: FISPQ – Formica: Cola de Contato Formica)

Tabela 6 – Composição e quantificação de COV - Zarcão

Substância	Nº CAS	Concentração
Aguarrás mineral	8052-41-3	15-35%
Anidrido ftálico	85-44-9	1-10%
Xileno	1330-20-7	0,1-1%
Etanol	64-17-5	0,1-1%
Quantificação de COV		
340 g/L		

(Fonte: FISPQ – Eucatex: Base Preparadora Zarcão)

(Fonte: Boletim Técnico – Eucatex: Base Preparadora Zarcão)

Tabela 7 – Composição e quantificação de COV – Adesivo para borracha elastomérica

Substância	Nº CAS	Concentração
Solvente à base de nafta	92062-15-2	30-40%
Etil-acetato	141-78-8	15-20%
Acetona	67-64-4	15-20%
Metil etil cetona	78-93-3	7-10%
Quantificação de COV		
674 g/L		

(Fonte: FISPQ – K-Flex: Adesivo Especial K-414)

(Fonte: Ficha Técnica - K-Flex: Adesivo Especial K-414)

Tabela 8 – Composição e quantificação de COV - Adesivo plástico para PVC

Substância	Nº CAS	Concentração
Acetona	67-64-1	50-70%
Metil etil cetona	78-93-3	25-45%
Acetato de etila	141-78-6	5-15%
Quantificação de COV		
329,2 g/L		

(Fonte: FISPQ – Tigre: Adesivo Plástico para PVC)

(Fonte: Relatório de Ensaio - Tigre: Adesivo Plástico para PVC)

4.2.2. Medidas de controle

Para a redução dos contaminantes gasosos no interior da edificação, é recomendado que sejam adquiridos produtos com baixa emissão de COV.

No início da obra, é necessário fazer o levantamento dos tipos de produtos químicos que serão necessários e listar as opções disponíveis no mercado. O teor de COV de cada produto listado deve ser verificado, a fim de utilizar aqueles com menor impacto à saúde.

A determinação do teor de COV de um produto é realizada em um laboratório de análises químicas, utilizando equipamentos e métodos específicos. O resultado da análise é apresentado em um Relatório de Ensaio, que pode ser solicitado ao fabricante do produto. Algumas vezes, a informação está presente também na FISPQ (Ficha de Informação de Segurança sobre Produtos Químicos) ou na Ficha Técnica.

Se a concentração de COV do produto for inferior ao limite de sua categoria, conforme a Tabela 3 - Categorias de produtos químicos e limites de COV, o produto é aprovado e pode ser utilizado na obra. Caso a concentração do produto seja superior ao limite de sua categoria, o produto é reprovado e não deve ser adquirido.

Para possibilitar a verificação dos produtos durante a execução da obra, é recomendada a elaboração de uma planilha de controle de produtos, listando os aprovados e reprovados. Essa planilha deve estar disponível com os responsáveis pelas compras de materiais de cada empresa que for trabalhar na obra e também nos almoxarifados.

Quando recebidos nos almoxarifados, os produtos aprovados podem ser identificados com uma etiqueta. Os trabalhadores devem ser orientados a utilizar apenas produtos identificados.

Eventualmente, produtos reprovados ou não informados anteriormente são levados à obra. Se recebidos nos almoxarifados, os produtos reprovados devem ser devolvidos. Para produtos não analisados previamente, é necessária a verificação do teor de COV e a comparação com os limites de emissão. Quando identificados produtos sem etiqueta em alguma atividade, o serviço deve ser interrompido e o produto apreendido.

Em algumas situações, a utilização de produtos químicos é desnecessária e pode ser eliminada, por exemplo, para a marcação de pisos, conforme Figuras 35 e 36, na página seguinte.



Figura 35 – Marcação desnecessária com tinta em spray.

(Fonte: Arquivo pessoal).



Figura 36 – Marcação com fita crepe.

(Fonte: Arquivo pessoal).

5. DISCUSSÃO

Contaminantes particulados e contaminantes gasosos estão presentes em muitas atividades realizadas em ambientes interiores durante a construção e podem persistir durante um longo período após a conclusão de atividades envolvendo agentes químicos. São prejudiciais não apenas aos trabalhadores envolvidos nessas atividades, mas a toda a população da obra e também aos futuros usuários do edifício.

Para evitar efeitos adversos à saúde, é fundamental identificar os agentes químicos e implantar medidas de prevenção e controle.

Por exemplo, nas atividades que envolvam a geração de poeira contendo sílica ou poeira de madeira são necessárias medidas para evitar a inalação desses agentes químicos, pois a sílica cristalina é uma substância carcinogênica e causadora de silicose e as poeiras de madeira podem afetar a função pulmonar.

Produtos químicos contendo compostos orgânicos voláteis (COV) devem ser evitados, pois a inalação de vapores pode causar irritação no trato respiratório superior, comprometimento do sistema nervoso central, entre outros efeitos. O tolueno pode provocar o aborto ou prejudicar o desenvolvimento do feto.

O desenvolvimento de um Plano de Qualidade do Ar, abordando as etapas de obra, seus respectivos impactos sobre qualidade do ar e as medidas de controle que deverão ser tomadas, é fundamental para promover melhorias nas condições de trabalho.

As medidas de controle que, de fato, possibilitem melhorias para a saúde, bem estar e qualidade de vida da população devem ser pensadas antes da realização da obra, desde a etapa de concepção do projeto, pois a antecipação é essencial para prever os riscos e tomar as ações necessárias para preveni-los.

Para organizar as atividades e prover os recursos necessários para implementar as medidas de controle é importante ter conhecimento do cronograma da obra. Sempre que possível, deve ser adotado o isolamento temporal para as atividades mais críticas, reduzindo a quantidade de trabalhadores expostos aos agentes químicos.

Controles do tipo “eliminação” e “redução”, pensados durante a fase de projeto, permitem a previsão dos custos e são mais fáceis de serem implantados. No decorrer da obra, esses controles exigem mudanças significativas nos processos, o que os tornam mais custosos e de difícil implementação.

A substituição de materiais nocivos por outros menos tóxicos deve sempre ser estudada, levando em consideração sua viabilidade técnica e econômica. A evolução tecnológica do setor da construção civil possibilita a adoção de processos mais adequados, sem prejudicar a produtividade ou a qualidade do produto final.

Em relação aos contaminantes particulados entende-se que não é viável a substituição dos principais materiais geradores de poeira, pois tal medida exigiria a modificação de um sistema construtivo amplamente disseminado no Brasil e no mundo. Areia e cimento, por exemplo, fazem parte da composição do concreto, material largamente empregado na construção de edifícios.

Quanto aos contaminantes gasosos entende-se que a substituição de materiais é viável, pois, apesar de os produtos químicos serem necessários em diversas atividades da obra, pode-se buscar entre os fabricantes disponíveis no mercado produtos que causem menos mal à saúde. Para isso, é necessária a análise da FISPQ e do Relatório de Ensaio de COV dos produtos previstos.

Na impossibilidade de eliminar os agentes químicos, alguns processos e equipamentos podem ser modificados, visando o menor risco possível.

Por exemplo, para o lixamento de tetos e paredes há a possibilidade de utilizar equipamentos com sistema de aspiração acoplado. O corte de rochas, revestimentos cerâmicos e blocos pode ser realizado com máquinas e ferramentas dotadas de sistema de umidificação capaz de minimizar a geração de poeira.

Controles do tipo “engenharia” são bastante eficientes, desde que bem projetados e utilizados corretamente.

A instalação de barreiras físicas é sempre recomendada para impedir a propagação de poeiras além da área onde são geradas. Sistemas de ventilação e exaustão são necessários para renovar o ar e reduzir a concentração de contaminantes no ambiente. Para esse tipo de controle, geralmente é necessária mão de obra ao longo de todo o período de construção.

Controles do tipo “administrativo” são necessários, porém são complementares e não substituem as medidas de “eliminação”, “redução” e “engenharia”.

A prática de treinamentos periódicos com os trabalhadores, abordando procedimentos adequados de trabalho, pode apresentar bons resultados. Placas de sinalização e advertência ajudam a assimilar o conteúdo dos treinamentos.

O controle através de “EPI” deverá ser adotado quando as medidas de controle anteriores não oferecerem completa proteção contra os danos à saúde dos trabalhadores.

Os equipamentos de proteção respiratória podem purificar o ar ambiente inspirado, impedindo o contato do trabalhador com os agentes químicos, ou fornecer gás respirável de uma atmosfera independente do ambiente contaminado.

Apesar de as medidas de controle serem teoricamente simples, na prática são observadas algumas dificuldades para implementação das mesmas.

Por exemplo, as empresas envolvidas na construção do edifício são orientadas desde o início quanto ao procedimento de análise e aprovação de produtos químicos, no entanto frequentemente são encontrados na obra produtos não liberados para uso.

Apesar de a Portaria Nº 43/08 do Ministério do Trabalho estabelecer a necessidade de ferramentas de corte de rochas dotadas de sistema de umidificação, dificilmente são observadas máquinas desse tipo.

Sistemas de ventilação costumam estar disponíveis na obra, mas não há projetos de ventilação a serem seguidos e frequentemente são observados equipamentos mal posicionados ou desligados.

Os treinamentos periódicos são comuns nas obras em que são mantidos técnicos de segurança do trabalho, mas não costuma haver orientação aos trabalhadores nas obras em que não há esse profissional.

A aceitação das medidas de controle também não é fácil com aqueles que deveriam ser os principais interessados. É comum ouvir dos trabalhadores que as medidas propostas são desnecessárias, pois eles realizam determinada atividade há bastante tempo e nunca houve nenhum problema. Vale lembrar que a exposição crônica

provoca acúmulo da substância tóxica no organismo e os efeitos podem aparecer após anos.

A constante mudança do ambiente de trabalho, a movimentação de pessoas e materiais ao longo da produção e a logística das atividades, pontuais e que rapidamente transferem-se para outros locais, são alguns fatores que dificultam a gestão de segurança e saúde do trabalho no setor da construção civil e a adoção de medidas de controle adequadas.

Adequar um ambiente de trabalho pode exigir tempo, o que reduz o ritmo de produção. Além disso, cada projeto é único e as condições de organização do canteiro são diferentes em cada obra.

No entanto, nada justifica o aumento da quantidade de ocorrências nos últimos anos, pois todos os acidentes e doenças profissionais podem ser evitados e a segurança deve ser prioridade de toda empresa.

A avaliação da qualidade do ar nas obras visitadas foi qualitativa, baseada na percepção visual para detectar contaminantes particulados e na percepção olfativa para detectar contaminantes gasosos. No entanto, avaliações quantitativas são necessária para complementar a pesquisa.

Além da exposição a agentes químicos, um fato que chamou a atenção durante as visitas técnicas foi o risco de queda, devido aos trabalhos executados em altura. Em diversas situações foram observadas falhas nos procedimentos de execução de atividades e também nas proteções coletivas das obras.

Aparentemente, as empresas da construção civil ainda não perceberam que a segurança faz parte do negócio e deve ser vista como investimento.

6. CONCLUSÕES

Durante a construção de um edifício, os trabalhadores estão sujeitos ao contato com diversos agentes químicos.

Contaminantes particulados são gerados em atividades como lixamento de paredes e tetos, quebra de elementos estruturais, perfuração de pisos e paredes, corte de madeiras, cerâmicas e rochas ornamentais, entre outras.

Contaminantes gasosos são gerados em atividades como instalação de tubulações hidráulicas e de ar condicionado, impermeabilização, pintura, entre outras.

A eliminação ou redução dos riscos é possível através da implantação de medidas de controle. As principais medidas devem ser relativas ao ambiente de trabalho, procurando beneficiar o maior número possível de trabalhadores.

A análise dos riscos deve ser iniciada durante a concepção do projeto e não apenas quando a produção estiver em andamento, pois as medidas preventivas devem sempre ser priorizadas ante as medidas corretivas.

Para a adoção de medidas práticas e eficientes é essencial visitar os locais de trabalho, observar as diferentes tarefas com olhar crítico, estudar os principais processos realizados e equipamentos utilizados, e ouvir a opinião dos trabalhadores envolvidos.

O sucesso das medidas previstas depende também do treinamento das equipes, pois todos devem entender o objetivo das ações e compreender os benefícios promovidos.

Todos os funcionários devem ser adequadamente treinados a trabalhar com segurança e a utilização de EPI deve ser considerada uma solução emergencial, jamais como única estratégia de controle.

Na construção de um edifício a arquitetura cria os ambientes e especifica os materiais de acordo com critérios de estética, conforto e funcionalidade, e a engenharia civil é responsável pela execução da obra. Para que as atividades de construção evitem danos ao meio ambiente e à saúde dos trabalhadores, é fundamental a participação da engenharia ambiental e da engenharia de segurança do trabalho em todo o processo.

As certificações de edifícios sustentáveis têm contribuído para a redução dos impactos ambientais dos novos empreendimentos, porém as questões de segurança do trabalho ainda precisam ser bastante difundidas entre empresários e trabalhadores do setor.

Considerando que a economia do Brasil segue em expansão, que a população está aumentando e que ainda existe déficit habitacional, é esperado que o setor da construção civil continue crescendo nos próximos anos.

Com os resultados obtidos nessa pesquisa pretende-se promover a antecipação dos riscos em futuras obras, a fim de obter melhorias na gestão de saúde e segurança no trabalho e reduzir a quantidade de acidentes.

REFERÊNCIAS

AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS (ACGIH). **TLVs® e BEIs® 2011**. Edição em Português. Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12543. Equipamentos de proteção respiratória - Terminologia**, 1999.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 09 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais**. Portaria GM n.º 3.214, de 08 de junho de 1978. Publicado no Diário Oficial da União em 06/07/78.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 15 – Atividades e operações insalubres**. Portaria MTb n.º 3.214, de 08 de junho de 1978. Publicado no Diário Oficial da União em 06/07/78.

CENTRO DE TECNOLOGIA DE EDIFICAÇÕES (CTE). **Sustentabilidade – Consultoria em Green Building – Certificação LEED**. Disponível em: <www.cte.com.br>. 2014.

EMPRESA DE TECNOLOGIA E INFORMAÇÕES DA PREVIDÊNCIA SOCIAL (DATAPREV). **Anuário Estatístico da Previdência Social 2012**. Brasília: 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Anual da Indústria da Construção 2011**. Rio de Janeiro: 2013.

LIMA JÚNIOR, J. M. **Segurança e saúde no trabalho da construção: experiência brasileira e panorama internacional**. Brasília: OIT – Secretaria Internacional do Trabalho, 2005.

MACHADO, R. A. **Avaliação de compostos orgânicos voláteis em ambientes interiores climatizados**. 2003. 110p. Tese - Departamento de Saúde Ambiental, Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

MARTINS, A. R. B. **Caracterização e avaliação de poeira presentes em canteiros de obras de edificações verticais**. 2009. 200p. Dissertação - Departamento de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco, Recife, 2009.

SANTOS, A. M. A. **O tamanho das partículas de poeira suspensas no ar dos ambientes de trabalho**. FUNDACENTRO, 2001.

TORLONI, M; VIEIRA, A. V. **Manual de proteção respiratória**. São Paulo: Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais, 2003.

VAN DER HAAR, R; GOELZER, B. **A higiene ocupacional na América Latina: uma diretriz para seu desenvolvimento**. São Paulo: Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais, 2011.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Indoor air quality: organic pollutants**. 1987.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Air quality guidelines**. Second Edition. 2000.

U.S. GREEN BUILDING COUNCIL (USGBC). **LEED Reference Guide for Green Building Design and Construction, 2009 edition**. Washington, DC: USGBC, 2009.