

ESCOLA
SUPERIOR
DE TECNOLOGIA
DA SAÚDE
DE LISBOA



INSTITUTO
POLITÉCNICO
DE LISBOA

INSTITUTO POLITÉCNICO DE LISBOA
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DA SAÚDE DE LISBOA

**Exposição Ocupacional a Compostos Orgânicos Voláteis e a
Matéria Particulada na limpeza automóvel em parques
de estacionamento.**

MARCELO DO NASCIMENTO LOURO

PROF^ª. DOUTORA SUSANA VIEGAS – PROF^ª. ADJUNTA DA ESCOLA SUPERIOR
DE TECNOLOGIA DA SAÚDE DE LISBOA

Mestrado em Segurança e Higiene no Trabalho

Lisboa, ano 2013

INSTITUTO POLITÉCNICO DE LISBOA
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DA SAÚDE DE LISBOA

**Exposição Ocupacional a Compostos Orgânicos Voláteis e a
Matéria Particulada na limpeza automóvel em parques
de estacionamento.**

MARCELO DO NASCIMENTO LOURO

PROF^a. DOUTORA SUSANA VIEGAS – PROF^a. ADJUNTA DA ESCOLA SUPERIOR
DE TECNOLOGIA DA SAÚDE DE LISBOA

DOUTORA MARGARIDA SANTOS – ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DA
SAÚDE DE LISBOA
DOUTOR RUI MELO – FACULDADE DE MOTRICIDADE HUMANA

Mestrado em Segurança e Higiene no Trabalho

(esta versão incluiu as críticas e sugestões feitas pelo júri)

Lisboa, ano 2013

Agradecimentos

Ao longo de toda a elaboração deste trabalho, muitas foram as pessoas que contribuíram, direta ou indiretamente, para o seu desenvolvimento e conclusão.

Agradeço profundamente à Doutora Susana Viegas por toda a orientação, partilha de conhecimentos, paciência, dedicação e estímulo, coordenação de tarefas e pela total disponibilidade que sempre demonstrou.

À Marina Almeida Silva pelo seu auxílio precioso na execução deste trabalho.

Aos meus pais, irmã e restante família, um sincero “obrigado” por todo o amor e carinho que recebi ao longo da minha vida e pelo estímulo e compreensão nesta fase mais delicada, nunca deixando ao acaso uma palavra de incentivo e ajuda.

Aos meus amigos, pela partilha, amizade incondicional, carinho e ajuda na realização deste trabalho.

Sem todos vocês a concretização e finalização desta etapa não faria qualquer sentido.

Resumo

A atividade de limpeza foi recentemente identificada como um risco ocupacional devido ao aumento da incidência de alguns sintomas respiratórios sobre os trabalhadores de limpeza. O novo paradigma de introdução dos centros de limpeza automóvel em Parques de estacionamento subterrâneos resultou na necessidade de uma nova perceção da exposição ocupacional a agentes químicos, como os compostos orgânicos voláteis (COV's) e a matéria particulada (MP) decorrentes das atividades de limpeza e da possível afetação deste ambiente pelo monóxido de carbono (CO) na saúde dos trabalhadores. Dada à inexistência de informação sobre este assunto considerou-se pertinente realizar um primeiro estudo sobre a dimensão da exposição a estes parâmetros neste contexto ocupacional específico.

Deste modo, o principal objetivo deste trabalho foi o de conhecer a contaminação por MP e COV's presentes no ambiente da limpeza automóvel em parques de estacionamento, assim como a caracterização do CO presente na envolvente deste espaço. Os objetivos específicos de investigação consistiram no conhecimento das atividades desenvolvidas na limpeza automóvel, conhecimento das atividades de limpeza que envolvem maior exposição aos poluentes em estudo, análise da possível influência da envolvente do parque de estacionamento subterrâneo na exposição aos poluentes em estudo, por fim a identificação de possíveis medidas de eliminação e/ou controlo dos poluentes em questão.

Os COV's totais, MP e CO foram medidos sem a realização de atividade (concentração residual) e para três momentos distintos, a Atividade 1, 2 e 3, no decorrer da limpeza. As atividades foram realizadas num período de 4 a 32 minutos. Os COV's totais e o CO foram medidos pelo equipamento "*Indoor Air IQ-610 Quality Probe (Gray Wolf® monitor)*" e a matéria particulada através do "*Lighthouse, model 3016 IAQ*".

As concentrações residuais destes poluentes indicaram a sua presença em momentos sem atividade. As concentrações médias dos COV's totais nas diferentes atividades variaram de 0,67-0,89 ppm e para as concentrações de pico de 0,62-1,30 ppm. Por seu lado a matéria particulada de dimensão MP0.5 variou de 0,010-0,019 mg/m³; a MP1 de 0,016-0,098 mg/m³; a MP2.5 de 0,031-0,639 mg/m³; a MP5 de 0,106-2,277 mg/m³ e a MP10 de 0,193-2,690 mg/m³, durante sensivelmente 1 hora. A concentração do CO variou de 9,6-18 ppm, para um período de 1 hora, e o seu Valor Limite de Exposição - Média Ponderada (VLE-MP) foi de 10.76 ppm.

Os resultados alcançados demonstraram que as exposições a COV's e a matéria particulada estiveram presentes no local de trabalho antes e após a realização das atividades de limpeza. O modo de aplicação de alguns produtos de limpeza e a sua constituição potenciou de alguma forma o aumento dos COV's totais. Algumas ações de limpeza têm o potencial de aumentar a concentração de matéria particulada. O CO demonstrou ser um poluente relevante na envolvente do parque de estacionamento.

Palavras-Chave: Compostos orgânicos voláteis, matéria particulada, monóxido de carbono, exposição profissional, limpeza automóvel, parques de estacionamento subterrâneos.

Abstract

The cleaning activity was recently identified as an occupational risk due to increased incidence of respiratory symptoms on some cleaning workers. The new paradigm of introducing car cleaning centers in underground car parks, resulted in the need for a new perception of occupational exposure to chemicals such as volatile organic compounds (VOC's) and particulate matter (PM) resulting from cleanup activities and possible affectation of this environment by carbon monoxide (CO) on workers' health. Given the lack of information on this subject, it was considered pertinent to conduct an initial study on the extent of exposure to these parameters in this occupational context.

Therefore, the main objective of this study was to know the PM and VOC's contamination in the cleaning environment car in car parks, as well as the evaluation of CO present in the surroundings of this area. The specific objectives of this case study focused on the activities in car cleaning, knowledge of cleanup activities that involve greater exposure to pollutants the pollutants mentioned before, analysis of the possible influence of the surroundings of underground parking in exposure to such pollutants and last but not least, identifying the possible measures to eliminate and / or control the pollutants in question.

The total VOC's, PM and CO were measured without conducting activity (residual concentration) and three different times, Activity 1, 2 and 3, during the cleaning. The activities were conducted within a 4 to 32 minutes period. The total VOC's and CO were measured by the device "Indoor Air Quality IQ-610 Probe (Gray Wolf ® monitor)" and the particles through "Lighthouse, model 3016 IAQ".

The residual concentrations of these two pollutants indicated their presence in moments of inactivity. The mean concentration of total VOC's in different activities ranged from 0.67-0.89 ppm and peak concentrations ranged from 0.62-1.30 ppm. The PM_{0.5} particle size ranged from 0.010-0.019 mg/m³, the PM₁ from 0.016 to 0.098 mg/m³ PM_{2.5} from 0.031-0.639 mg/m³, the PM₅ of 0.106-2.277 mg/m³ and PM₁₀ of 0.193-2.690 mg/m³ for roughly 1 hour. The CO concentration ranged from 9.6 to 18 ppm for a period of 1 hour, and its Threshold Limit Value - Time Weighted Average (TLV-TWA) was 10.76 ppm.

The results demonstrated that exposure to VOC's and particulate matter, were present in the workplace before and after completion of cleanup activities. The way of application of some cleaning products and their constitution somewhat potentiated the increase of the total VOC's. Some cleanup activities have the potential to increase the concentration of PM. The CO proved to be a relevant pollutant in the surroundings of the park.

Keywords: Volatile organic compounds, particulate matter, carbon monoxide, occupational exposure, cleaning cars, underground car parks.

Índice

| | |
|---|------|
| Agradecimentos..... | i |
| Resumo | ii |
| Abstract | iv |
| Índice..... | vi |
| Índice de Tabelas | ix |
| Índice de Equações | x |
| Índice de Figuras | xi |
| Lista de Abreviaturas | xiii |
| Introdução..... | 1 |
| Capítulo I. Enquadramento Teórico | 4 |
| 1 - Compostos Orgânicos Voláteis..... | 5 |
| 1.1 - Aspetos Gerais dos COV's..... | 5 |
| 1.2 - Fontes Emissoras | 7 |
| 1.3 - COV's totais | 8 |
| 1.4 - COV's como Indicadores de Deficiente Ventilação | 9 |
| 1.5 - Efeitos para a Saúde | 9 |
| 2 - Matéria Particulada | 12 |
| 2.1 - Aspetos Gerais | 12 |
| 2.2 - Fontes Emissoras | 16 |
| 2.3 - Efeitos para a Saúde | 16 |
| 3 - Limpeza Automóvel..... | 18 |
| 3.1 - Introdução..... | 18 |
| 3.2 - A Atividade de Limpeza | 19 |
| 3.3 - Composição dos Principais Agentes de Limpeza | 20 |
| 3.3.1 - Componentes ativos..... | 20 |
| 3.3.2 - Aditivos | 20 |
| 3.4 - Contaminação por Matéria Particulada..... | 21 |
| 3.4.1 Introdução..... | 21 |

| | |
|---|----|
| 3.4.2 - Papel da limpeza | 21 |
| 3.4.3 - Aspectos físicos | 21 |
| 3.4.4 - Aspectos químicos | 22 |
| 3.4.5 - Casos especiais | 22 |
| 3.4.6 - Medição de exposição ao pó, vapores e gases | 23 |
| 4 - Parques de Estacionamento Subterrâneo | 24 |
| 4.1 - Efeitos para a Saúde | 25 |
| 4.2 - Funcionamento do Motor a Combustão | 26 |
| 4.3 - Efeitos dos Combustíveis na Saúde | 28 |
| 4.3.1 - Carcinogenicidade | 29 |
| 4.3.2 - A matéria particulada de fuligem | 29 |
| 5 - Intervenção no âmbito da Saúde Ocupacional | 30 |
| 5.1 - Estudo das Situações de Trabalho | 30 |
| 5.2 - Estudo da Exposição Profissional | 35 |
| Capítulo II. Estudo Desenvolvido | 37 |
| 1 - Metodologia | 38 |
| 1.1 - Objetivo Geral de Investigação | 39 |
| 1.2 - Objetivos Específicos de Investigação | 39 |
| 1.3 - Questões de Investigação | 40 |
| 2 - Metodologias Adotadas na Avaliação Ambiental | 41 |
| 2.1 - Caracterização da População e Local de Amostragem | 41 |
| 2.2 - Métodos de Avaliação Ambiental | 43 |
| 2.3 - Medições | 45 |
| 2.3.1 - Captação de compostos orgânicos voláteis totais e Monóxido de Carbono | 48 |
| 2.3.2 - Captação de matéria particulada | 49 |
| 2.4 - Fluxograma de Atividades | 50 |
| 2.5 - Sequência das Atividades “In loco” | 51 |
| Atividade 1 | 51 |
| Atividade 2 | 54 |
| Atividade 3 | 57 |

| | |
|---|-----|
| 2.6 - Considerações de Natureza Ética..... | 58 |
| 3 - Apresentação dos Resultados | 59 |
| 3.1 - COV´s totais | 61 |
| 3.1.2 - Atividade 1 | 65 |
| 3.1.3 - Atividade 2..... | 67 |
| 3.1.4 - Atividade 3..... | 69 |
| 3.2 - Matéria Particulada | 70 |
| 3.2.1 - Concentração residual de matéria particulada | 72 |
| 3.2.2 - Atividade 1 | 74 |
| 3.2.3 - Atividade 2..... | 76 |
| 3.2.4 - A atividade 3..... | 79 |
| 4 - Discussão de Resultados..... | 81 |
| “Q1. Quais as atividades desenvolvidas na limpeza automóvel?” | 84 |
| “Q2. Quais as atividades que envolvem maior exposição a COV´s e matéria particulada?” | 85 |
| Q 2.1 - COV´s..... | 85 |
| Q 2.2 - Matéria Particulada | 95 |
| “Q3. Qual a influência da envolvente do parque de estacionamento na exposição aos poluentes em estudo?” | 106 |
| “Q4. Quais as possíveis de eliminação e/ou controlo possíveis de adotar?” | 109 |
| Q 4.1 - Substituição de materiais ou produtos utilizados | 110 |
| Q 4.2 - Substituição/mudança de processo ou práticas de trabalho..... | 111 |
| Q 4.3 - Substituição/Modificação de Processos e Equipamentos..... | 111 |
| Q 4.4 . Métodos Húmidos | 111 |
| Q 4.5 - Práticas de Trabalho Adequadas..... | 112 |
| 5 - Limitações..... | 113 |
| 6 - Propostas Para Estudos Futuros | 116 |
| Capítulo III. Conclusão | 119 |
| Conclusão | 120 |
| Referências Bibliográficas..... | 122 |

Índice de Tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Diferentes categorias de COV's (Moreira, 2010) | 6 |
| Tabela 2 - A mistura específica de 22 COV's utilizados em vários estudos de exposição controlada e os rácios de concentração utilizados (ECA, 1997)..... | 8 |
| Tabela 3 - Diferentes tipos de atividades desempenhadas na limpeza automóvel | 84 |

Índice de Equações

| | |
|--|----|
| Equação 1 - Fórmula de uma combustão ideal, x e y são índices para identificar os hidrocarbonetos combustíveis | 27 |
| Equação 2 - Fórmula de uma combustão real..... | 27 |
| Equação 3 - Fórmula da formação do ozono..... | 28 |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Distribuição dos tamanhos da matéria particulada em suspensão (Sendão, 2008) | 13 |
| Figura 2 - A deposição de matéria particulada no interior do aparelho respiratório humano. A ilustração indica a profundidade de deposição de matéria particulada de acordo com os seus diâmetros aerodinâmicos, quanto menor a matéria particulada, mais profunda é a sua penetração (Weitz, 2009) | 15 |
| Figura 3 – Exemplificação de procedimentos de limpeza automóvel | 42 |
| Figura 4 – Exemplo de um parque de estacionamento subterrâneo | 42 |
| Figura 5 – <i>Graywolf, Indoor Air IQ-610 Quality Probe</i> | 48 |
| Figura 6 - <i>Lighthouse, model 3016 IAQ</i> | 49 |
| Figura 7 - Fluxograma de Atividades..... | 50 |
| Figura 8 - Viatura na Box de Lavagem Exterior..... | 51 |
| Figura 9 - Aplicação do produto de limpeza de jantes..... | 52 |
| Figura 10 - Aplicação de Champô | 52 |
| Figura 11 - Enxaguar final | 53 |
| Figura 12 - Viatura na zona de limpeza interior | 54 |
| Figura 13 - Secagem entre as calhas das portas | 54 |
| Figura 14 - Humedecimento dos tapetes..... | 55 |
| Figura 15 - Escovagem de tapetes..... | 55 |
| Figura 16 - Aspiração de interiores..... | 56 |
| Figura 17 - Aplicação de produto de limpeza de interiores..... | 56 |
| Figura 18 - Remoção de sujidade residual nas jantes..... | 57 |
| Figura 19 - Resultado final no interior da viatura | 57 |
| Figura 20 - Resultado final no exterior da viatura | 58 |
| Figura 21 - Concentração de COV's totais no total da atividade..... | 62 |
| Figura 22 - Comparação da “Concentração de COV's totais no total da atividade” com a “Concentração residual de COV's”..... | 63 |
| Figura 23 - Concentração Residual de COV's | 64 |
| Figura 24 - “Atividade 1” e “Concentração Residual de COV's”..... | 65 |
| Figura 25 - “Atividade 2” e “Concentração Residual de COV's”..... | 67 |
| Figura 26 - “Atividade 3” e “Concentração Residual de COV's”..... | 69 |
| Figura 27 - Representação de diferentes dimensões de matéria particulada, no decorrer da atividade | 70 |
| Figura 28 - Representação da matéria particulada total, no decorrer da atividade | 71 |
| Figura 29 - Concentração residual de MP 0.5, 1.0 e 2.5 | 72 |
| Figura 30 - Concentração residual de MP 5, 10 e MP total | 73 |
| Figura 31 - Concentração da Atividade 1, das MP 0.5, 1.0 e 2.5 | 74 |

| | |
|--|-----|
| Figura 32 - Concentração da Atividade 1, das MP 5, 10 e MP total | 75 |
| Figura 33 - Concentração da Atividade 2, das MP 0.5, 1.0 e 2.5 | 77 |
| Figura 34 - Concentração da Atividade 2, das MP 5, 10 e MP total | 78 |
| Figura 35 - Concentração da Atividade 3, das MP 0.5, 1.0 e 2.5 | 79 |
| Figura 36 - Concentração da Atividade 3, das MP 5, 10 e MP total | 80 |
| Figura 37 - Média de COV´s totais presentes na Concentração Residual, Atividade 1,2 e 3 | 92 |
| Figura 38 - Concentrações médias das diferentes dimensões de matéria particulada para a “Concentração Residual”, Atividade 1,2 e 3 | 100 |
| Figura 39 - Comparação de Médias das diferentes dimensões de matéria particulada | 102 |
| Figura 40 - Representação da variação de CO durante a atividade..... | 106 |
| Figura 41 – Necessidades de investigação (Wolkoff et al., 1998) | 115 |
| Figura 42 – Postura Nº 1 | 117 |
| Figura 43 - Postura Nº 2 | 117 |
| Figura 44 - Postura Nº 3..... | 118 |
| Figura 45 - Postura Nº 4..... | 118 |

Lista de Abreviaturas

ACGIH - *American Conference of Industrial Hygienists*

CM - Concentração Máxima

COHb - Carboxiemoglobina

COV's - Compostos Orgânicos Voláteis

COV's totais - Compostos Orgânicos Voláteis totais

EHP - *Environmental Health Perspectives*

EPA - *United States Environment Protection Agency*

IARC - *International Agency for Research on Cancer*

mg/m³ - Miligramas de substância por metro cúbico de ar

NP - Norma Portuguesa

OIT - Organização Internacional do Trabalho

pH - Potencial de hidrogénio

PID - *Photo Ionization Detection*

MP – *Matéria Particulada*

ppm - Partes de vapor ou gás por milhão de partes de ar contaminado, por volume

PTN - Condições normais de temperatura e pressão

VLE - Valor Limite de Exposição

VLE – MP - (Valor limite de exposição – Média Ponderada)

WHO - *World Health Organization*

Introdução

Nos últimos anos houve um crescimento exponencial de parques de estacionamento subterrâneo e conseqüentemente de novas tipologias de negócio associadas a este tipo espaços, como as empresas de limpeza automóvel. O fenómeno emergente das atividades de limpeza automóvel realizadas em parques de estacionamento subterrâneo (PES) poderá levantar algumas questões referentes à saúde ocupacional dos trabalhadores destes tipos de serviços.

No que se referem às atividades desenvolvidas pelos trabalhadores de limpeza automóvel evidenciam-se especificamente a aspiração, lavagem exterior, limpeza de superfícies, em que se destacam alguns poluentes decorrentes, como os compostos orgânicos voláteis (COV's) e a matéria particulada (MP).

Os COV's são principalmente hidrocarbonetos resultantes das moléculas de combustível, que não foram ou foram apenas parcialmente queimadas e, ainda, dos produtos de limpeza aplicados. Adicionalmente, o facto de os COV's existirem em maiores concentrações em espaços interiores do que em espaços exteriores fez com que muitos cientistas tenham estudado as concentrações de COV's, bem como os seus níveis de emissão e suas conseqüências.

A matéria particulada é uma das principais fontes de poluentes em termos de efeitos para a saúde das pessoas e, de um modo geral, é produzida em todas as atividades que de alguma forma contribuem para a sua dispersão e movimentação. Quanto menor for a dimensão da matéria particulada inalável maior é a probabilidade de perturbação do sistema respiratório, e contribuição para o aparecimento de patologias no aparelho respiratório. Estudos epidemiológicos já desenvolvidos apontam para que a fração de matéria particulada designada por MP10 (matéria particulada com diâmetro aerodinâmico equivalente inferior a 10 μm) possa criar perturbações nos sistemas pulmonar e cardiovascular humano, podendo inclusive conduzir ao aumento das taxas de mortalidade e morbidade (Schwartz et al., 1996). A designação MP10 emergiu gradualmente como o processo de medição mais evidente e significativo, pelo facto de corresponder à fração de matéria particulada (fração torácica) que entra no trato respiratório através da boca/nariz, ou pelas vias aéreas superiores. Estudos mais recentes realçam a importância de

quantificar a matéria particulada mais fina e mais agressiva (fração respirável), que atinge facilmente as zonas não-ciliadas e alveolares dos pulmões (Chan et al., 2001). Daí o crescente interesse em frações de matéria particulada como MP2.5, MP1 e MP0.1 (i.e., matéria particulada com diâmetro aerodinâmico equivalente inferior a 2.5 µm, 1 µm e 0.1 µm, respetivamente).

Apesar de não decorrer diretamente da atividade de limpeza automóvel, o monóxido de carbono (CO) é um poluente preponderante na envolvente do parque de estacionamento subterrâneo. O CO é um gás tóxico, incolor, inodoro e insípido e a exposição individual a este poluente é muito diversa, dependendo do tipo de atividade desenvolvida pelo trabalhador, tempo de exposição, local onde se desenrola a atividade, sejam microambientes, como um PES, e a proximidade às suas fontes (Reinhold, 1992).

A importância do estudo da exposição ocupacional destes poluentes nos parques de estacionamento subterrâneos é motivada em grande parte, devido há existência de trabalhadores em permanência nestes locais e ao facto de poderem estar expostos a elevadas concentrações de contaminantes, acrescendo o facto de a sua atividade, a limpeza automóvel, também poder contribuir negativamente para a sua exposição. Nesta perspetiva a monitorização destes parâmetros permite avaliar a exposição dos profissionais de limpeza e verificar se estão de acordo com os padrões considerados aceitáveis, tendo em conta os valores de referência ou legislação específica, caso sejam aplicáveis.

Para a realização de um estudo sobre a exposição ocupacional referente a este tipo de contaminantes, apresenta-se como um desafio crucial em termos de segurança e higiene do trabalho, as suas componentes de recolha de informação, avaliação e minimização, direcionada neste caso específico para a exposição a agentes químicos. A extensa variedade de substâncias químicas resultantes dos processos industriais e dos seus agentes, é representada muitas vezes por diferentes atividades e condições de exposição, que em grande parte são influenciadas pela distância das fontes de emissão e parâmetros físicos como caudais de libertação, correntes de ar e variações meteorológicas. Contemplando esta variedade de fatores e dificuldades, as apreciações poderão ser desenvolvidas por motivos, objetivos e praticas variadas, onde é fundamental assegurar uma apreciação qualitativa.

Assim, face ao explanado anteriormente, considerou-se pertinente desenvolver um estudo de caso relacionado com a exposição ocupacional, que apresentasse como principal objetivo a caracterização da exposição a COV's e a matéria particulada dos trabalhadores de serviços de limpeza de automóvel, localizados em parques de estacionamento subterrâneo.

O referido “estudo de caso” combina a exploração e a descrição de fenómenos e características de uma população, identificando relações de dependência. Segundo Fortin (2009:171) o estudo de caso consiste *“numa investigação aprofundada de um indivíduo, de uma família, de um grupo de sujeitos ou de uma organização.”* O estudo em profundidade de um caso permite aumentar os conhecimentos, verificar teorias, testar novas hipóteses acerca de uma situação especial relativa a esse mesmo caso, ou ainda estudar o efeito de mudanças efetuadas no seio do fenómeno ou situação, permitindo assim obter informação detalhada sobre um novo fenómeno. O estudo de caso em questão deve considerar as atividades de limpeza automóvel realizadas num parque de estacionamento subterrâneo, contemplando o “Enquadramento da problemática da limpeza automóvel e dos parques de estacionamento subterrâneo”, a “Caraterização detalhada, observando diretamente a atividade de trabalho, identificando a exposição potencial, determinação das variáveis da situação de trabalho que podem influenciar a exposição e a apreciação das exposições” e a “Avaliação ambiental da contaminação por matéria particulada e COV's no decorrer de cada atividade”, com o objetivo de responder à questão de partida *“Qual a exposição a matéria particulada e compostos orgânicos voláteis dos trabalhadores de serviços de limpeza automóvel localizados em parques de estacionamento subterrâneos?”* do estudo em questão.

Capitulo I. Enquadramento Teórico

1 - Compostos Orgânicos Voláteis

1.1 - Aspectos Gerais dos COV's

Os compostos orgânicos voláteis (COV's) são compostos químicos orgânicos cuja composição torna possível a sua evaporação sob condições atmosféricas normais de temperatura e pressão. Esta é a definição geral de COV's que é usualmente utilizada na literatura científica, onde geralmente são definidos e classificados pelos seus pontos de ebulição pela *United States Environmental Protection Agency* (USEPA, 2012).

Considera-se assim os COV's, como todos os compostos que, à exceção do metano, contém carbono e hidrogênio, os quais possivelmente podem ser substituídos por outros átomos como o halogênio, oxigênio, enxofre, nitrogênio ou fósforo, excluindo-se óxidos de carbono e carbonatos. Estes compostos encontram-se no estado gasoso ou de vapor, dentro das condições normais de temperatura e pressão (PTN). Acrescenta-se ainda que todo o produto orgânico que tem pressão de vapor superior a 10 Pa nas (PTN), ou 0 °C e 105 Pa (1 atm) é considerado um COV (Jo Dewulf, 2002). Segundo a USEPA um COV é um composto orgânico com um ponto de ebulição inicial, inferior ou igual a 250 ° C, medida à pressão atmosférica normal de 101.3 kPa.

Como foi referido anteriormente os COV's são geralmente classificados pela facilidade com que são emitidos. Por exemplo, a *World Health Organization* (WHO) classificou os poluentes orgânicos interiores como muito voláteis, voláteis e semivoláteis. Quanto maior for a volatilidade, o que se traduz num menor o ponto de ebulição, o mais provável é que o composto seja emitido a partir de um produto ou de uma superfície para o ar. Compostos orgânicos muito voláteis (COMV) são tão voláteis que são difíceis de medir e apresentam-se maioritariamente como gases presentes no ar em vez de em materiais ou superfícies. Os compostos semivoláteis (COSV) encontrados no ar constituem uma fração muito menor, visto que a maioria estará presente em sólidos ou líquidos que os contêm ou então sobre superfícies, como mobílias e materiais de construção. Na tabela 1, estão representadas as diferentes categorias de COV's, definidas pela WHO tendo em conta o seu ponto de ebulição.

Tabela 1 - Diferentes categorias de COV's (Moreira, 2010)

| Categoria | Descrição | Abreviatura | Gama de ponto de ebulição (°C) |
|-----------|------------------------------------|-------------|--------------------------------|
| 1 | Compostos Orgânicos muito voláteis | COMV | 0 a 50-100 |
| 2 | Compostos orgânicos voláteis | COV | 50-100 a 240-260 |
| 3 | Compostos orgânicos semivoláteis | COSV | 240-260 a 380-400 |

Os COV's são majoritariamente encontrados no ar interior, levando a que nas últimas décadas tenham sido identificadas algumas centenas de substâncias químicas. Apesar de normalmente estas substâncias serem encontradas em concentrações muito baixas, elas constituem um risco para a saúde humana e algumas delas podem até causar cancro. A WHO classificou os COV's como uma das classes de poluentes mais importantes.

1.2 - Fontes Emissoras

Os níveis de poluentes resultantes de fontes individuais podem não oferecer um risco muito significativo para a saúde humana, se forem considerados separadamente das outras fontes de poluição. No entanto, em espaços interiores existe mais do que uma fonte de poluição. A libertação de diversos poluentes por parte das diferentes fontes de poluentes em simultâneo, torna-se perigosa para a saúde humana. Segundo a (USEPA, 2012), os níveis de poluição de diversas substâncias orgânicas podem ser 2 a 5 vezes maiores em ambientes fechados em comparação com o ambiente exterior. Os COV's detetáveis num espaço singular interior podem representar centenas de diferentes compostos orgânicos, o que torna a análise, avaliação de riscos e a definição de diretrizes para estes compostos como uma tarefa de extrema dificuldade. Presumivelmente a fonte de exposição e difusão de COV's mais preponderante é atribuída à utilização de combustíveis fósseis pelos veículos motorizados. Em espaços interiores os COV's emitidos pelos seres humanos são usualmente os álcoois e alcanos, mas também o ácido acético. Por sua vez, um grande número de materiais de construção, mobiliário e equipamentos utilizados em edifícios, uma infinidade de produtos de consumo para limpeza, manutenção e cosméticos emitem geralmente compostos como o formaldeído. As exposições pessoais a COV's estão relacionadas com os vários microambientes e são altamente dependentes das atividades desempenhadas (ECA, 1997) que envolvam substâncias químicas orgânicas que sejam amplamente utilizadas como constituintes em produtos domésticos e industriais. Estes produtos são maioritariamente constituídos por vários átomos de carbono e de hidrogénio.

Um dos compostos orgânicos mais comuns é a acetona, que está presente em tintas, revestimentos, acabamentos, solventes e outros. Os hidrocarbonetos alifáticos são constituintes de adesivos, gasolina, fontes de combustão e outros. Os Hidrocarbonetos aromáticos são resultantes de fontes de combustão, tintas, adesivos, gasolina, linóleo, revestimento de paredes e outros. Por seu lado os solventes clorados, compõem os artigos de limpeza, proteção de tapeçarias e carpetes, tintas, solvente de tintas e outros. Os terpenos estão presentes nos desodorizantes, agentes de limpeza, no fumo do cigarro, entre outros. Todos estes produtos podem libertar COV's. A maioria dos produtos de limpeza contém solventes, que se evaporam para o ar quando estes produtos são utilizados, um dos mais enumerados é o composto Iso-propanol. A maior parte destes produtos de limpeza contém fragrâncias, contudo é descrito que uma única fragrância presente num produto pode conter uma mistura de centenas de substâncias químicas, segundo a *Environmental Health Perspectives*.

1.3 - COV's totais

Os níveis de COV's podem causar variados efeitos adversos na saúde humana, mas para a maioria é impossível determinar até que ponto essas substâncias são nocivas, por falta de dados toxicológicos, então, o mais comum é fazer a determinação dos COV's totais e usar os valores obtidos como indicadores para efeitos na saúde humana (Godwin e Batterman, 2007). Embora não haja uma definição consensual para os COV's totais, esta unidade é frequentemente utilizada na literatura para descrever as exposições do ar interior e para estimar consequências para a saúde e os seus riscos. A sua justificativa é na sua maioria proveniente do trabalho de (Molhave et al., 1986; 1993; Otto et al., 1990), que estudou os efeitos para a saúde e conforto de uma mistura de 22 COV's, que estão ilustrados na tabela 2.

Tabela 2 - A mistura específica de 22 COV's utilizados em vários estudos de exposição controlada e os rácios de concentração utilizados (ECA, 1997)

| Compound | Ratio |
|------------------------|-------|
| n-Hexane | 1 |
| n-Nonane | 1 |
| n-Decane | 1 |
| n-Undecane | 0.1 |
| 1-Octane | 0.01 |
| 1-Decene | 1 |
| Cyclohexane | 0.1 |
| m-Xylene | 10 |
| Ethylbenzene | 1 |
| 1,2,4-Trimethylbenzene | 0.1 |
| n-Propylbenzene | 0.1 |
| α -Pinene | 1 |
| n-Pentanal | 0.1 |
| n-Hexanal | 1 |
| Iso-propanol | 0.1 |
| n-Butanol | 1 |
| 2-Butanone | 0.1 |
| 3-Methyl-3-butanone | 0.1 |
| 4-Methyl-2-pentanone | 0.1 |
| n-Butylacetate | 10 |
| Ethoxyethylacetate | 1 |
| 1,2-Dichloroethane | 1 |

1.4 - COV's como Indicadores de Deficiente Ventilação

A concentração de poluentes numa área é um equilíbrio entre a sua emissão no espaço e o ar que é retirado e fornecido pela ventilação. Se existirem altas concentrações de COV's num edifício, isto pode indicar que existem fontes interiores ou exteriores, ou, se este não for o caso, que a ventilação geral ou local é inadequada. No primeiro caso, devem ser tomadas medidas de controlo da origem. No segundo caso, se o controlo da origem não puder ser aplicado, a ventilação tem de ser melhorada. Nestes casos os COV's têm a mesma função como o dióxido de carbono (CO₂) para ocupação humana e podem ser usados para detetar a ineficiência da ventilação (ECA, 1997).

1.5 - Efeitos para a Saúde

A capacidade dos produtos químicos orgânicos de provocarem efeitos na saúde, difere grandemente dos que são altamente tóxicos, para aqueles que não têm efeitos conhecidos sobre a saúde. Tal como acontece com outros poluentes, os seus efeitos na saúde irão depender de muitos fatores, incluindo o nível de exposição e período de tempo de exposição (USEPA, 2012).

Como muitos COV's são conhecidos por terem efeitos adversos na saúde humana e no conforto a curto prazo e a longo prazo, são frequentemente determinados os casos em que os ocupantes dos edifícios relatam queixas sobre a má qualidade do ar. Na perspetiva de conforto, os COV's estão associados com a perceção dos odores. Com base em considerações teóricas e na experiência da saúde ocupacional, pode-se argumentar que uma concentração total, suficientemente elevada de qualquer mistura complexa de COV's é suscetível de provocar odores, bem como irritação sensorial entre a maioria das pessoas expostas.

Segundo o relatório "*Report Nº 19 -Total Volatile Organic Compounds (VOC) in Indoor Air Quality Investigations*" (ECA, 1997) proveniente da Comissão Europeia, os níveis aproximados de 0,3 mg/m³, podem provocar irritação e desconforto, podendo estes sintomas aparecerem em resposta à presença desses poluentes, combinados com condições inadequadas de conforto, como a temperatura e humidade. É importante salientar que um composto pode interagir com outro, criando um processo conhecido como sinergia, e fazer com que os efeitos na saúde dos

indivíduos sejam agravados, por outras palavras, a junção de dois gases pode apresentar um efeito pior do que a soma dos efeitos dos gases isolados. A qualidade do ar interior é relatada como desagradável em concentrações superiores a 8 mg/m³ com a necessidade de ventilação adicional ou de remoção das fontes de poluentes que se tornarem evidentes. Além disso, a irritação das mucosas é estatisticamente significativa apenas em concentrações de 8 mg/m³ ou para um período de exposição superior a 50 min (ECA, 1997).

A avaliação dos efeitos na saúde causados por misturas complexas de COV's é de difícil análise. De acordo com o conhecimento básico dos efeitos toxicológicos de poluentes, eles podem ser Aditivos (Efeito Mistura = Efeito A+ Efeito B+), Sinérgicos (Efeito Mistura > Efeito A + Efeito B +), e Antagónicos (Efeito Mistura < Efeito A + Efeito B +), ou mesmo independentes uns dos outros. Contudo a possível combinação com efeitos para a saúde humana são dificilmente previsíveis com base no conhecimento toxicológico atual (Berglund e Olsson, 1993).

A capacidade para executar de uma forma eficiente e eficaz as medições referentes à exposição a COV's, tem o potencial de melhorar o conhecimento dos seus efeitos na saúde sobre os indivíduos, melhorar a proteção da população, o impacto da qualidade dos cuidados de saúde pessoal, e ajudar a monitorizar e proteger o meio ambiente (Blasco et al., 2009; Byrne, 2006).

Muitas vezes os indivíduos apercebem-se da presença dos COV's pelos seus odores. Parecem ocorrer pequenas adaptações durante a exposição COV's (Gunnarsen, 1990). Alguns são cancerígenos para os humanos e animais, outros são irritantes e / ou odoríferos, e alguns são alérgicos. Pode haver uma associação entre os níveis reduzidos de COV's e um conjunto complexo de sintomas (Hodgson, 1994). A exposição aos produtos de combustão (óxidos de azoto, dióxido de enxofre, aerossóis ácidos, gases, matéria particulada) são uma causa importante que contribui para efeitos de irritação e de hipersensibilidade das vias respiratórias (Bakke et al., 1993).

Os principais sinais ou sintomas associados à exposição a COV's incluem a irritação conjuntival, desconforto no nariz e garganta, dor de cabeça, reações alérgicas na pele, perda de capacidade respiratória, vômitos, epistaxe, fadiga, tonturas, perda de coordenação, náuseas, danos nos rins, fígado e sistema nervoso central (USEPA, 2012).

Outros autores referem a exposição a COV's numa gama ampla de efeitos agudos e crónicos, tais como a irritação sensorial, perturbações do sistema nervoso, asma e cancro (Caprino et al., 1998). A EPA classifica alguns COV's (por exemplo, hexano, benzeno, tolueno, xilenos, 1.3-butadieno) como perigosos poluentes do ar (EPA, 2008). A IARC classifica o benzeno e o 1.3-butadieno, etilbenzeno, estireno, naftaleno como agentes possivelmente cancerígenos para os seres humanos (IARC, 2006). Portanto, há um reconhecimento internacional dos riscos potenciais para a saúde humana, que remete para a necessidade de ações no âmbito da avaliação da exposição da população em geral para minimização desses riscos. A determinação da exposição de um indivíduo é dependente dos padrões de atividade, o que se reflete no tempo gasto em diferentes microambientes (Harrison et al., 2002).

É importante observar que além das reações imediatas mais comuns do organismo humano, as reações alérgicas podem surgir em função de sensibilidades específicas a algumas substâncias, manifestadas por certos indivíduos. A sensibilidade específica a uma substância permite afirmar que para tal indivíduo não há limite de exposição, pois o efeito é qualitativo e não quantitativo, ou seja, qualquer quantidade pode ser crítica. Os efeitos de exposição de longo prazo no ser humano podem ser crónicos (Schupp et al., 2005; Molhave et al., 1997; Speijers et al., 1993).

Em suma pouco se sabe sobre os efeitos da exposição a baixos níveis de COV's (Berglund et al., 1992). Em geral, os tecidos que respondem são principalmente as membranas mucosas dos olhos, nariz e garganta, pele da face, pescoço e mãos, e as vias aéreas superiores e inferiores (Molhave, 1991). A maioria dos efeitos observados sob condições controladas parece ser de natureza aguda e parecem demonstrar adaptação (adaptação olfativa por exemplo). Alguns efeitos (por exemplo, dor de cabeça) são de natureza subaguda e tendem a aumentar em frequência e intensidade ao longo do tempo (Otto et al., 1990).

2 - Matéria Particulada

2.1 - Aspectos Gerais

É comum na literatura científica a matéria particulada (MP), ser designada mais concretamente *por Particulate matter* (PM) na literatura estrangeira, tratando-se de dois termos utilizados para a designação de uma mistura física e química de diversas substâncias presentes em suspensão no ar como sólidos ou sob a forma líquida (gotículas, aerossol) (WHO, 2000). A matéria particulada varia consideravelmente a sua origem, tamanho, forma, e nas propriedades químicas. A tecnologia existente não possibilita uma análise muito profunda que descreva todos os aspetos destas propriedades.

Assim, é comum a classificação da matéria particulada através das características aerodinâmicas que regulam o transporte e a remoção do ar, a deposição dentro do sistema respiratório, e pelo menos em parte, a composição química e as suas fontes (WHO, 2000). As características aerodinâmicas são geralmente resumidas pelo diâmetro aerodinâmico (Da), que consiste no diâmetro de uma partícula esférica com uma densidade de 1 g/cm^3 , que tem as mesmas propriedades de inércia e velocidade de sedimentação, que a partícula em questão (Wilson et al., 2002). Por outras palavras, o diâmetro aerodinâmico fornece um meio simples para categorizar os tamanhos da matéria particulada, com diferentes formas e densidades através de um parâmetro unidimensional.

A matéria particulada inalável (MPI), também denominada como matéria particulada torácica em alguma literatura, é aquela que possui um diâmetro aerodinâmico (D_a) menor que $10\ \mu\text{m}$ e é capaz de penetrar no sistema respiratório humano, podendo ser depositada desde as vias nasais até as partes mais profundas dos pulmões e, portanto, representa um risco para o desenvolvimento e a exacerbação de doenças respiratórias e cardiovasculares (WHO, 2006). As MPI (geralmente designadas de MP10) são usualmente subdivididas em MPI grossas e finas. O tamanho da matéria particulada é, assim, classificado nas seguintes categorias (Ciencewicki et al., 2007):

- **Matéria particulada Grossa** - diâmetro aerodinâmico no intervalo $2.5\text{-}10\ \mu\text{m}$ (MP10)
- **Matéria particulada Fina** - diâmetro aerodinâmico $< 2.5\ \mu\text{m}$ (MP2.5)
- **Matéria particulada Ultrafina** - diâmetro aerodinâmico $< 0.1\ \mu\text{m}$ (MP0.1)



Figura 1 - Distribuição dos tamanhos da matéria particulada em suspensão (Sendão, 2008)

A figura 1 permite uma confrontação da distribuição das diferentes dimensões da matéria particulada com alguns fatores de comparação.

A saúde ocupacional definiu algumas frações da matéria particulada, para uso na proteção da saúde humana. Este sistema classifica a matéria particulada de acordo com a sua entrada em várias frações do aparelho respiratório (WHO, 2000):

- **Matéria particulada Inalável**
- **Matéria particulada Torácica**
- **Matéria particulada Respirável**

Como foi referido anteriormente, a Matéria particulada Inalável é potencialmente perigosa quando se deposita em qualquer região do trato respiratório, a Matéria particulada Torácica por seu lado, é potencialmente perigosa quando se deposita na região dos canais pulmonares e na zona de trocas gasosas, finalmente, a Matéria particulada Respirável é um subgrupo de Matéria particulada torácica, que penetra nas partes mais profundas dos pulmões e é potencialmente perigosa quando se deposita na região de trocas gasosas (WHO, 2000).

Durante uma inalação de ar, pode entrar no sistema respiratório humano, matéria particulada com um diâmetro aerodinâmico equivalente a um valor tão elevado como 100 μm , no entanto, somente a matéria particulada, com diâmetro inferior a 5 μm , é que consegue alcançar os pulmões. No trato respiratório superior, a matéria particulada com diâmetro superior a 10 μm é filtrada através de pelos nasais, que formam o primeiro mecanismo de defesa, podendo ocorrer os espirros, desencadeado por matéria particulada de dimensões superiores que, devido ao seu tamanho, não consegue ir além das narinas, onde acaba por se depositar. Contudo a matéria particulada também pode ser retida na camada mucosa que cobre a cavidade nasal e a traqueia. A matéria particulada com diâmetro inferior a 5 μm pode chegar aos mecanismos de defesa do trato respiratório superior e penetrar nos pulmões. A gama representativa de 0.5 a 5 μm pode depositar-se nos bronquíolos, mas somente uma quantidade reduzida chega aos alvéolos. Essa matéria particulada é usualmente eliminada em poucas horas pelos cílios, estruturas finas em forma de pelos que cobrem as paredes dos brônquios e bronquíolos. O movimento contínuo ondulatório dos cílios tem um importante efeito de mover os mucos e a matéria particulada que está retida na faringe, donde pode ser eliminada mediante expectoração. A matéria particulada de diâmetro inferior a 0.5 μm pode chegar aos alvéolos (Stocker et al., 1981) e ficar retida, sendo posteriormente eliminada por fagocitose pelos macrófagos alveolares, sendo então removida via aparelho muco-ciliar ou sistema linfático (Braga et al., 2003). O tempo de residência mede-se em semanas, meses e anos. Assim, a matéria

particulada de menor tamanho é a que penetra mais profundamente nos pulmões e que permanece neles por mais tempo (Stocker et al., 1981), de uma maneira geral, esta penetração da matéria particulada nas vias respiratórias está representada na figura 2.

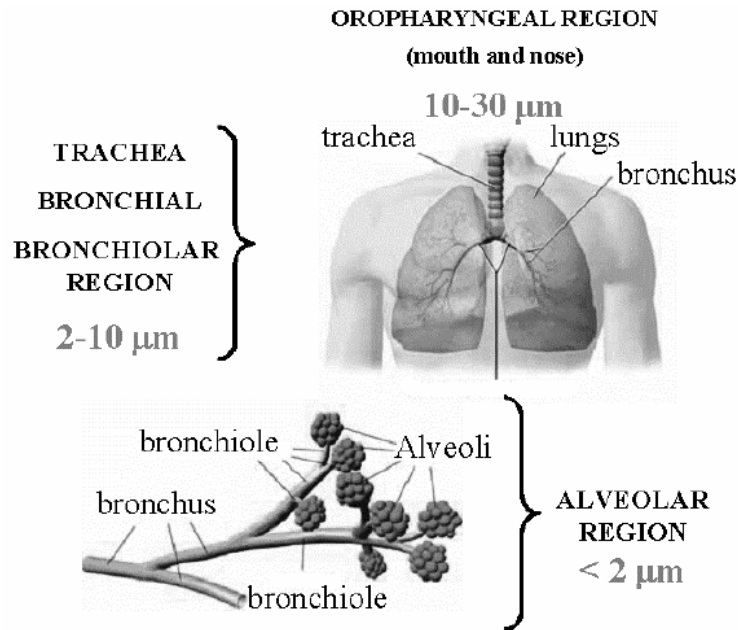


Figura 2 - A deposição de matéria particulada no interior do aparelho respiratório humano. A ilustração indica a profundidade de deposição de matéria particulada de acordo com os seus diâmetros aerodinâmicos, quanto menor a matéria particulada, mais profunda é a sua penetração (Weitz, 2009)

A matéria particulada que entra e permanece nos pulmões pode exercer um efeito tóxico de três maneiras distintas (Stocker et al., 1981):

- A matéria particulada de natureza inerte pode interferir com os mecanismos de limpeza do trato respiratório, impedindo ou atrasando a eliminação de outra matéria particulada nociva. As respostas fisiológicas observadas incluem uma diminuição nos movimentos ciliares, assim como do fluxo mucoso nas ramificações brônquicas.
- A matéria particulada pode transportar moléculas irritantes de gás, mediante adsorção ou absorção, e permanecer nas áreas mais sensíveis dos pulmões. O processo de fixação acontece quando uma molécula choca contra a superfície de uma matéria particulada e adere ou fixa.
- A matéria particulada pode ser intrinsecamente tóxica e, como resultado, afetar de maneira direta o corpo. Tal matéria particulada raramente se encontra no ar a concentrações elevadas. Muitas substâncias intrinsecamente tóxicas encontram-se presentes sob forma vestigial. A principal preocupação acerca destas substâncias está

relacionada com a possibilidade de as suas concentrações aumentarem até ultrapassar os níveis habituais.

2.2 - Fontes Emissoras

A matéria particulada Grossa resulta de combustões descontroladas, dispersão mecânica do solo ou outros materiais da crosta terrestre, que apresentam características básicas, contendo silício, titânio, alumínio, ferro, sódio, cloro, pólen, esporos e materiais biológicos (Braga et al., 2003). A matéria particulada Fina e Ultrafina é predominantemente originada pela combustão de combustíveis fósseis, especialmente de automóveis acionados por *diesel*, combustão de fontes estacionárias como incineradores e termoelétricas e de outras atividades industriais (Committee on Environmental Health, 2004).

As origens internas da matéria particulada são provenientes de diferentes fontes, como fontes de combustão (carvão, gás, madeira), atividades de cozinha, materiais de construção, tapetes, produtos para limpeza e manutenção, atividades de limpeza, aspiração, cuidados pessoais, passatempos, aquecimento central e sistemas de refrigeração. Entre estas fontes, o fumo do tabaco é considerado um dos maiores contribuintes para a matéria particulada respirável (WHO, 2000b)

2.3 - Efeitos para a Saúde

Os efeitos relacionados com a exposição a curto prazo, devido a picos de concentração, incluem reações inflamatórias das vias respiratórias, sintomas respiratórios, efeitos adversos no sistema cardiovascular, aumento de admissões hospitalares e aumento da mortalidade. A exposição de longo prazo a concentrações significativas de matéria particulada está associada a uma redução na capacidade respiratória, aumento de doenças pulmonares obstrutivas crônicas e redução da esperança média de vida devido à mortalidade, associada a complicações cardiorrespiratórias e cancro do pulmão (WHO, 2004a)

O impacto na saúde provocado pela exposição a MP10, no longo prazo, tem influência na função pulmonar e em síndromes crônicas respiratórias, principalmente em crianças (Horak et al., 2002; Janssen et al., 2003). Estimou-se que uma exposição a longo prazo de MP10 com uma concentração de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ provoque um aumento de 10% na probabilidade de se desenvolver sintomas de bronquite em adultos e em 31% em crianças (Kunzli et al., 2000). Foi

também demonstrado um efeito independente da fração grosseira na morbidade, medida em termos de admissões hospitalares, através de vários estudos epidemiológicos que dissociam o efeito da fração fina e grosseira. A fração grosseira tem igual ou maior correlação que a fração fina com doenças pulmonares obstrutivas crônicas, asma e admissões hospitalares por doenças respiratórias (Brunekreef et al., 2005). Existe uma relação entre a fração grosseira e o potencial para provocar bronco-constrição, sintomas em doentes asmáticos, uma vez que os brônquios são o local de deposição de matéria particulada com este diâmetro (WHO, 2004b). Estudos toxicológicos mostram ainda um maior potencial da fração grosseira para induzir resposta inflamatória relativamente à fração fina e à fração ultrafina, o que se deve provavelmente à presença de paredes celulares bacterianas, que contêm endotoxinas, na fração grosseira (Becker et al., 2003). Foi recentemente demonstrado, que as propriedades do material particulado, tais como a composição química, parecem contribuir significativamente para os efeitos de saúde adversos (Harrison et al., 2000).

3 - Limpeza Automóvel

3.1 - Introdução

A limpeza é uma atividade que envolve uma grande percentagem da força de trabalho mundial. Os produtos de limpeza são utilizados em grandes quantidades em todo o mundo (Wolkoff P, 1998) e têm-se tornado uma parte indispensável do nosso modo de vida atual. Eles são usados nas tarefas diárias na maioria dos locais de trabalho e habitações. Até hoje, poucos foram os estudos realizados sobre a avaliação quantitativa das exposições de limpeza no local de trabalho (Medina-Ramon et al., 2005; Vicent et al., 1993; Nazaroff, 2004). As avaliações de exposição quantitativas são necessárias para investigações de constituintes potencialmente responsáveis por sintomas respiratórios entre os trabalhadores de limpeza e para avaliar as relações de exposição-resposta (Rappaport et al., 2008). Foi recentemente elaborada uma revisão referente à problemática da asma e as atividades de limpeza, que enfatizou a necessidade de estudos quantitativos de avaliação da exposição (Zock et al., 2010).

Recentemente a atividade de limpeza foi identificada como um risco ocupacional devido ao aumento da incidência de asma e sintomas idênticos entre os trabalhadores de limpeza (Bello et al., 2009). Os resultados de diversas investigações epidemiológicas suportam a hipótese de que a exposição a produtos de limpeza está relacionada com o desenvolvimento e / ou exacerbação de sintomas respiratórios (Sanchez et al., 2001; Zock et al., 2002; Karjalainen et al., 2002; Medina-Ramon et al., 2003; Delclos et al., 2007).

Devido à falta de uma análise ocupacional sistemática e dos dados de exposição no local de trabalho, existe uma necessidade de uma avaliação sistemática dos constituintes dos produtos de limpeza e os seus riscos nos locais de trabalho (Bello et al., 2009). O potencial de exposição por inalação durante as atividades de limpeza é variável, pois a intensidade de COV's é mais elevada se existirem maiores concentrações de constituintes voláteis nos produtos de limpeza, acrescentando também a influencia que a pulverização destes mesmos produtos, possa apresentar na exposição a aerossóis e outros constituintes não-voláteis, usualmente encontrados. De uma forma geral, os trabalhadores que executam as atividades de limpeza são continuamente expostos a COV's e matéria particulada durante a jornada de trabalho (Wolkoff P, 1998).

3.2 - A Atividade de Limpeza

O ambiente interior é limpo com o principal objetivo de manter um nível aceitável de limpeza, para evitar a degradação de superfícies, controlar o risco potencial de infecção a partir de micro-organismos e para controlar a exposição a pó.

Um largo espectro de agentes de limpeza tem sido desenvolvidos com o objetivo de facilitar a remoção de sujidade e pó, para a desinfecção e manutenção de superfícies.

Durante a realização da sua atividade, com o objetivo de melhorar o ambiente interno dos ocupantes, os profissionais de limpeza estão potencialmente expostos a pó e a diversos agentes de limpeza. Os agentes de limpeza podem também contribuir para a contaminação do ambiente interior, após a limpeza. Assim, tanto os profissionais de limpeza como os ocupantes do espaço circundante são expostos às mesmas substâncias, mas com um peso diferente, que depende da emissão em função do tempo e da remoção de vapores, gases e poeiras.

O processo de limpeza pode ser considerado como o equivalente a um conjunto de reações químicas que causam a dissolução de depósitos de minerais ou sais inorgânicos, por exemplo, reações ácido-base. Os agentes de limpeza são, portanto, destinados a permitir e facilitar a remoção de contaminantes em superfícies e são agrupados em categorias de produtos diferentes de acordo com suas funções técnicas e finalidades de uso. Destacam-se duas categorias, os desinfetantes e produtos de cuidados de superfície. Os desinfetantes são definidos como produtos destinados a destruir ou inativar de forma irreversível certas infecções e outros micro-organismos, como bactérias, fungos patogénicos e vírus indesejáveis em superfícies ou objetos. Por seu lado os produtos para cuidados de superfície incluem aqueles que são utilizados para a limpeza e manutenção (Wolkoff P, 1998).

3.3 - Composição dos Principais Agentes de Limpeza

Os agentes de limpeza são tipicamente compostos por um ou mais componentes ativos, dependendo da função técnica do agente de limpeza, por aditivos e, geralmente, água. Alguns dos grupos principais de componentes ativos são apresentados nas seguintes seções.

3.3.1 - Componentes ativos

Os tensoativos (detergentes) são os principais componentes da maioria dos agentes de limpeza. Eles são geralmente classificados como aniônicos, catiónicos, não-iônicos ou tensoativos anfotéricos de acordo com a carga da parte hidrófila da molécula. A sua função é a de aumentar o efeito do agente de limpeza, reduzindo a tensão superficial da água. Os detergentes são considerados como responsáveis por uma série de problemas de pele, reportados pelos profissionais de limpeza resultante dos seus trabalhos de limpeza (Wolkoff P, 1998).

As substâncias ácidas e alcalinas têm um efeito de dissolução sobre o cálcio e substâncias gordas, respetivamente. Estas também aumentam e melhoram o efeito de outras substâncias através da regulação do pH da solução.

Os compostos alcalinos por seu lado inibem a corrosão de superfícies metálicas. Os mais comuns são o carbonato de sódio, carbonato de cálcio, hidróxido de potássio e de sódio. Alguns ácidos também atuam como desinfetantes.

3.3.2 - Aditivos

Os perfumes ou fragrâncias são utilizadas, quer para dar aos produtos um odor agradável ou para dissimular um odor desagradável. Eles não são essenciais para a função técnica do produto. Alguns dos perfumes ou fragrâncias utilizadas são alérgenos. Portanto, o risco de exposição dos profissionais de limpeza para estas substâncias é muitas vezes desnecessário.

Os conservantes inibem o crescimento microbiano durante o armazenamento e utilização de um produto e, assim, prolonga-lhe o seu tempo de vida, e muitas vezes cria problemas no ambiente de trabalho uma vez que muitos deles são sensibilizadores como por exemplo o formaldeído (Flyvholm, 1991; Flyvholm et al., 1993).

3.4 - Contaminação por Matéria Particulada

3.4.1 Introdução

Foram realizados estudos relacionados com a exposição de seres humanos a concentrações de pó numa câmara climática. Os resultados não são conclusivos, mas eles permitem indicar que a exposição ao pó pode provocar efeitos a longo prazo nos olhos e defeitos epiteliais nos pulmões (Hauschildt et al., 1996).

3.4.2 - Papel da limpeza

Existem algumas evidências de que a contaminação associada à matéria particulada afeta o bem-estar das pessoas no ambiente interior, mas muito poucas investigações científicas têm tentado demonstrar o efeito da atividade de limpeza sobre a ocorrência de sintomas (Sundell et al. 1994). Um estudo de (Franke et al., 1997) refere que a limpeza em profundidade reduz o teor relativo de esporos de fungos, bactérias, endotoxinas e COV's. Ao mesmo tempo, a concentração de pó, tanto em superfícies como no ar, é reduzida após esse tipo de limpeza. Além disso, (Kildesø et al., 1996b) descobriram que era possível reduzir o nível de pó nas superfícies alterando os métodos de limpeza.

3.4.3 - Aspectos físicos

A matéria particulada encontrada em espaços interiores tem origem em diferentes minerais, metais, têxteis, papel, fibras de isolamento, partículas de processos de combustão, incluindo o fumo do tabaco, material orgânico com origem em várias fontes biológicas, por exemplo alérgenos animais e pólen, e finalmente através de substâncias químicas com efeitos adversos à saúde.

O parâmetro-chave da matéria particulada, transportada no ar ou depositada sobre uma superfície, é o seu tamanho, que por seu lado determina a rapidez com que a matéria particulada assenta. A sua movimentação no ar e a probabilidade de ser depositada no sistema respiratório humano, em certa medida, depende da facilidade com que é novamente suspensa no ar a partir de uma superfície sobre a qual estava depositada.

A concentração de pó no ar interior é tipicamente medida como a massa total de matéria particulada com diâmetro inferior, por exemplo 10 µm ou 2.5 µm. Contudo, faz toda a diferença se a matéria particulada tem um diâmetro de 1 µm ou 10 µm. O número de matéria particulada aumenta por um fator de 1000, quando o diâmetro é reduzido de 10 para 1 µm, se a concentração de massa total for constante. Ao mesmo tempo, a área de superfície aumenta por um fator de 100 (Wolkoff P, 1998).

A forma de uma matéria particulada é também importante, especialmente no que diz respeito às fibras. As baixas concentrações de fibras minerais sintéticas presentes atualmente nos espaços interiores (Schneider et al., 1996b) não representam um risco de doenças pulmonares, contudo as fibras grossas podem causar irritação nos olhos e as fibras com diâmetro superior a 5 µm podem causar irritação da pele (WHO, 1988).

3.4.4 - Aspectos químicos

A matéria particulada proveniente das atividades de limpeza pode transportar COV's e assim, tornar a ressuspensão de pó depositado sobre a pele do trabalhador, criando assim uma via alternativa para a exposição a COV's (Clausen, 1994). Os COV's emitidos a partir de alguns agentes de limpeza podem ser adsorvidos noutros materiais, como por exemplo, materiais felpudos e matéria particulada de pó, que são novamente emitidos em fases posteriores, em função das condições climáticas.

3.4.5 - Casos especiais

Existem alguns artigos científicos que referem alguns sintomas associados à limpeza de tapetes (Kreiss et al., 1982; Robinson et al., 1983; Berlin et al., 1995) ou à mistura de produtos de limpeza (Gapany et al., 1982). A causa é provavelmente o excesso de uso ou a incorreta diluição do agente de limpeza.

3.4.6 - Medição de exposição ao pó, vapores e gases

É importante notar que a exposição ocupacional é geralmente mais elevada do que a exposição medida por equipamentos de medição estacionários porque a atividade do profissional de limpeza é o fator chave responsável na suspensão de matéria particulada, sendo sugerido um fator de 1,6 vezes superior (Clayton et al., 1993).

As atividades de limpeza geram pó (Clayton et al., 1993; Schneider et al., 1994c) incluindo a emissão que não é capturada pelo aspirador. No entanto, a contribuição para a carga total de pó no ar interior através do aspirador é pequena, em relação à ressuspensão provocada pelos profissionais de limpeza (Schneider et al., 1994c).

As substâncias suspensas no ar e que são resultantes da utilização de produtos de limpeza são difíceis de quantificar, devido ao facto de serem misturas complexas de constituintes com uma série de volatilidades e outras propriedades físico-químicas diferentes, exigindo consequentemente técnicas de medição diferenciadas (Bello et al., 2009; Wolkoff P, 1998). Um desafio adicional para estudos de exposição é identificar métodos que possam medir a exposição de curto prazo e de pico, que são importantes determinantes nos sintomas respiratórios (Brooks et al., 1998; Medina-Ramon et al., 2006).

4 - Parques de Estacionamento Subterrâneo

O crescimento da frota automóvel, do crescimento industrial e do ordenamento do território, são atualmente questões relevantes na maioria dos centros urbanos por todo o mundo. Eles não criam só uma quantidade de problemas na qualidade de ar interior e poluição sonora, mas também afetam a quantidade de lugares de estacionamento. Assim os PES tornaram-se uma solução a fim de otimizar a utilização do terreno e que deverá continuar a ser construída no futuro, tendo em conta também preocupações ambientais e estéticas.

O número cada vez maior de veículos faz com que mais pessoas utilizem os PES e, portanto, potenciem a sua exposição a poluentes do ar com origem na poluição automóvel. Além disso, trabalhadores como por exemplo os profissionais de limpeza automóvel podem passar o dia neste ambiente específico. Esta exposição ocupacional reforça a importância de avaliar os riscos associados à saúde dos trabalhadores.

Um parque de estacionamento subterrâneo (PES) é então definido como um estacionamento debaixo da terra perante a rua ou um espaço aberto, e corresponde à base de um edifício que inclui todos os pavimentos construídos abaixo do nível do solo (Burnett et al., 1997). Os parques de estacionamento subterrâneos (PES) são considerados como um microambiente em que existe uma exposição à poluição do ar proveniente de veículos motorizados, influenciada pela sua estrutura semifechada e pela intensidade da atividade dos veículos. Demonstrou-se que estas instalações podem tornar-se uma fonte de infiltração para os edifícios adjacentes (Graham et al, 2004; Mann et al, 2001). Um PES que seja construído sob grandes edifícios necessita de requisitos especiais de ventilação, pois a presença de uma ventilação natural apresenta-se como insuficiente. Na verdade, devido o seu *design* fechado e à falta de um bom sistema de ventilação, apresenta vários problemas, tais como as condições térmicas, qualidade do ar e outros. Assim, a ventilação mecânica é necessária para diluir ou remover os poluentes de escape gerados por veículos com motores em funcionamento (EPA, 1996). Devido à sua natureza fechada, os PES têm normalmente uma interação limitada com o ambiente exterior. Além disso, a atividade contínua de veículos motorizados nos PES influencia a emissão de um número de substâncias nocivas, tais como o monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), óxidos de azoto (NO_x), dióxido de enxofre (SO₂), COV's e matéria particulada (U.S. Department, 1970). Sabe-se que um dos contaminantes relevantes num PES, é o (CO), emitido a partir dos gases de escape provenientes dos motores de veículos, devido a uma combustão

incompleta. A emissão do CO é tipicamente de uma ordem de magnitude maior do que outros contaminantes, quando um carro está parado ou em movimento a uma velocidade baixa.

Se os gases perigosos continuarem a acumular-se ao nível do solo sem se adoptar nenhuma ação preventiva, estes gases poderão ser prejudiciais e afetar a saúde humana. Assim deverão tomar-se medidas de controlo referentes a gases nocivos (Tay, 2002). Inegavelmente, um bom sistema de ventilação será necessário para atenuar o problema acima mencionado. Um bom *layout* do projeto do PES pode minimizar a emissão dos veículos. Outra solução poderá passar pelo aumento do número de pontos de saída e entrada dos veículos. O fornecimento de sinalização adequada é também fundamental, pois a deficiente sinalização obriga os utilizadores a gastar mais tempo no parque de estacionamento, especialmente para aqueles que não estão familiarizados com os edifícios e, portanto, a emissão dos veículos também aumentará. Podem-se concluir três aspetos significativos num PES que são o *design* de estacionamento, sistema de ventilação e a duração dos ocupantes que ficam dentro do PES (Raha et al., 2007).

A importância do estudo da exposição ocupacional a poluentes nos PES deve-se há existência de trabalhadores em permanência nestes locais e ao facto destes poderem estar expostos a elevadas concentrações de poluentes. Este estudo centrou-se na limpeza automóvel através de uma identificação da exposição ocupacional a poluentes derivados do processo de combustão automóvel nos PES, especificamente o CO. Face ao exposto, torna-se importante referir que os agentes químicos são considerados como o principal fator de degradação do ar nestes locais, devido à maioritária produção e formação de poluentes pela combustão incompleta dos veículos automóveis (Nelson et al., 2006).

4.1 - Efeitos para a Saúde

A necessidade de avaliar o potencial de tráfego, nestes microambientes é justificada com base no aumento de evidências epidemiológicas implicando emissões de fontes móveis com graves efeitos para a saúde pública. Usando o volume de tráfego automóvel e a sua proximidade como um substituto para a exposição, os estudos encontraram associações entre as fontes móveis, efeitos agudos (Nicolai et al., 2003; Peters et al., 2005) e doenças crônicas (Lwebuga-Mukasa et al., 2004). A avaliação e compreensão da fonte de emissão torna-se um requisito fundamental para o desenvolvimento de estratégias de controlo eficazes.

A permanência em garagens aumenta a exposição a compostos emitidos pelo tráfego automóvel, mas não é fácil determinar qual a proporção do risco atribuível para cada poluente. Assim, com base em dados atuais o CO, NO₂, e o benzeno são considerados como os poluentes mais relevantes, especialmente para a saúde dos trabalhadores, enquadrando-se assim num grupo de risco. Numa perspectiva preventiva, a WHO propôs concentrações de referência no ar para o CO (WHO, 2000a), para diferentes durações de exposição (15 min, 30 min, 1 h, 8 h) para evitar ultrapassar 2,5% de carboxiemoglobina nos seres humanos.

4.2 - Funcionamento do Motor a Combustão

O processo de combustão do motor automóvel não é perfeito e, por diversas razões, a referida combustão é incompleta, originando a formação de CO, CO₂, NO_x, SO₂, COV's e matéria particulada (Nelson et al., 2006). O tipo e a quantidade de poluentes emitidos pelos veículos a motor dependem das características dos combustíveis e são influenciados por diversos parâmetros, entre os quais, o tipo e características do motor, a velocidade do motor, o modo de condução, a temperatura ambiente, manutenção do veículo e a idade do veículo.

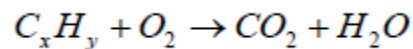
Os estudos de (Godish, 1997; Sharma et al., 2001) indicam que a capacidade poluente dos automóveis é a maior de entre outras quaisquer atividades desenvolvidas pelo homem. A queima do combustível pelos motores dos veículos liberta diversos gases e matéria particulada. Nas grandes cidades, além de existir uma grande quantidade de veículos, existem também congestionamentos de tráfego constantes, a frota de veículos é responsável por cerca de 72% do total de gases tóxicos lançados, provocando um grande risco para a vida humana, animal e ao meio ambiente.

A intensidade da poluição que um determinado veículo pode provocar, depende da qualidade do combustível utilizado e do seu motor. Os motores são usualmente classificados como motores do ciclo Otto ou motores do ciclo Diesel (Dutra, 2007). No motor de ciclo Otto (gasolina) a mistura de ar e combustível entra na câmara de combustão do motor, é comprimida e inflamada por uma faísca da vela. Nos motores de ciclo Diesel o cilindro é alimentado com ar que é comprimido a altas taxas, o *diesel* é então injetado e entra em combustão devido à alta temperatura do ar na câmara. Em ambos os ciclos os gases produzidos expandem-se, realizando trabalho e, em seguida, são eliminados pelo escape, completando um ciclo que se repete.

Segundo (Martins, 2006) os motores Diesel e Otto emitem poluentes em comum, embora em quantidades bem distintas. Os motores do ciclo Otto emitem (CO) e Hidrocarbonetos (HC's) em quantidades muito maiores do que os motores do ciclo Diesel. Esses, por sua vez, emitem Óxidos de Nitrogênio (NOx) e matéria particulada em quantidades muito maiores do que os motores do ciclo Otto.

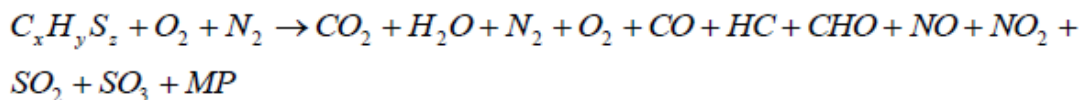
A matéria particulada é libertada pelo tubo de escape do veículo em três situações distintas: enquanto o veículo está na iminência de se movimentar (arranque), durante o seu movimento ou quando está imóvel, mas em funcionamento. A maior quantidade de matéria particulada é libertada quando o veículo está na iminência de movimento. O atrito dos pneus com o asfalto também libertam uma grande quantidade de matéria particulada para a atmosfera, cerca de 0,07 g/km (Silva, 2007).

Numa combustão ideal, o oxigênio (O) do ar deveria converter todo o hidrogênio (H) presente no combustível em água, e todo o carbono (C) em dióxido de carbono (CO₂):



Equação 1 - Fórmula de uma combustão ideal, x e y são índices para identificar os hidrocarbonetos combustíveis

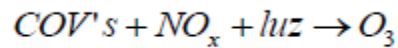
Mas nas combustões real, o que realmente acontece é que os gases constituintes do ar e outras substâncias presentes no combustível, como o enxofre (S), participam da reação:



Equação 2 - Fórmula de uma combustão real

A equação representa as reações para os motores do ciclo Otto e para os motores do ciclo *diesel*. Os produtos da combustão incompleta constituem os poluentes primários das emissões dos veículos: Monóxido de Carbono (CO), Hidrocarbonetos (HC), Óxidos de Nitrogênio (NO e NO₂), Óxidos de Enxofre (SO₂ e SO₃), Matéria Particulada (MP) e Aldeído (CHO). Dos produtos da combustão incompleta ainda temos a formação de outro poluente, o Ozono (O₃),

que se forma pela reação fotoquímica entre os Óxidos de Nitrogênio e os Compostos Orgânicos Voláteis (COV's), que são um tipo de Hidrocarboneto:



Equação 3 - Fórmula da formação do ozono

4.3 - Efeitos dos Combustíveis na Saúde

Um estudo estima que 3 milhões de trabalhadores foram expostos ao *diesel* nos 15 países da União Europeia entre 1990-1993 (Kauppinen, et al., 2000). O risco de cancro do pulmão tem-se mostrado superior nos trabalhadores expostos a fumos provenientes de fontes fósseis. (Bouchardy et al. 2002). Os estudos epidemiológicos referentes a ambientes de trabalho em que são utilizados equipamentos *diesel*, demonstraram que a taxa de cancro do pulmão aumenta entre 20 a 40% (Cohen et al., 1995). A avaliação e caracterização da exposição ao *diesel* é dificultada porque a sua composição química é afetada por mudanças na tecnologia dos motores e a composição do combustível ao longo do tempo (EPA, 2002). Primordialmente denota-se o odor juntamente com a visibilidade de fumo, que vem do tubo de escape, e o seu odor típico é o sinal de aviso mais importante para a exposição ao *diesel*. É descrita também que a irritação dos olhos pode ser um dos indicadores mais sensíveis da exposição ao *diesel* (Gamble et al 1987). Os efeitos da exposição ao *diesel* para a saúde incluem sintomas na garganta, olhos e irritação dos brônquios, tosse, catarro, e os sintomas neurofisiológicos (Lloyd et al., 2001). Além disso, o *diesel* é considerado como um possível carcinogénico humano pela International Agency for Research on Cancer (IARC, 1989).

4.3.1 - Carcinogenicidade

Os estudos recentes relatam um aumento da incidência de cancro do pulmão entre algumas categorias de trabalho, exemplificando os trabalhadores de garagens (Gustavsson et al., 1990). Os trabalhadores dos PES formam um grupo potencialmente exposto a produtos derivados da combustão de combustíveis e são potencialmente expostos a inalar gases de escape *diesel*.

Desde 1985 que a carcinogenicidade potencial do *diesel* foi confirmada em vários estudos, através de estudos em animais (Mauderly et al 1986, 1987; Brightwell et al 1986; Ishinishi et al 1986), o efeito cancerígeno aparentemente observado em animais que inalaram gases de escape diesel, está possivelmente associado com a presença de elevadas concentrações de matéria particulada proveniente da fuligem do *diesel*, sobrecarregando o tecido pulmonar. No mesmo período surgiram relatórios de estudos epidemiológicos que sugeriram um aumento do risco de cancro de pulmão entre as pessoas expostas a *diesel*. Diversos compostos químicos presentes no escape dos motores *diesel*, têm demonstrado propriedades mutagénicas numa variedade de ensaios a curto prazo (IARC, 1989).

4.3.2 - A matéria particulada de fuligem

Devido ao seu diâmetro aerodinâmico de 0.1-0.3 μm , a matéria particulada resultante das emissões *diesel* é facilmente inalada e depositada nas partes não-ciliadas do pulmão. Existe um modelo matemático que descreve o processo de deposição nos pulmões dos seres humanos, e indica que 7% a 13% da matéria particulada com diâmetro inferior a 2 μm seja depositada na região alveolar dos pulmões (Xu et al., 1987). A presença de matéria particulada nos pulmões induz uma resposta inflamatória (Lewis et al., 1989) e um aumento da taxa de multiplicação celular (Heinrich et al., 1982; Iwai et al., 1986). Estes efeitos ocorrem em níveis elevados de matéria particulada depois de uma exposição prolongada (> 12 meses) a matéria particulada de escape *diesel*, que se apresenta com um processo que se julga ter um papel importante no processo de carcinogenicidade.

5 - Intervenção no âmbito da Saúde Ocupacional

A exposição ocupacional a matéria particulada e COV's introduz alguns riscos para a saúde dos trabalhadores que estejam expostos a estes poluentes. O Comité Misto da OIT/WHO (1950) refere que a Saúde Ocupacional deve orientar-se para a promoção e a manutenção do maior bem-estar físico, mental e social dos trabalhadores de todas as profissões, para a prevenção das doenças relacionadas com as condições de trabalho e para a proteção dos trabalhadores dos riscos profissionais. A Saúde Ocupacional tem como objetivo a manutenção de um ambiente de trabalho saudável, adaptado às capacidades físicas e psicológicas dos trabalhadores, e que promova um ambiente seguro e satisfatoriamente confortável para trabalhadores saudáveis, ativos e produtivos, sem doenças naturais ou ocupacionais, garantindo a aptidão e motivação para o exercício da sua atividade profissional, com uma envolvente laboral que englobe a saúde e segurança como aliados na qualidade da produção, a sua utilidade social e o seu impacto na saúde e qualidade de vida dos trabalhadores. Nesta perspetiva, apresentam-se como requisitos fundamentais, o estudo das situações de trabalho e da exposição profissional, na prossecução de alguns dos requisitos acima enumerados.

5.1 - Estudo das Situações de Trabalho

As situações de trabalho desenvolvem-se tendo por base central o Homem, e a Análise (global) do Trabalho, numa perspetiva ergonómica, constitui um instrumento essencial à compreensão dos fenómenos que caracterizam o risco de exposição a fatores adversos para a saúde e segurança dos trabalhadores numa situação real de trabalho (Prista, 1987).

A intervenção ergonómica apresenta-se como uma maneira de melhorar o conhecimento da atividade real de trabalho, residindo aí o seu contributo específico sobre diferentes aspetos das condições de trabalho (Duraffourg 1985), pretendendo dar ênfase ao objetivo central de uma dada situação de trabalho, que é conhecê-la detalhadamente, dentro da sua realidade específica.

Uma situação de trabalho é uma realidade complexa que necessita de uma definição da estratégia de atuação, que compreenda o objetivo final da abordagem, ou seja, “Quem faz o quê e especialmente como”, nesta perspetiva, a **atividade do operador**, apresenta-se como

ponto de referência em todo o processo de análise da situação laboral, com diferentes componentes preceptivas, mentais, sensoriomotoras, entre outras, da atividade concreta posta efetivamente em prática pelo trabalhador, ou seja, aquilo que ele faz e o modo como, na realidade o faz, com vista à realização das atividades. Assim é fundamental proceder à sua correta descrição mediante o recurso aos métodos e técnicas mais adequadas a cada caso concreto (Leplat, 1980).

Numa situação de trabalho deve-se inicialmente considerar uma **fase de análise**, onde se clarificam as razões que determinam a definição do seu estudo, questionando a razão do pedido de uma intervenção sobre uma situação de trabalho e a origem desse pedido. A base da análise deverá ser esclarecida, com o objetivo de se identificarem e ultrapassarem os obstáculos à conclusão eficaz da intervenção, que caso não seja bem clarificada, pode não trazer qualquer resposta à motivação que a desencadeou. Assim a intervenção ergonómica deve conduzir a alguma melhoria, contemplando que os aspetos envolvidos e as propostas de solução deverão ter vários níveis de interesse (Prista, 1987).

A **análise das condições de trabalho** centra-se na atividade e a sua perceção, depende da análise dos seus condicionantes, pressupondo uma análise objetiva e profunda dos vários fatores humanos, ambientais, técnicos e organizacionais, englobando a descrição das condições de trabalho. Após ser conhecido o objeto de estudo importa circunscrevê-lo, enquadrá-lo e defini-lo com uma caracterização rigorosa dos aspetos do sistema que interessam e assim estabelecer prioridades. A análise da situação de trabalho, pretende-se exaustiva mas não universal, assim importa escolher os aspetos do sistema de trabalho que são relevantes e assim estabelecer prioridades (Prista, 1987). A descrição das condições de trabalho é fundamental nesta perspetiva, visto que contempla a recolha de informação necessária que permite caracterizar os vários componentes do sistema, inicialmente sob ponto de vista estrutural e posteriormente de uma perspetiva dinâmica. Assim as **condições de trabalho** são sistematizadas em seis grandes grupos (Guérin, 1985):

- *Dispositivo técnico (Máquina) com as suas características;*
- *O meio ambiente físico contemplando o ruído, vibrações, iluminação, entre outros;*
- *A organização do trabalho que nos reporta a modalidades e regras impostas à execução individual do trabalho, como sendo os objetivos e normas de produção, cadências, modos operatórios prescritos, abrangendo um conjunto de fatores que influenciam a saúde dos trabalhadores;*

- *As características individuais dos trabalhadores como sexo, idade, condição física e psíquica, estado de saúde;*
- *O contexto social do individuo, constituídos por fatores com repercussão imediata na situação de trabalho;*

A reunião deste tipo de informação pode ser realizada através de uma observação simples, incrementada com entrevistas aos intervenientes do processo, ou ainda com recurso a documentos existentes sobre o tema. No final deverá poder-se identificar as exigências determinadas sobre o operador, mediante uma situação concreta de trabalho sob a perspectiva física, mental, ambiental, sensorial e como responde às exigências que lhe são apresentadas.

A **análise da atividade** irá analisar o trabalho nas suas múltiplas características, mas sobretudo como o trabalhador o executa, através de observações, verbalizações e simulações (Montmollin, 1986). As observações podem ser designadas como simples ou assistidas, e são obtidas com recurso à observação direta da atividade desempenhada pelo trabalhador, constituindo um método indispensável ao estudo da situação de trabalho, distinguindo gestos, deslocações, posturas, cadências de intervenção, entre outros. Nesta fase será fulcral haver um foco especial no que realmente é pertinente de registo na análise da atividade, evitando registos de tudo o que é observável. A análise da atividade também é possível por meio de verbalizações, visto que nem todas as componentes de trabalho são observáveis, designadamente as atividades cognitivas. Para interpretar estes fatores não basta descrever a atividade, mas sim, interpretá-la e conhecer o seu significado, identificando os processos que originam o modo de resposta do trabalhador das componentes observáveis e não observáveis. As simulações apresentam-se pertinentes quando a situação de trabalho não pode ser observada diretamente, assim reconstrói-se a situação, na medida em que se poderá revelar um fundamental meio de verificação da atividade (Prista, 1987).

Toda a atividade tem consequências para o trabalhador e para o sistema de trabalho em que está enquadrado. Se o objetivo da intervenção ergonómica for o de conhecer e melhorar a situação de trabalho, importa estudar as consequências sobre o operador, com o objetivo de promoção da saúde dos trabalhadores apreciando e valorizando os indicadores dos mesmos, como a carga de trabalho físico e mental, repercussões sobre a saúde, segurança e satisfação (Prista, 1987). A abordagem da situação de trabalho deve ser de carácter global, de forma a contemplar todas as variáveis em causa, sem rejeitar ou sobrevalorizar as variáveis em causa, excluindo posteriormente aquelas que não são determinantes para a situação concreta em estudo.

Numa abordagem mais recente (Serranheira, 2009) define que a análise do trabalho permite evidenciar o conjunto de elementos que interagem entre si na situação de trabalho, com intuito de identificar e minimizar os desconfortos sofridos pelos trabalhadores a fim de tornar seu trabalho mais digno e sua vida mais saudável. Esses elementos consistem nas condicionantes do trabalho, na atividade de trabalho e nos resultados:

- **As condicionantes do trabalho** (onde se incluem o ambiente de trabalho e os diversos fatores de risco ambientais de natureza física, química e biológica; o dispositivo técnico, incluindo designadamente as máquinas e ferramentas, instalações, matérias-primas; as condições organizacionais, incluindo múltiplos elementos como os objetivos do trabalho e os horários de trabalho, as normas e regras que afetam o desenvolvimento do trabalho, bem como os sistemas hierárquicos vigentes ou os graus de autonomia em causa; e as características individuais dos trabalhadores que possam interessar ao âmbito da análise em causa, independentemente da natureza biológica, psicológica ou social (idade, sexo, características antropométricas, formação profissional, capacidade física individual, patologias,...), psicológico, social e a existência de patologias prévias;
- **A atividade de trabalho**, ou seja, a resposta do trabalhador às solicitações que lhe foram apresentadas (meios de trabalho disponíveis e objetivos de produção), nas condições proporcionadas e às quais deve responder (cognitiva e fisicamente) para atingir os objetivos prescritos;
- **Os resultados** ou efeitos da atividade sobre o trabalhador (na sua saúde, segurança e conforto) e sobre o sistema produtivo (por exemplo, quantidade e qualidade da produção).

A Análise do Trabalho permite confrontar o trabalho prescrito com a atividade real nos seus respetivos momentos (Serranheira, 2009):

- **Análise da tarefa** - identificação de funções no posto de trabalho objeto de estudo, incluindo a identificação das condicionantes externas (condições de trabalho) e internas do trabalho (características do trabalhador), a descrição do local de trabalho e das funções prescritas, assim como a identificação das exigências, em termos de produtividade e de tempo;
- **Análise da atividade real de trabalho - (i) análise da componente visível** - o como (por local e por função), onde se inclui a descrição postural observada, a descrição de deslocamentos e a sequência de movimentos/gestos efetuados, a avaliação dos

momentos de aplicação de força e do tipo de trabalho físico existente; (ii) análise da componente cognitiva do trabalho por função - o porquê face às múltiplas opções e possibilidades (componente invisível e extremamente importante na análise, conceção e avaliação de sistemas complexos), incluindo a análise do processo de identificação (por exemplo, direção do olhar) e tratamento da informação, a análise do processo decisional para a ação e o controlo dessa ação.

A Análise (ergonómica) do Trabalho em conjunto com a avaliação do risco (precedendo-a) permite identificar pela confrontação entre tarefa e atividade, entre outros, os disfuncionamentos da organização e prever ou antecipar, por exemplo, aspetos de insegurança, de risco para a saúde dos trabalhadores e para o sistema. Concretamente a Análise do Trabalho é fundamental para se obter o "**diagnóstico da situação real de trabalho**" e passar às etapas seguintes de gestão do risco ou de prevenção e de promoção da saúde dos trabalhadores nos locais de trabalho. Apenas a **análise da atividade real de trabalho** (etapa fulcral e original da análise ergonómica do trabalho), em oposição às demais análises do trabalho, permite constatar as dificuldades concretas do trabalhador, a perceção das exigências colocadas e as estratégias adotadas para a concretização do trabalho (componente cognitiva, criativa e decisional que o trabalho determina a todo o momento e em todas as situações).

A análise do trabalho, veio permitir o estudo, a análise e o conhecimento do Homem nas situações reais de trabalho, traduzindo-se num substantivo contributo face a uma crescente variedade, variabilidade e carácter evolutivo, quer do trabalho e dos sistemas de trabalho, quer do trabalhador. O estudo das situações de trabalho numa perspetiva geral é uma forma extremamente enriquecedora na abordagem à realidade do trabalho, tendo em vista a proteção da saúde dos trabalhadores de um modo eficaz (Faria, 1987).

5.2 - Estudo da Exposição Profissional

Num estudo relacionado com exposição profissional é fundamental proceder a uma observação inicial, de modo a serem identificados alguns aspetos importantes, como os processos de trabalho, o posicionamento dos trabalhadores relativamente às fontes emissoras do contaminante químico, as tarefas a concretizar e a atividade desenvolvida em cada posto de trabalho, o número de trabalhadores envolvidos entre outras. São informações pertinentes e que importam considerar para definir a estratégia a adotar na realização das medições ambientais com vista à caracterização da exposição profissional a um agente químico (Occupational Safety and Health Administration, 2008). Desenvolve-se então o conceito de exposição profissional que se encontra intimamente relacionado com o conceito de dose de exposição, isto é, a quantidade de um agente profissional que atinge um trabalhador exposto (ILO, 2004) que remete para o aprofundar de estudos sobre os efeitos negativos dos fatores (profissionais) de risco para a saúde e segurança e a consequente necessidade de uma abordagem de natureza preventiva.

Segundo a Norma Portuguesa NP 689:2007 (*Instituto Português da Qualidade, 2007*) o padrão de trabalho e o local de trabalho em estudo têm de ser descritos na apreciação da exposição profissional através do desenvolvimento de três fases, que são a **identificação da exposição potencial (lista de substâncias), a determinação dos fatores do local de trabalho e a apreciação das exposições.**

A preparação de uma lista de todos os agentes químicos presentes no local de trabalho em estudo é um primeiro passo essencial na identificação do potencial para exposições perigosas. A lista inclui matérias-primas, impurezas, produtos intermédios, produtos finais, produtos de reação e produtos secundários.

A melhor estimativa da exposição profissional individual é alcançada através de várias amostras colhidas na zona respiratória dos trabalhadores durante todo o período de trabalho. A distribuição do tempo de medição deve ser estabelecida de modo a que cubra a maioria das atividades em existam menos informação relativa às exposições prováveis (U.S. Environmental Protection Agency, 1992). Quando for possível identificar claramente as atividades em que ocorrem as exposições mais elevadas devido à proximidade à fonte emissora, condições de

ventilação, movimentação e modos operatórios dos trabalhadores, os períodos de medição podem ser selecionados contendo essas atividades, sendo esta abordagem designada como a medição do caso mais desfavorável (Sadhra et al., 1999, Sadhra, 2005; Kromhout, 2002).

Para a determinação dos fatores do local de trabalho, os processos e procedimentos de trabalho, são avaliados para determinar o potencial para a exposição a agentes químicos através de uma revisão detalhada de atividades, padrões de trabalho e técnicas, processos de produção, configuração do local de trabalho, medidas de segurança e procedimentos, sistemas de ventilação e outras formas de controlo de engenharia, fontes de emissão, tempos de exposição e carga de trabalho.

Com o objetivo de se obter uma apreciação da exposição profissional existe a necessidade de integrar a identificação das exposições potenciais, os fatores do local de trabalho e as respetivas interligações, através de uma abordagem estruturada e pode ser conduzida em três estádios, ou seja, a análise inicial, estudo preliminar e o estudo detalhado. A Norma Portuguesa NP 689:2007 (*Instituto Português da Qualidade, 2007*) produz uma consideração sobre a possibilidade da exposição para as variáveis que afetam as concentrações dos agentes químicos no ar nas proximidades de um trabalhador por fatores como:

- *Número de fontes a partir das quais os agentes são libertados;*
- *Volume de produção em relação à capacidade instalada;*
- *Taxas de libertação a partir de cada fonte;*
- *Tipo e localização de cada fonte;*
- *Dispersão dos agentes pela movimentação do ar;*
- *Tipo e eficácia dos sistemas de ventilação e exaustão.*

Capitulo II. Estudio Desenvolvido

1 - Metodologia

O estudo desenvolvido centrou-se num estudo de caso relacionado com a exposição profissional a COV's e matéria particulada, existentes na limpeza automóvel presente nos parques de estacionamento subterrâneo.

O processo de investigação comportou as três fases principais consideradas por Fortin (2003): a fase conceptual, a fase metodológica e a fase empírica. A fase inicial deste trabalho de investigação consiste em encontrar um domínio de investigação de interesse. É na fase conceptual que "(...) o investigador elabora conceitos, formula ideias e recolhe a documentação sobre um tema preciso, com vista a chegar a uma conceção clara do problema" (Fortin, 2009, p.49). Assim sendo, procedeu-se à delimitação dos objetivos gerais, específicos e as questões de investigação, efetuando-se uma revisão da literatura existente, definindo-se também a população abrangida.

A fase metodológica consiste em definir os meios de realizar a investigação". É no decurso desta que, "(...) o investigador determina a sua maneira de proceder para obter as respostas às questões de investigação ou verificar as hipóteses." (Fortin, 2009, p.53). Foi nesta fase que o investigador dirigiu a sua atenção para o desenho de investigação, a escolha da população e amostra, bem como para os métodos de medida e de colheita de dados.

A fase empírica consiste na colheita de dados, na sua organização e posteriormente na sua análise estatística (Fortin, 2009). Assim realizou-se a recolha de dados no terreno segundo os métodos definidos, procedeu-se à organização e tratamento estatístico dos dados, sua interpretação e discussão, de forma a responder às questões de investigação previamente formuladas. O investigador pretendeu nesta fase apresentar a análise dos dados e considerar em pormenor os resultados obtidos, destacando o essencial (Fortin, 2009). Os dados são apresentados por meio de gráficos. Nesta etapa, teve-se em consideração os conhecimentos e referências bibliográficas, encontradas ao longo da investigação. Esta discussão foi elaborada com os resultados que se consideraram mais pertinentes com o intuito de verificar os objetivos propostos para o estudo.

O estudo delineado pode considerar-se um estudo de caso, que segundo Fortin (2009:171) consiste "*numa investigação aprofundada de um indivíduo, de uma família, de um grupo de*

sujeitos ou de uma organização”. A designação de estudo exploratório-descritivo, também pode ser aplicada, na medida em que se visou descrever e contextualizar uma determinada situação (Fortin, 2003).

1.1 - Objetivo Geral de Investigação

A presente dissertação de mestrado teve como objetivo geral, o estudo e a caracterização da exposição profissional a matéria particulada e compostos orgânicos voláteis nos serviços de limpeza de automóvel, localizados em parques de estacionamento subterrâneos.

1.2 - Objetivos Específicos de Investigação

Tendo como objetivo geral a caracterização da exposição a matéria particulada e a compostos orgânicos voláteis dos trabalhadores dos serviços de limpeza de automóvel localizados em parques de estacionamento subterrâneos, foram delineados os seguintes objetivos específicos:

- A. Conhecimento das atividades desenvolvidas na limpeza automóvel;*
- B. Conhecimento das atividades de limpeza que envolvem maior exposição aos poluentes em estudo;*
- C. Analisar a possível influência da envolvente do parque de estacionamento subterrâneo na exposição aos poluentes em estudo;*
- D. Identificação de possíveis medidas de eliminação e/ou controlo dos poluentes.*

1.3 - Questões de Investigação

Tendo por base os objetivos anteriormente referidos, procedeu-se a uma prévia delimitação dos objetivos de investigação do presente estudo, pretendendo-se assim responder às seguintes questões de investigação:

Q1. Quais as atividades desenvolvidas na limpeza automóvel?

Q2. Quais as atividades que envolvem maior exposição a COV's e matéria particulada?

Q3. Qual a influência da envolvente do parque de estacionamento na exposição aos poluentes em estudo?

Q4. Quais as possíveis de eliminação e/ou controlo possíveis de adotar?

2 - Metodologias Adotadas na Avaliação Ambiental

Neste enquadramento específico procedeu-se a uma breve caracterização dos locais selecionados para a realização das amostragens necessárias ao respetivo estudo de caso. Foram também indicados os procedimentos usados, os períodos de tempo em que foram feitas as medições, bem como as técnicas e equipamentos utilizados para a recolha, análise e caracterização da exposição a COV's e a matéria particulada na limpeza automóvel em PES.

2.1 - Caracterização da População e Local de Amostragem

O estudo incidiu sobre um centro de limpeza automóvel de cariz privado, enquadrado num PES situado na zona centro do país. De uma maneira geral, este centro de limpeza automóvel é constituído pela zona de lavagem exterior dos veículos, denominada Box de lavagem, pela área reservada à limpeza interior dos veículos e retoque final, denominada zona de limpeza interior. A escolha deste estabelecimento foi motivada maioritariamente pelo fato de estar inserido num PES e atendendo também a algumas características fundamentais à realização do estudo de caso, tais como a autorização para a realização da recolha dos parâmetros pretendidos, fatores logísticos como a segurança, mínimo transtorno causado ao normal funcionamento do centro de limpeza automóvel e finalmente por uma facilidade de acesso e proximidade geográfica.

Com o objetivo de melhorar a capacidade de compreensão da amostra, foram consideradas as atividades que são desenvolvidas neste centro de limpeza automóvel num período compreendido das 10 horas até às 20 horas, por intermédio de dois trabalhadores, que têm como principal função a realização de uma lavagem exterior da viatura, designada posteriormente de Atividade 1, a realização de uma limpeza interior da viatura, classificada como Atividade 2, e a aplicação do retoque final no veículo automóvel, denominada de Atividade 3. Deste modo, a amostra ficou assim constituída pelas atividades 1, 2, 3 e adicionalmente por um intervalo de tempo em que não se realiza qualquer atividade. Exemplificam-se algumas ações de limpeza automóvel na figura 3.



Figura 3 – Exemplificação de procedimentos de limpeza automóvel

Fonte: Groupon – [em linha]. 2013 [Consultado em 20/11/2013]. Disponível em [www: < URL: http://www.groupon.pt/deals/lisboa/carro-como-novo-na-premium-wash-lavagem-e-limpeza-completa-por-apenas-49-euros-em-vez-de-130/306992](http://www.groupon.pt/deals/lisboa/carro-como-novo-na-premium-wash-lavagem-e-limpeza-completa-por-apenas-49-euros-em-vez-de-130/306992)

Caracterizando sucintamente o PES em que está enquadrado o centro de limpeza, salienta-se que é um parque de estacionamento subterrâneo que está adjacente a uma superfície comercial e possui cerca de 444 lugares de estacionamento, dispostos por 3 pisos inferiores, com um *layout* semelhante ao exemplificado na figura 4. O tráfego automóvel é usualmente reduzido, contudo apresenta um aumento demarcado a partir das 14 horas e nos períodos de fim-de-semana.

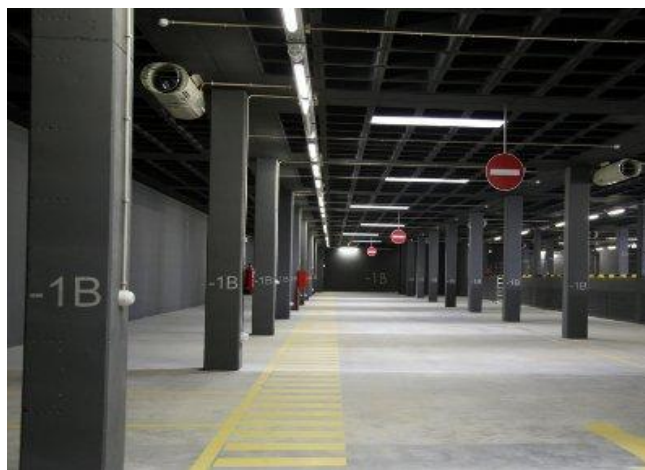


Figura 4 – Exemplo de um parque de estacionamento subterrâneo

Fonte: Sapo – [em linha]. 2013 [Consultado em 20/11/2013]. Disponível em [www: < URL: http://casa.sapo.pt/Noticias/?ID=6854](http://casa.sapo.pt/Noticias/?ID=6854)

2.2 - Métodos de Avaliação Ambiental

Existem variados métodos passíveis de serem utilizados na medição ambiental dos COV's e da matéria particulada gerados pela atividade de limpeza automóvel realizada em PES. A seleção do melhor método de amostragem depende da natureza dos COV's e da matéria particulada de potencial interesse, das condições ambientais, e do objetivo de amostragem. O método de escolha para análise destes poluentes depende dos critérios de sensibilidade e seletividade, e do tempo necessário para a resolução de amostragem de acordo com o objetivo de amostragem. Segundo o autor (Wolkoff, 1995), o procedimento de amostragem específico para os COV's implica a os seguintes cinco passos:

1. *Definição do objetivo de amostragem;*
2. *Definição do objetivo de recolha de dados;*
3. *Desenho da estratégia de amostragem, incluindo a seleção do microambiente;*
4. *Escolha da técnica de amostragem e as propriedades de transporte, especificidade e armazenamento;*
5. *Análise.*

Destacam-se três abordagens básicas para análise e determinação de COV's no ar interior, que diferem em relação à quantidade de trabalho envolvido e do grau de informação que proporcionam. Numa abordagem mais elaborada os componentes de uma mistura química são separados, e, em seguida, a abordagem é a soma das respostas instrumentais para os compostos individuais. Numa outra abordagem, os componentes da mistura são separados para permitir uma identificação de compostos individuais. Mas a abordagem mais simples consiste na utilização de um sistema de deteção química ou biológica que não separa a mistura nos seus componentes individuais. Este é o princípio utilizado nos instrumentos de leitura direta, em que se destaca o *photoionisation detector* (PID). Estes equipamentos têm sofrido várias evoluções, tornando-se cada vez mais sensíveis e específicos para diversos agentes químicos. Os instrumentos de leitura direta são de fácil utilização. A sua portabilidade e o fato de fornecerem um sinal em tempo real possibilita a deteção de rápidas alterações de concentração do parâmetro em estudo. Permitem também uma ação menos dispendiosa, visto que contornam o processamento analítico das amostras em laboratório. Outra vantagem importante reside no facto de possibilitarem a deteção das alterações da concentração do

parâmetro em estudo, ao longo do tempo em que se processe o desenrolar de uma atividade (Herber et al., 2001; Viegas et al., 2008, Viegas et al., 2009a). É reconhecido que este tipo de equipamentos permitem a aquisição de um perfil de exposição único, identificando os picos de concentração do agente químico em estudo, associando-o aos constrangimentos e modos operativos realizados, promovendo o conhecimento das variáveis das situações de trabalho que influenciam a exposição, o que posteriormente auxilia na hierarquização de medidas de intervenção no que respeita à prevenção e/ou controlo da exposição (Drummond, 1997; Ryan et al, 2003; McGlothlin et al., 2005; Viegas et al., 2009a; Viegas et al, 2009b). A utilização destes equipamentos apresenta particular relevância quando se pretende monitorizar agentes químicos cujos níveis de referência são para exposições de curta duração (VLE-Curta Duração) ou, em alguns casos, para exposições pontuais (VLE-Concentração Máxima).

Para permitir a utilização dos equipamentos PID é necessário assegurar que a composição da atmosfera de trabalho não sofra grandes alterações qualitativas durante o desenrolar das atividades, devido ao facto de apresentarem uma especificidade limitada. Garantindo esta condição, este tipo de equipamento gera informações de grande relevância para a intervenção em saúde ocupacional, designadamente permitindo a identificação das atividades críticas em matéria de exposição e as variáveis da situação de trabalho que influenciam a exposição (McGlothlin et al., 2005).

A estratégia de amostragem para um ambiente interno, como um PES, deve ser sustentada numa cuidadosa definição do objetivo de amostragem, com a devida consideração de todos os parâmetros e das suas possíveis inter-relações.

2.3 - Medições

As medições foram efetuadas no período compreendido entre as 12 horas e as 13 horas no centro de limpeza automóvel em questão. É fundamental referir que todas as medições foram recolhidas em simultâneo com o desempenho das atividades contempladas pelo centro de limpeza automóvel. Foram realizadas medições ao Monóxido de Carbono (CO), Compostos Orgânicos Voláteis totais (COV's totais) e finalmente à matéria particulada, recorrendo a sistemas portáteis de leitura direta no local. Foram tidos em consideração, os Valores Limite de Exposição (VLE) estipulados na Norma Portuguesa NP 1796:2007 – “Valores limite de exposição profissional a agentes químicos existentes no ar dos locais de trabalho” (Instituto Português da Qualidade, 2007), os quais se baseiam nas linhas orientadoras da “*American Conference of Industrial Hygienists*” (ACGIH), e ainda o VLE estabelecido pela WHO, no caso específico para o CO.

A quantificação das exposições a COV's totais, matéria particulada e CO usaram por base a aplicação do método de avaliação ambiental com recurso a equipamentos portáteis de leitura direta, de forma recolher as medições num ambiente parcialmente controlado, na altura de maior atividade ocupacional, pretendendo-se assim, estudar a situação mais crítica em matéria de exposição a COV's totais e matéria particulada, identificando as rápidas alterações das concentrações destes poluentes e assim possibilitando uma associação com as atividades que estariam a ser desenvolvidas no momento exato da medição. Objetivando-se a resposta aos pontos referidos anteriormente, as medições realizaram-se essencialmente na área correspondente ao centro de limpeza automóvel, onde foram aplicados variados produtos de limpeza e foram desenvolvidas diferentes atividades de limpeza automóvel, identificadas em condições devidamente controladas e conhecidas, devido às informações facultadas pela análise ergonómica do trabalho que tinha sido realizada previamente. Antes do início das medições analisou-se a situação de trabalho com o objetivo de decompor a atividade de limpeza em acontecimentos distintos e sucessivos, permitindo a observação de detalhes e a identificação dos momentos e dos locais de medição das concentrações de COV's totais e de matéria particulada.

Cada medição teve a duração da execução normal de cada atividade de limpeza, definida quer por fundamentação teórica quer pela observação direta no contexto da análise do trabalho, pretendendo-se assim a seleção do caso mais desfavorável, que segundo a Norma Portuguesa

NP 482:2008 – “*Requisitos gerais do desempenho dos procedimentos de medição de agentes químicos*” (Instituto Português da Qualidade, 2008) corresponde aos episódios no decurso dos quais ocorrem as exposições mais importantes, por exemplo, as emissões significativas de certas atividades profissionais. Podem ser selecionados momentos de medições que contenham esses episódios. Esta abordagem designa-se «amostragem no caso mais desfavorável». No estudo em questão, o caso mais desfavorável correspondeu à modalidade de lavagem exterior, aspiração e retoque final, que foi posteriormente estruturada em três atividades distintas, nomeadamente a Atividade 1,2 e 3. Garantiu-se adicionalmente um período de medição correspondente à concentração destes poluentes sem o decorrer da atividade de limpeza, denominado “Concentração Residual”, com o principal objetivo de perceber o nível de contaminação da atmosfera envolvente e da identificação das alterações de concentração no decorrer das atividades.

Simultaneamente à realização das medições efetuou-se o registo da atividade que estava a ser exercida pelo trabalhador em causa, as observações efetuadas mostraram que a duração das atividades variava entre 4 a 32 minutos, dependendo da sujidade das superfícies dos veículos, permitindo a obtenção do perfil de exposição e possibilitando a identificação dos momentos em que a concentração de COV’s totais e matéria particulada alcançaram os níveis máximos. Esta ação apresentou como objetivo principal, a identificação das atividades que envolveriam uma maior exposição e os constrangimentos da situação de trabalho que promoviam a exposição (Ryan et al., 2003; McGlothlin et al., 2005). Garantiu-se também que a amostragem pessoal, que geralmente é feita através da colocação de um aparelho de medição adequado ao objetivo de amostragem, fosse posicionado corretamente na zona de respiração do trabalhador e seguisse este formato até à finalização das medições, garantindo que a sua interferência fosse mínima na atividade desempenhada.

Assim a avaliação quantitativa da exposição de inalação potencial a COV’s totais e a matéria particulada de interesse foi estimada para cada uma das atividades de limpeza anteriormente consagradas. Isso foi feito quantitativamente, tendo em conta as formulações dos produtos de limpeza usados, desempenho dos trabalhadores e finalmente pela influência dos acontecimentos de limpeza em questão.

A formulação do produto de limpeza tem um impacto diretamente na intensidade de exposição, dependendo da volatilidade e da concentração do ingrediente no produto. Os dados sobre a volatilidade dos constituintes e as suas concentrações foram criados através de pesquisas bibliográficas e da revisão das Fichas de Dados de Segurança (FDS), respetivamente.

Os COV's foram definidos como compostos com ponto de ebulição compreendido entre 0 e 400 °C e os seus pontos de ebulição foram usados para antever o potencial de exposição por inalação a partir de diferentes produtos, como por exemplo os produtos que contêm os constituintes voláteis com pontos de ebulição mais baixos foram considerados mais aptos para gerar maiores riscos em relação aos outros. Dados sobre os modos de procedimento e os produtos de aplicados, como por exemplo a pulverização *versus* aspiração, duração e frequência da atividade foram recolhidos através de observações no local de trabalho, registo fotográfico e entrevistas com trabalhadores. A avaliação quantitativa dos riscos de saúde foi avaliada com base na sua concentração em valores de referência toxicológica disponíveis, e através da comparação com estudos similares, quando aplicáveis.

2.3.1 - Captação de compostos orgânicos voláteis totais e Monóxido de Carbono

As concentrações de COV's totais e de CO foram recolhidas através de um instrumento de leitura direta, especificamente um *photoionisation detector* (PID), *Graywolf - Indoor Air IQ-610 Quality Probe* (*Gray Wolf® monitor*), similar ao apresentado na figura 5. As concentrações foram registadas a cada 60 segundos, utilizando um computador de bolso pessoal, ligado à sonda de amostragem do ar. O instrumento foi colocado constantemente ao nível da zona de respiração do trabalhador que realizava as atividades de limpeza.

Foram medidos quatro períodos de amostragem que correspondem respetivamente à Concentração Residual de COV's totais, Atividade 1 (lavagem exterior), Atividade 2 (limpeza interior) e Atividade 3 (retoque final).



Figura 5 – *Graywolf, Indoor Air IQ-610 Quality Probe*

Fonte: *Pds Internation* – [em linha]. 2013 [Consultado em 20/11/2013]. Disponível em [www: < URL: http://safety.com.sg/pds/node/476](http://www.safety.com.sg/pds/node/476)

2.3.2 - Captação de matéria particulada

As medições de matéria particulada com a dimensão MP0.5, MP1.0, MP2.5, MP5.0, MP10 e MP totais, processaram-se através de um equipamento de leitura direta portátil denominado *Lighthouse*, *model 3016 IAQ*, idêntico ao que é apresentado na figura 6.

As medições foram efetuadas para os quatro períodos de amostragem a cada 10 segundos e correspondem respetivamente à Concentração Residual de matéria particulada, Atividade 1 (lavagem exterior), Atividade 2 (limpeza interior) e por fim a Atividade 3.



Figura 6 - *Lighthouse*, *model 3016 IAQ*

Fonte: *Lighthouse Worldwide Solutions* – [em linha]. 2013 [Consultado em 20/11/2013]. Disponível em [www: < URL: http://www.golighthouse.com/counter/handheld-3016-iaq/](http://www.golighthouse.com/counter/handheld-3016-iaq/)

2.4 - Fluxograma de Atividades

A figura 7 representa de uma maneira sucinta, as atividades desempenhadas no centro de limpeza automóvel em estudo e os acontecimentos que as constituem.

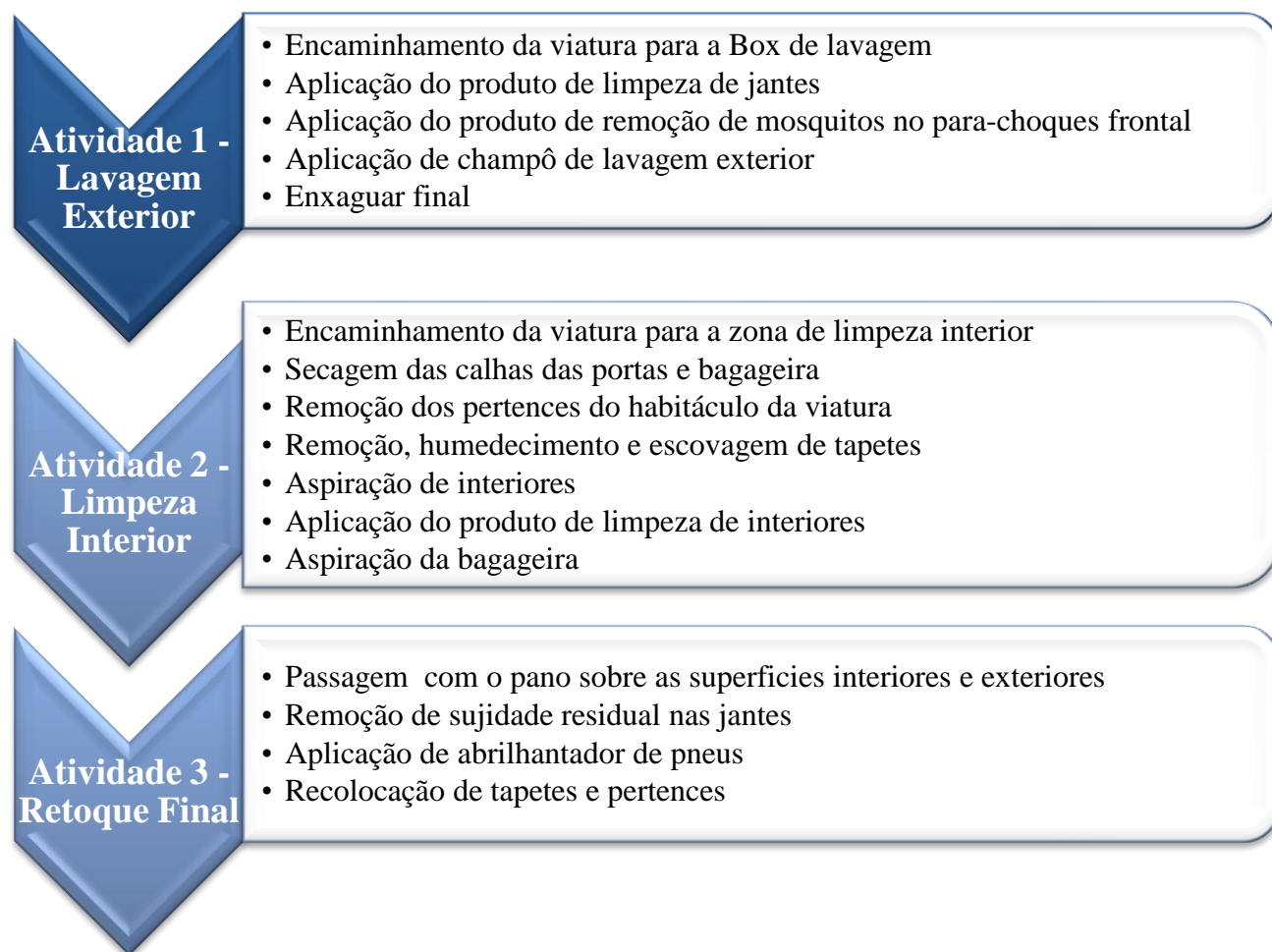


Figura 7 - Fluxograma de Atividades

2.5 - Sequência das Atividades “In loco”

Atividade 1

Inicialmente a viatura automóvel entra na primeira fase de limpeza, ou seja a lavagem exterior. Corresponde à primeira atividade desempenhada pelo trabalhador, que encaminha o veículo para o centro de limpeza automóvel, e entra para a secção da “Box de lavagem” conforme está ilustrado na Figura 8.



Figura 8 - Viatura na Box de Lavagem Exterior

Após garantir que todas as portas e vidros estão bem fechados, o profissional de limpeza automóvel aplica um produto de limpeza nas jantes (Figura 9) e de seguida outro produto de remoção dos mosquitos no para-choques frontal da viatura.



Figura 9 - Aplicação do produto de limpeza de jantes

Após comprovar a efetividade dos produtos usados, é usado um champô sobre a totalidade da parte exterior do veículo mediante uma mangueira de pressão auxiliada por um compressor. Seguidamente, com um pano, faz-se uma passagem manual em toda a parte exterior do veículo (Figura 10). Finalizando a atividade mediante um enxaguar final, retirando todas as substâncias residuais do exterior (Figura 11).

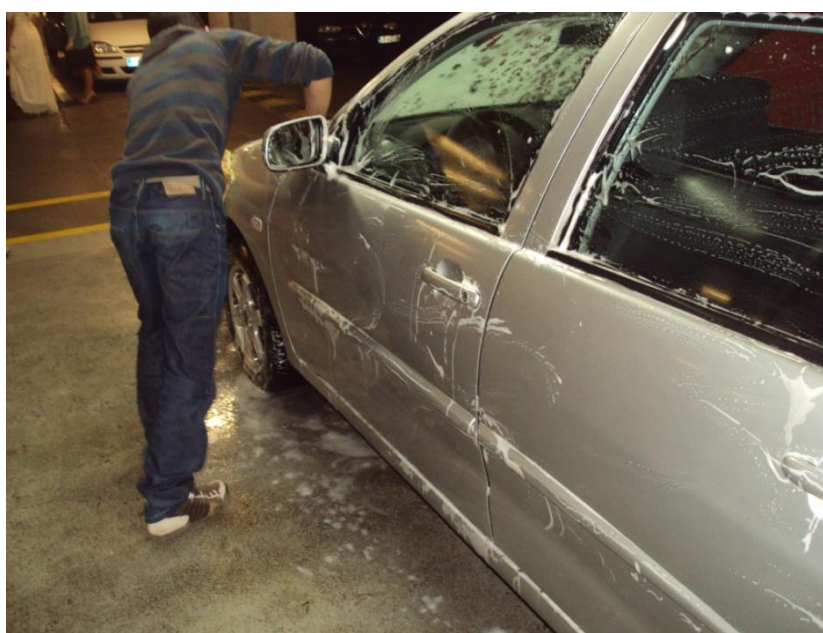


Figura 10 - Aplicação de Champô



Figura 11 - Enxaguar final

Atividade 2

A atividade 2 tem início no momento em que a viatura é encaminhada para a secção denominada “zona de limpeza interior”, que se encontra adjacente à box de lavagem (Figura 12). Nesta ação o profissional de limpeza retira a sujidade entre as calhas das portas e bagageira por intermedio de um pano de limpeza (Figura 13).



Figura 12 - Viatura na zona de limpeza interior

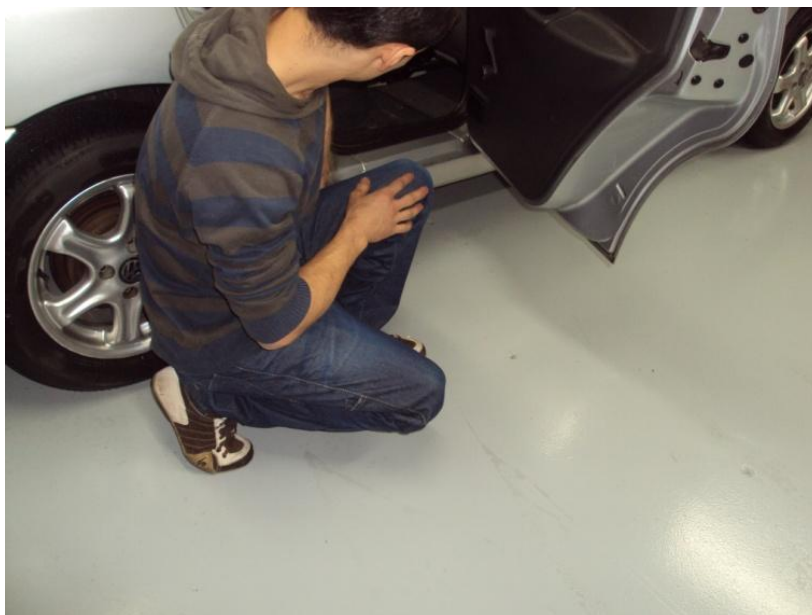


Figura 13 - Secagem entre as calhas das portas

Após concluir a ação antecedente, o profissional de limpeza remove a totalidade dos tapetes e dos pertences que estejam presentes no interior do veículo. Após serem retirados, os tapetes do veículo são humedecidos com água (Figura 14) para diminuir a suspensão de pó, e são conseqüentemente escovados com o objetivo de se remover a sujeira que esteja mais entranhada nos seus tecidos (Figura 15).



Figura 14 - Humedecimento dos tapetes



Figura 15 - Escovagem de tapetes

A ação subsequente consiste na aspiração dos interiores, especificamente os bancos, *tablier*, a base interior do veículo e por fim a sua bagageira (Figura 16). Após finalizar a aspiração, existe sempre alguma sujidade que não possibilita a sua remoção através do equipamento “aspirador”, devido a estar muito entranhada nos tecidos, desta forma, é utilizada uma escova para libertar a sujidade que esteja entranhada, sendo posteriormente aspirada.



Figura 16 - Aspiração de interiores

Após a conclusão da aspiração, procede-se à aplicação de um produto de limpeza usado no interior, para os plásticos, *tablier* e bancos, mediante um pulverizador. É também usado um pincel, para aplicação deste produto em locais de acesso mais dificultado (Figura 17).

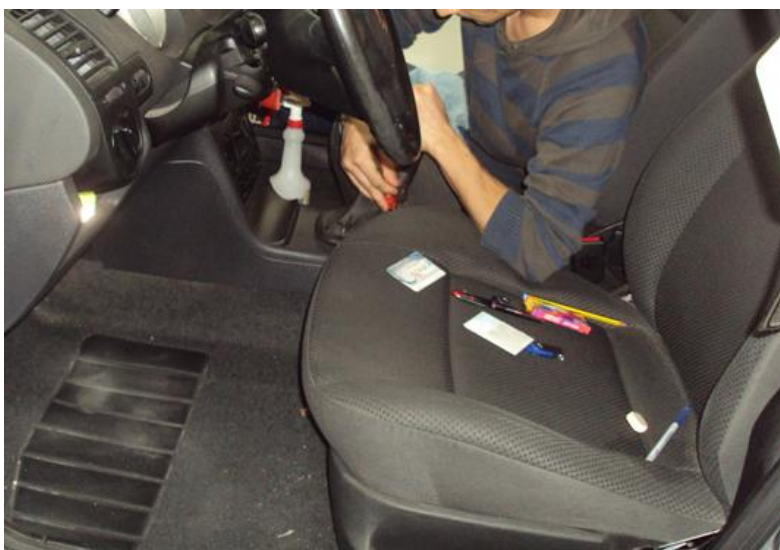


Figura 17 - Aplicação de produto de limpeza de interiores

Atividade 3

A limpeza automóvel é concluída com a 3ª atividade, ou seja o retoque final, onde se executa uma passagem nos vidros interiormente e no exteriormente em toda a sua superfície. Finaliza-se com a aplicação do abrillantador de pneus (Figura 18), com a recolocação dos tapetes da viatura e dos pertences anteriormente retirados.



Figura 18 - Remoção de sujidade residual nas jantes

Após execução da totalidade destes procedimentos, concluiu-se a atividade de limpeza realizada neste centro de limpeza automóvel, com os resultados finais presentes nas Figuras 19 e 20.

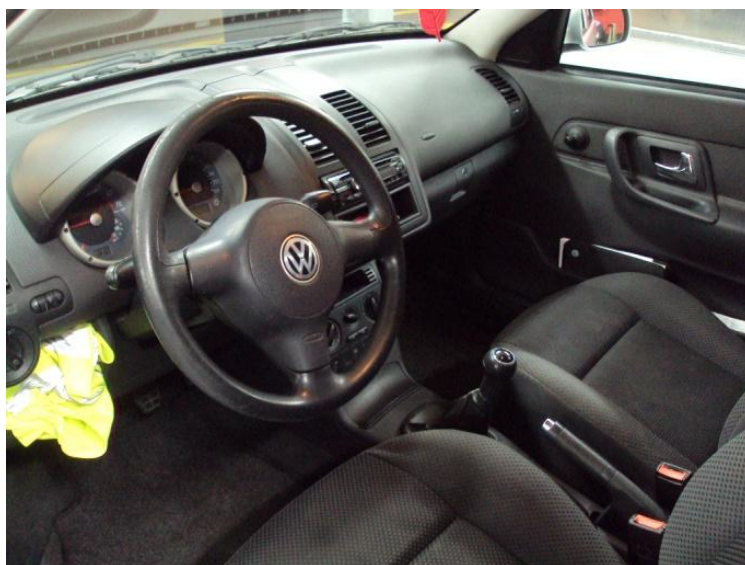


Figura 19 - Resultado final no interior da viatura



Figura 20 - Resultado final no exterior da viatura

2.6 - Considerações de Natureza Ética

Previamente ao início das atividades de campo foi solicitada uma autorização formal aos serviços centrais do *franchising* e ao proprietário do centro de limpeza automóvel, para a colocação dos instrumentos de recolha de dados para a realização de um estudo ocupacional. Após o aval positivo de ambas as partes, foram realizadas sessões de esclarecimento com o proprietário do centro, com o principal propósito de informação sobre os objetivos do estudo e obtenção da sua adesão e participação. A não identificação do centro de limpeza automóvel, assim como do PES, na publicitação dos dados adquiridos, foi assegurada e acordada em todo o processo de investigação.

3 - Apresentação dos Resultados

No presente capítulo estão apresentados os resultados obtidos nos quatro ensaios realizados, que serviram como objeto de análise a esta atividade.

Na análise dos resultados foram avaliadas quantitativamente, as exposições aos poluentes transportados no ar, provenientes das atividades de limpeza realizadas em condições ambientais de trabalho controladas. Os perfis de concentração dos parâmetros em estudo referentes à atividade de limpeza foram investigados para períodos de amostragem obtidos para a “Concentração residual de poluentes”, que foi alusiva a um período de medição em que não houve a realização da atividade, e para as “Atividade 1”, “2” e “3”, que foram alusivas aos COV’s totais e à matéria particulada, que foram medidos no decorrer da atividade ocupacional de limpeza automóvel. Adicionalmente foi medido também o CO, que embora não seja um poluente nitidamente decorrente da atividade de limpeza automóvel em questão, foi um parâmetro bastante relevante neste estudo, visto que o ambiente físico do PES e a poluição libertada pelos veículos motorizados influência drasticamente a sua concentração.

De uma maneira geral os resultados demonstraram que os níveis de COV’s totais são significativamente mais elevados após a aplicação do produto das jantes e do tablier, enquadrados na Atividade 1 e 2 respetivamente. Pôde observar-se que as concentrações geradas pela limpeza automóvel estudada num contexto real são relativamente constantes, com a exceção dos picos referentes à aplicação destes dois produtos. Importou realçar que a utilização de determinados produtos de limpeza, contribuiu explicitamente para o aumento dos COV’s totais. Considerando que a utilização destes produtos pode ocorrer em condições de ventilação mais desfavoráveis, e que existem muitas outras fontes a contribuir para a concentração total de COV’s, a seleção do tipo de produtos a utilizar na atividade deve ser um fator de importante ponderação.

Já no que respeita à matéria particulada, geralmente observou-se que as concentrações geradas pela atividade de limpeza estudadas foram relativamente constantes, com exceção dos períodos em que se realizaram os acontecimentos de lavagem exterior e aspiração de interiores.

Tendo em conta que na literatura observada, os COV’s totais e a matéria particulada não possuem informação toxicológica disponível capaz de originar um Valor Limite de Exposição

(VLE), interessou salientar que mesmo assim, existem indícios que estes compostos não sejam completamente inócuos.

As concentrações presentes na atmosfera envolvente ao centro de limpeza automóvel e a realização de determinadas atividades conduziram a uma acumulação significativa nas concentrações destes compostos para a exposição ocupacional. Desta forma, os resultados alcançados reforçaram a importância da avaliação da exposição ocupacional no espaço e no tempo. Neste estudo de caso em particular, permitiu a determinação exata dos períodos em que as concentrações destes parâmetros aumentaram e qual a atividade ou acontecimento que os potenciou, sendo assim também possível a identificação dos momentos mais seguros de exposição.

3.1 - COV's totais

Os níveis de compostos orgânicos voláteis (COV's) apresentados são meramente indicativos devido ao número reduzido de medições efetuadas. Este tipo de compostos podem causar vários efeitos adversos na saúde humana, mas para a maioria, é impossível determinar até que ponto são nocivos, por falta de dados toxicológicos. Nesta medida, usualmente considera-se a determinação dos COV's totais e usam-se os valores obtidos como indicadores para efeitos na saúde humana (Godwin e Batterman, 2007). Os resultados de experiências relacionadas com exposição humana foram revistos (Molhave, 2000b, 2001). Os estudos disponíveis, no entanto, referiam-se principalmente a uma mistura de 22 COV's. Na prática, as exposições COV's são muito mais complexas e muitas vezes incluem muito mais compostos reativos do que os incluídos nesta mistura de ensaio. Portanto, os resultados destes estudos são difíceis de extrapolar para situações da vida real. Neste regime de "não saber o que fazer" surgiu este indicador de COV's totais. Os COV's totais foram sugeridos como um indicador de exposição a uma mistura de compostos orgânicos voláteis e o seu potencial para causar efeitos descritos (Molhave, 2000b, 2001). Desde o início salientou-se que este indicador pretendeu ser uma ferramenta significativa *ad hoc*, ou seja, para monitorizar e para enquadrar a irritação sensorial.

A capacidade para executar de forma eficiente e eficaz a medição da exposição aos COV's tem o potencial de melhorar o conhecimento dos seus efeitos na saúde do indivíduo, melhorar a proteção da população, melhorar o impacto da qualidade dos cuidados de saúde pessoal, e ajudar a monitorizar e proteger o meio ambiente (Blasco et al., 2009; Byrne et al., 2006). As exposições pessoais entre os indivíduos tendem a ser altamente variáveis, devido aos diferentes microambientes, fontes, e os hábitos que influenciam a exposição.

No estudo de caso em questão, os resultados quantitativos para COV's totais, sugeriram que as atividades de limpeza contribuem para uma má qualidade do ar e podem apresentar alguns efeitos adversos à saúde. As concentrações no ar dos COV's totais provenientes do uso de determinados produtos de limpeza, podem tornar-se uma preocupação no local de trabalho para a saúde dos trabalhadores envolvidos. As concentrações medidas deste poluente também indicaram variações amplamente demarcadas entre as diferentes atividades desempenhadas.

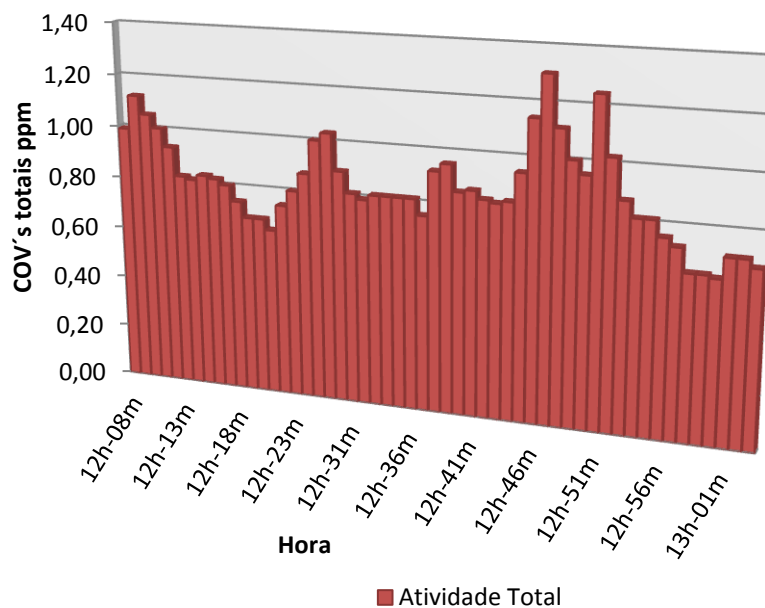


Figura 21 - Concentração de COV's totais no total da atividade

Na figura 21 foi possível observar os períodos de amostragem obtidos, no decorrer do período total da atividade de limpeza, que foi compreendido de 12h-08m e 13h-01m, em que foram desenvolvidas a “Atividade 1”, “2” e “3”, demonstrando um panorama geral dos perfis de concentração dos COV's totais, denominado de “Atividade Total”. Foi notória a variabilidade das concentrações medidas nos diferentes momentos apresentados. As concentrações apresentadas foram comparadas posteriormente com a “Concentração Residual de COV's” apresentada na figura 22.

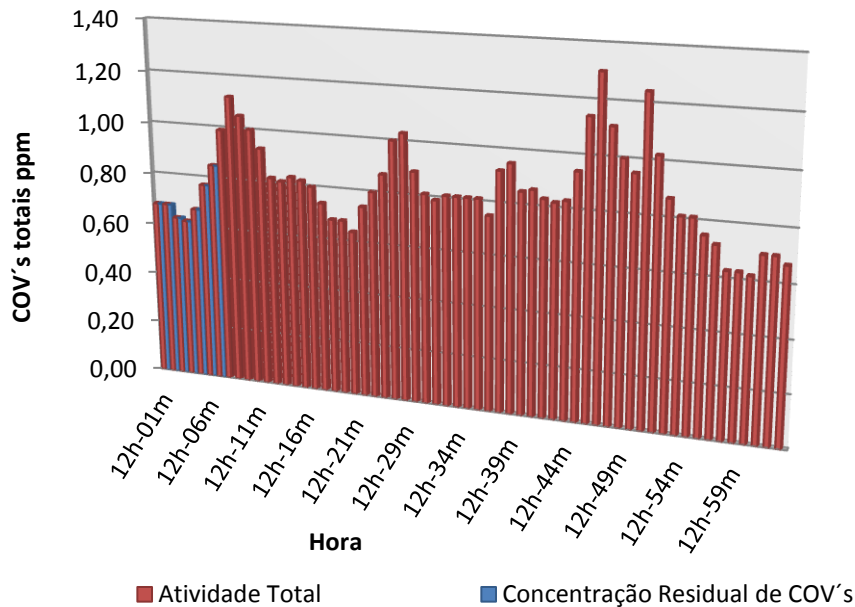


Figura 22 - Comparação da “Concentração de COV’s totais no total da atividade” com a “Concentração residual de COV’s”

Na consulta da figura 22 foi possível comparar a “Concentração Residual de COV’s”, com a “Atividade 1”, “2” e “3”. A visualização deste gráfico permitiu identificar determinados intervalos de tempo em que existiram aumentos demarcados das concentrações de COV’s totais em 12h-06m e 12h-11m, e em 12h-44m e 12h-54m, que se destacaram em comparação com concentração residual deste poluente. Existiram também, breves intervalos de tempo em que as concentrações residuais se assemelharam às concentrações obtidas no decorrer das atividades que foram desempenhadas, nomeadamente de 12h-16m e 12h-21m, e de 12h-54m e 12h-59m.

3.1.1 - Concentração Residual de COV's totais

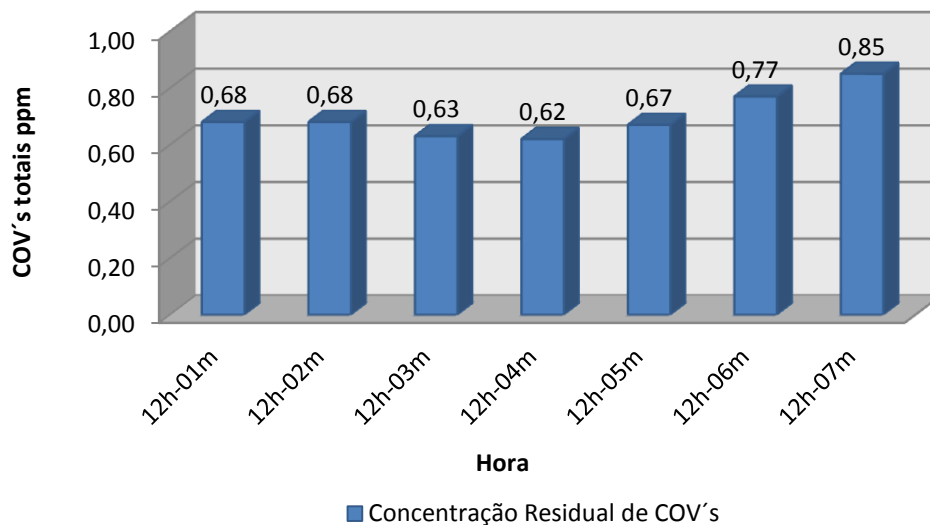


Figura 23 - Concentração Residual de COV's

A análise detalhada dos resultados apresentados na figura 23 “Concentração Residual de COV's”, demonstrou que as exposições de COV's totais estiveram presentes no ar antes do início da execução das atividades de limpeza, compreendido de 12h-01 e 12h-07, o que sugeriu uma possível exposição dos profissionais de limpeza a COV's, mesmo sem a realização de qualquer tipo de atividade de limpeza. As concentrações dos COV's totais variaram de 0,62 a 0,85 ppm. As medições de exposição acima ilustradas, possuíam como principal objetivo a comparação com as medições das diferentes atividades desempenhadas, garantindo assim uma contribuição fulcral na percepção das atividades e acontecimentos que contribuiriam incisivamente para o aumento de concentração dos COV's totais.

3.1.2 - Atividade 1

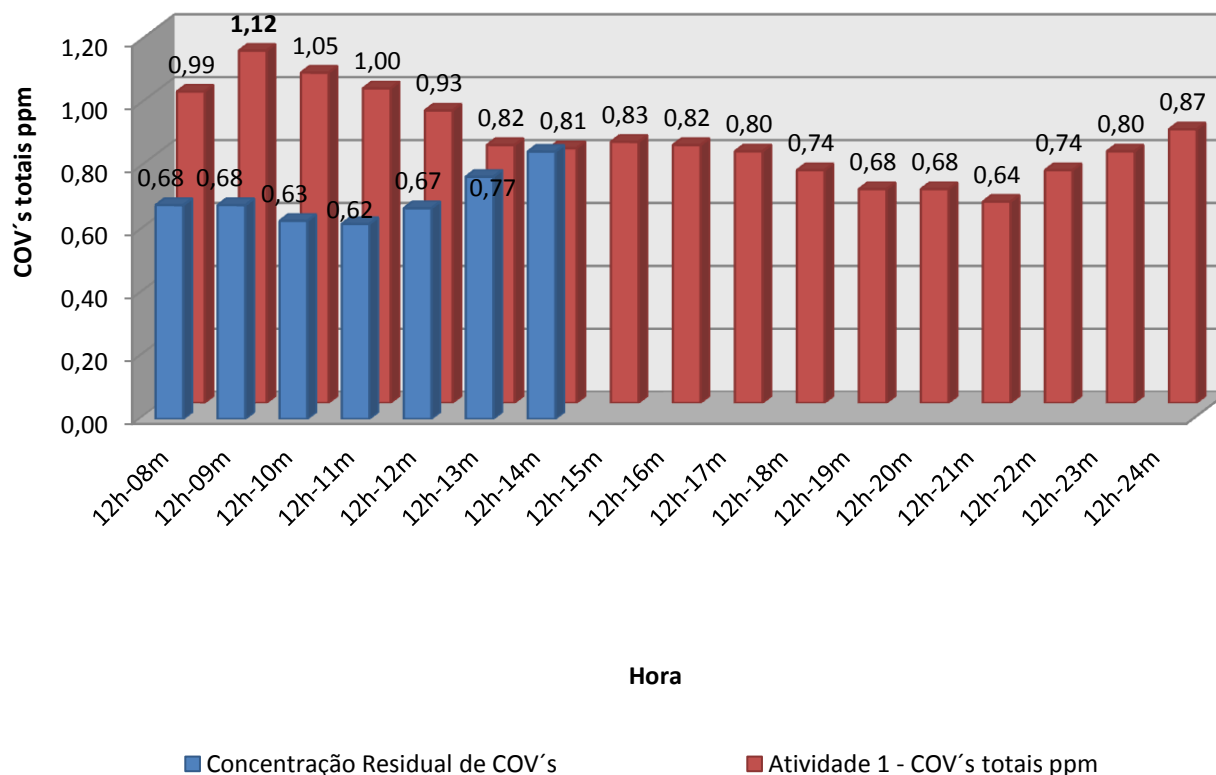


Figura 24 - “Atividade 1” e “Concentração Residual de COV's”

Analisando os valores obtidos na atividade 1, presentes na figura 24, foi importante realçar a variação das concentrações de 0,64 – 1,12 ppm. As concentrações que apresentaram resultados superiores para os COV's totais, compreenderam o intervalo temporal de 12h-08m e 12h-13m, atingindo mesmo o valor de pico, no momento exato de 12h-09m, correspondente a 1,12 ppm. Considerando a sequência de acontecimentos executados e analisando os resultados alcançados, este aumento de concentração foi explicado pela aplicação do produto de limpeza das jantes e de remoção de mosquitos, indicando assim que estes produtos foram fontes significativas de COV's totais.

Tendo como base de comparação a “Concentração Residual de COV’s”, foi possível visualizar uma variação das concentrações de COV’s totais. O início da atividade é exemplificativo da sobreposição dos valores apresentados em relação aos valores residuais. Curiosamente era esperado que a partir do período de 12h-14m, período indicativo da aplicação do “Champô de lavagem” do veículo fizesse aumentar destacadamente os valores de COV’s totais, mas isso não foi demonstrado pelos valores apresentados na atividade 1, mantendo-se ligeiramente constantes e similares aos valores residuais, seguindo uma tendência decrescente até ao momento de 12h-22m, correspondente a 0,64 ppm, e depois voltando a subir ligeiramente até ao momento em que a atividade terminou, 12h-24m, com uma concentração de 0,87 ppm.

3.1.3 - Atividade 2

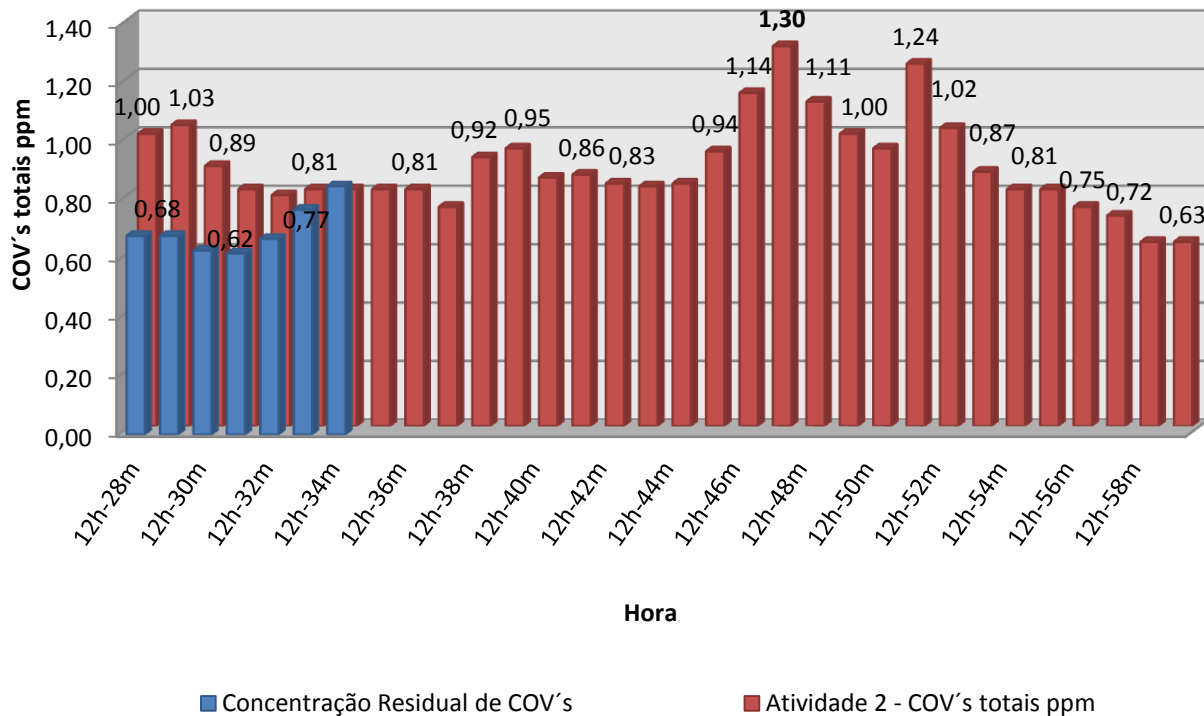


Figura 25 - “Atividade 2” e “Concentração Residual de COV's”

A atividade 2 foi iniciada no momento exato de 12h-28m, como foi ilustrado na figura 25, e começou por apresentar um valor na ordem dos 1,00 ppm, que foi medido no período exato da execução do acontecimento “secagem das calhas das portas e bagageira”, que comparando com a concentração residual, considerou-se que foi um valor demasiado alto para as implicações do acontecimento em questão, em que não existiu a aplicação de qualquer produto de limpeza. A partir dos momentos compreendidos de 12h-33m e 12h-44m que corresponderam respetivamente aos acontecimentos de escovagem de tapetes e aspiração do veículo, os valores permaneceram relativamente constantes, expeto no período de 12h-40m com 0,95

ppm, apresentando uma concentração ligeiramente superior aos valores obtidos nas concentrações residuais, isto indicou que os acontecimentos em questão não tiveram um papel preponderante no aumento dos COV's totais.

O intervalo de tempo compreendido de 12h-45m e 12h-52m, que foi alusivo à aplicação do “produto de limpeza de tabliers” indicou claramente o demarcar do aumento das concentrações dos COV's totais nesta atividade, com 1,30 ppm e 1,24 ppm, respetivamente em 12h-48m e 12h-52m. As concentrações de pico chegaram a apresentar valores 2 vezes mais elevados que os apresentados nas concentrações residuais, pois a variação de concentrações para esta atividade foi de 0,63 a 1,30 ppm. Importou ainda salientar que os valores de 1,24 e 1,30 ppm foram os valores de concentração de COV's totais mais elevados, alcançados para os quatros períodos de amostragem, o que demonstrou claramente que o “produto de limpeza de tabliers”, o modo como foi aplicado, ou seja, através de pulverização, e devido aos seus constituintes, potenciaram o aumento da quantidade de COV's totais. Seguiu-se um período a partir das 12h-52m até ao terminar da atividade, 12h-58m, em que as concentrações de COV's totais apresentaram uma tendência decrescente, até ao nivelamento com a concentração residual.

3.1.4 - Atividade 3

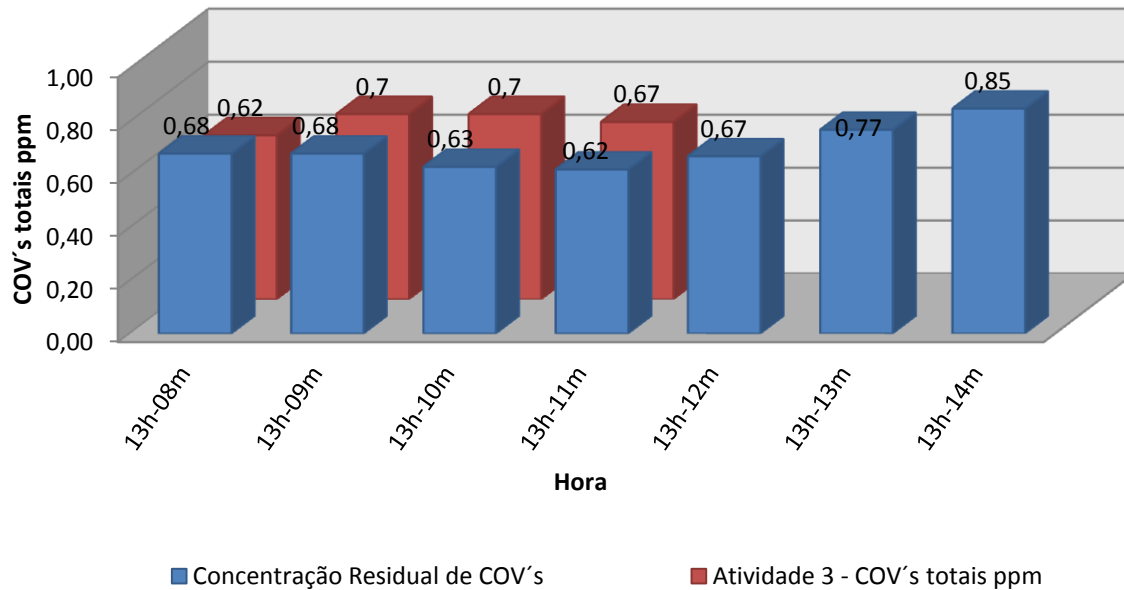


Figura 26 - “Atividade 3” e “Concentração Residual de COV's”

A atividade 3 foi a última atividade desempenhada pelo profissional de limpeza e foi a atividade que apresentou as concentrações de COV's totais mais aproximadas das concentrações residuais deste poluente, presentes na figura 26, o que indicou que foi a atividade que gerou as menores concentrações de COV's totais, no decorrer da atividade. A concentração dos COV's totais foi manifestamente constante ao longo do seu periodo de amostragem.

3.2 - Matéria Particulada

As diferentes dimensões de matéria particulada foram medidas durante a “Concentração residual de matéria particulada”, Atividade 1,2 e 3. A comparação entre os valores obtidos em determinados intervalos de tempo com a existência de diferentes atividades de limpeza, permitiu inferir facilmente se o acontecimento em questão motivou ou não, um aumento da concentração das seis frações de matéria particulada em suspensão na atmosfera local. As diferentes fases das atividades em questão permitiram também identificar quais foram as dimensões de matéria particulada em maior quantidade no ar, nas diferentes atividades.

A observação das concentrações das diferentes dimensões de matéria particulada, para o período total de atividade que englobou a “Concentração residual de matéria particulada”, Atividade 1,2 e 3, permitiu inferir que com o decorrer da execução das atividades de limpeza, as concentrações de matéria particulada apresentaram na sua maioria, valores de concentração constantes nas suas diferentes dimensões de MP0.5, MP1, MP2.5, MP5 e MP10 e MP total, com exceção dos períodos em que se realizaram os acontecimentos de lavagem exterior, nomeadamente de 12:12:16s e 12:22:16s, e de aspiração de interiores, compreendido de 12:43:58s e 12:49:18s.

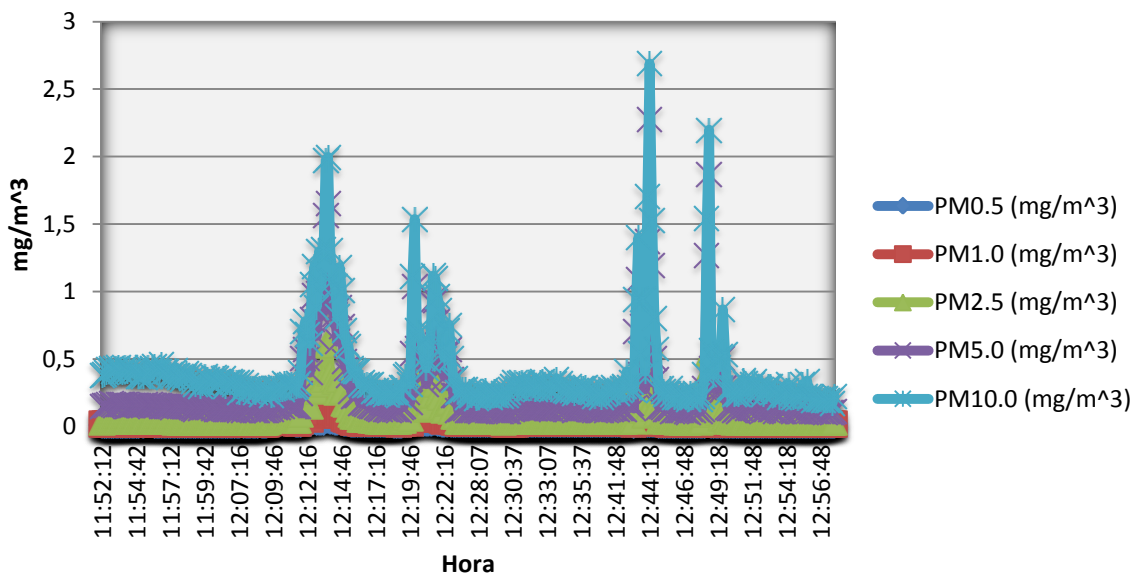


Figura 27 - Representação de diferentes dimensões de matéria particulada, no decorrer da atividade

Foram realizadas algumas associações sobre as concentrações de matéria particulada no centro de limpeza automóvel em questão, que não deveriam ser negligenciáveis (tanto quanto a dimensão PM 0.5, ou com outra designação mas de igual significado, MP0.5, variou de 0,010-0,019 mg/m³; a MP1 de 0,016-0,098 mg/m³; a MP2.5 de 0,031-0,639 mg/m³; a MP5 de 0,106-2,277 mg/m³ e a MP10 de 0,193-2,690 mg/m³, durante sensivelmente 1 hora), ilustradas na figura 27.

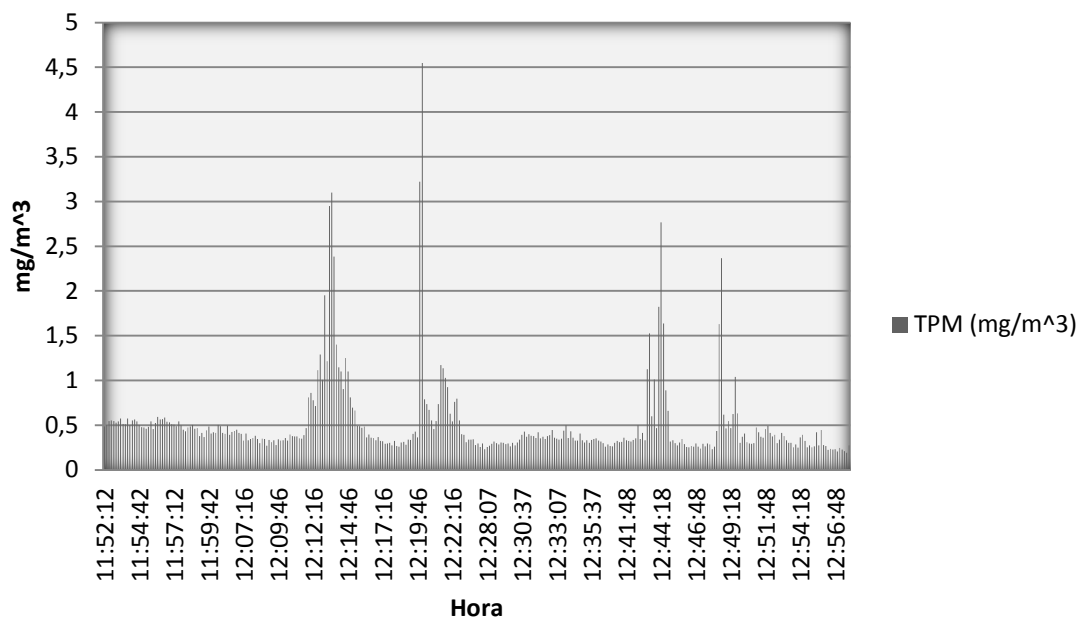


Figura 28 - Representação da matéria particulada total, no decorrer da atividade

A análise individual das MP total permitiu inferir que as suas concentrações variaram de 0,190-4,546 mg/m³, presentes na figura 28, e acompanharam de um modo geral, a tendência observada pelas outras dimensões de matéria particulada, demonstradas na figura 27. Contudo a concentração de pico para esta dimensão esteve presente no período (12:19:46s), divergindo das concentrações de pico observadas para as dimensões MP0.5, MP1, MP2.5, MP5 e MP10, nos períodos em que se realizaram os acontecimentos de lavagem exterior, ou seja de 12:12:16s e 12:22:16s, e de aspiração de interiores, compreendido de 12:43:58s e 12:49:18s.

3.2.1 - Concentração residual de matéria particulada

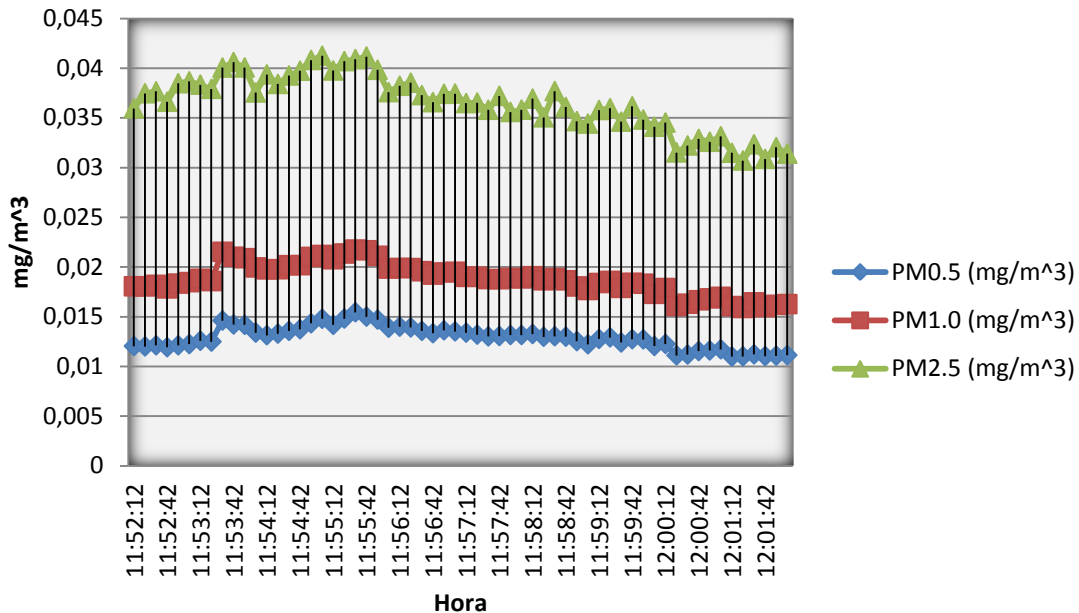


Figura 29 - Concentração residual de MP 0.5, 1.0 e 2.5

A “Concentração residual de matéria particulada” ilustrada na figura 29 correspondeu a um período sem atividade. Neste período de amostragem compreendido pelo intervalo temporal de 11:52:12s e 12:01:42s, as diferentes dimensões de matéria particulada permaneceram constantes e através das suas concentrações, foi possível deduzir que mesmo sem qualquer atividade de limpeza presente, existiram fontes internas geradoras de diferentes dimensões de matéria particulada, provavelmente indicativas da presença do tráfego automóvel constante nas imediações do PES, que indicou ser um dos fatores responsáveis pelo arrastamento da matéria particulada. A presença destas concentrações de MP foi em grande parte associada a uma hipotética taxa de ventilação insuficiente para o PES e consecutivamente para o centro de limpeza automóvel.

Os valores de concentração máxima alcançados para esta medição específica, demonstraram que as concentrações de MP0.5, MP1, MP2.5, MP5 e MP10 e MP total foram respetivamente 0,015 mg/m³; 0,021 mg/m³; 0,041 mg/m³; 0,159 mg/m³; 0,438 mg/m³ e 0,591 mg/m³.

Devido à similaridade dos valores de concentração de cada dimensão de matéria particulada, foram agrupados os dados de MP0.5, MP1, MP2.5 e de MP5, MP10, MP total em gráficos distintos, pretendendo-se assim facilitar a sua respetiva análise.

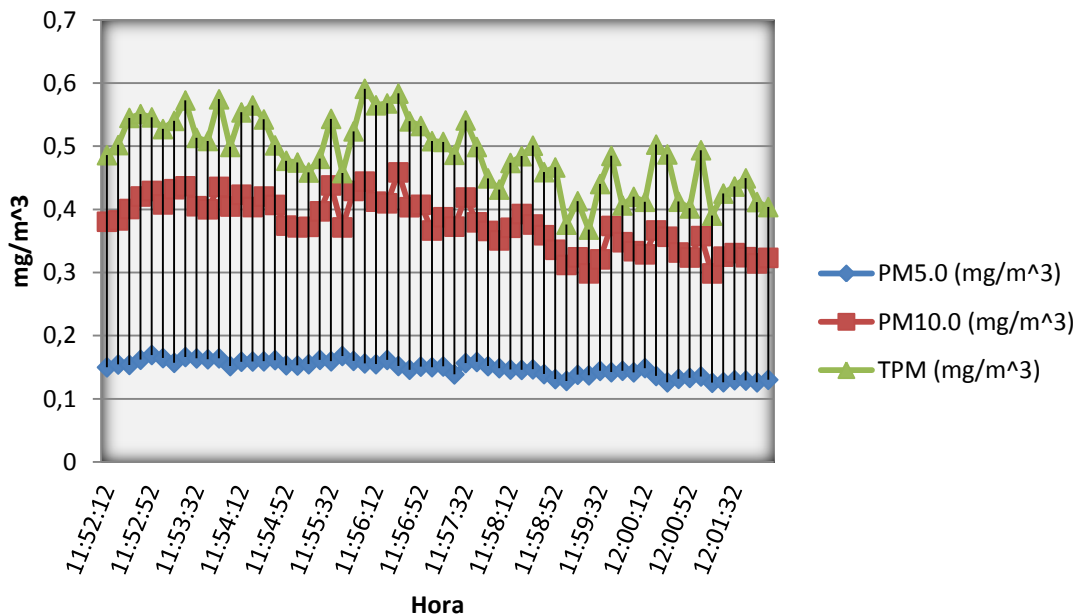


Figura 30 - Concentração residual de MP 5, 10 e MP total

As MP2.5 e MP 10 foram as dimensões que apresentaram as maiores concentrações no ar, no momento da medição residual, como foi possível visualizar na figura 30.

3.2.2 - Atividade 1

A Atividade 1, ilustrada na figura 31, foi abrangida pelo intervalo temporal de 12:07:16s e 12:22:16s, e destacaram-se alguns acontecimentos executados, como a aplicação do produto de limpeza para as jantes, produto de remoção de mosquitos e sujeira, champô de lavagem exterior e finalmente o enxaguar do exterior. Foram apresentados nas figuras 31 e 32, alguns dos períodos em que as variações foram pouco significativas, nomeadamente de 12:07:16s e 12:11:16s, e de 12:16:16s e 12:19:16s, em que se verificou claramente que a magnitude e a amplitude da gama de variação dos valores de concentração foi manifestamente reduzida.

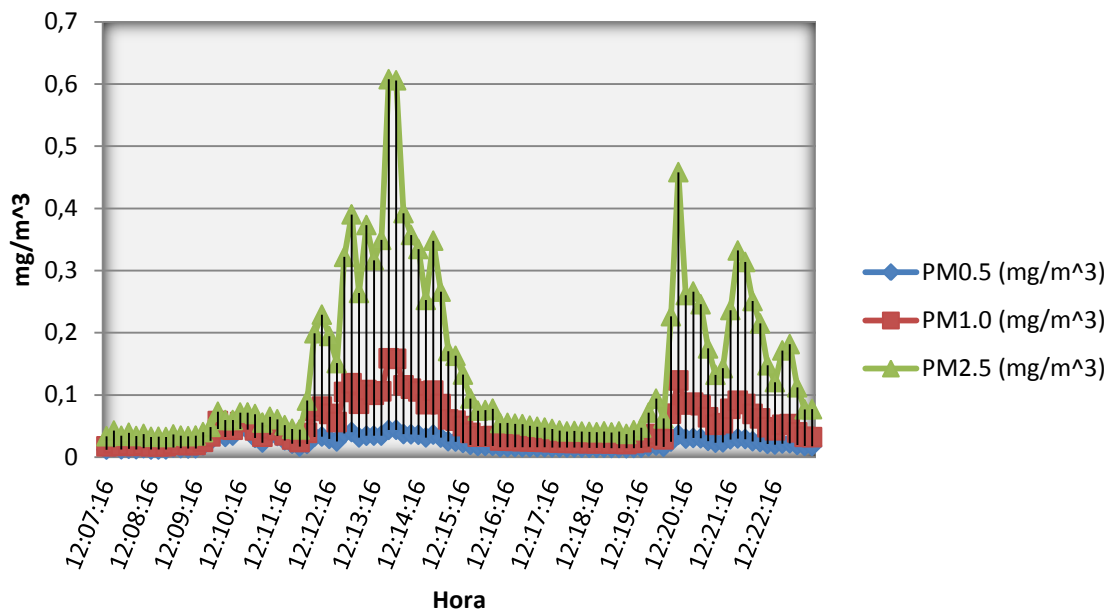


Figura 31 - Concentração da Atividade 1, das MP 0.5, 1.0 e 2.5

O mesmo não aconteceu no intervalo temporal correspondente de 12:12:16s e 12:15:36s que demonstrou um acréscimo evidente nas concentrações de MP0.5, MP1, MP2.5, que comparado com os valores de “Concentração residual de matéria particulada”, representou um aumento significativo, chegando mesmo a atingir os valores de pico de 0,043 mg/m³, 0,157 mg/m³ e 0,605 mg/m³ respetivamente. O intervalo anteriormente referido associou-se ao momento em que foi aplicado o champô de lavagem exterior, assim possibilitou-se a realização de uma relação de causa-efeito, com o aumento das várias concentrações de matéria particulada. A partir de 12:15:36s, seguiu-se um período em que houve um decréscimo significativo das concentrações, associado à paragem de aplicação do champô de lavagem exterior.

A atividade terminou com um enxaguar final sobre o exterior do veículo e foi evidente que a partir do período de 12:19:46s, houve um aumento demarcado dos valores de concentração. O autor considerou que além da aplicação do champô o enxaguar final também potenciou o aumento das diferentes concentrações de matéria particulada. As conclusões não foram tão lineares, mas os resultados sugeriram ter havido uma tendência em termos gerais, para o aumento dos valores obtidos com a realização destes acontecimentos.

Para as MP5, MP10 e MP total presentes na figura 32, a tendência foi claramente semelhante para os intervalos de variação acima referidos. De realçar os valores de pico para as MP5 de 1,653 mg/m³, no momento de 12:13:56s, para as MP10 de 1,996 mg/m³ no mesmo período. Para a MP total destacou-se a concentração de 4,546 mg/m³ no exato momento de 12:20:36s.

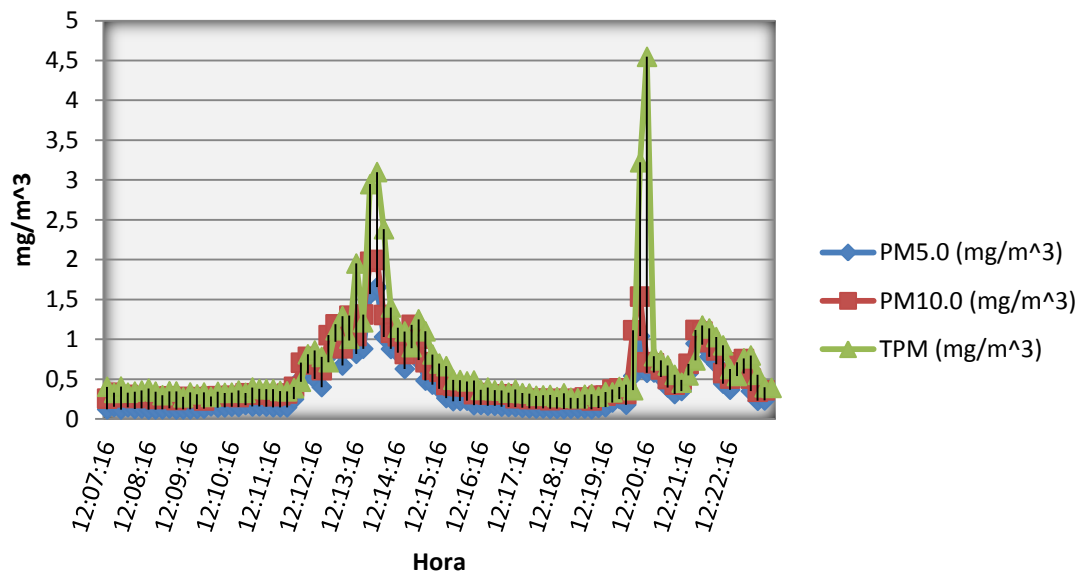


Figura 32 - Concentração da Atividade 1, das MP 5, 10 e MP total

Comparando com os valores de concentração nas diferentes dimensões de matéria particulada com os valores da “Concentração residual de matéria particulada”, considerou-se que os acontecimentos incluídos nesta atividade, como a aplicação do champô de lavagem exterior e o enxaguar final tiveram particular incidência sobre as diferentes dimensões da matéria particulada, que sofreram incrementos de concentração significativos.

3.2.3 - Atividade 2

A Atividade 2 inseriu-se num intervalo compreendido entre 12:26:37s e 12:52:18s, e destacaram-se os acontecimentos abrangidos pela atividades como a escovagem de tapetes, aspiração de interiores e aplicação do produto de limpeza do tablier.

Foi demonstrado nas figuras 33 e 34, alguns períodos em que as variações foram pouco significativas, ou seja, a magnitude e a amplitude da gama de variação dos valores de concentração foi manifestamente curta. O mesmo não aconteceu em dois períodos que se demarcaram significativamente dos restantes.

Avaliando a evolução temporal das concentrações de matéria particulada, constatou-se que os níveis de MP0.5, MP1, MP2.5, MP5, MP10 e MP total foram um reflexo da natureza e do regime de intensidade das atividades desenvolvidas ao longo das várias atividades de limpeza. A atividade foi iniciada com o retirar dos pertences e escovagem dos tapetes, que ao contrário do que era esperado, correspondeu à manutenção dos valores relativamente baixos. Era espectável que as concentrações de matéria particulada, fossem aumentar devido à suspensão de matéria particulada com origem no pó que estava presente nos tapetes do veículo, mas o facto de o trabalhador usar como prática comum a pulverização dos tapetes do veículo com água para evitar a suspensão pó no ar, pôde em parte, explicar a manutenção das concentrações da referida matéria particulada.

Durante a fase em que dominaram as ações de limpeza exercidas sobre o veículo, nomeadamente a aspiração de interiores, entendeu-se que a realização deste acontecimento teve particular incidência sobre os níveis das frações MP0.5, MP1, MP2.5, MP5 e MP10 e MP total, as quais sofreram incrementos de concentração significativos e daí se explicou os valores de pico para as diferentes dimensões de matéria particulada, nos intervalos temporais de 12:42:18s e 12:45:18s e de 12:48:18s e 12:50:18s, que corresponderam respetivamente à realização de aspiração de interiores e aspiração da bagageira.

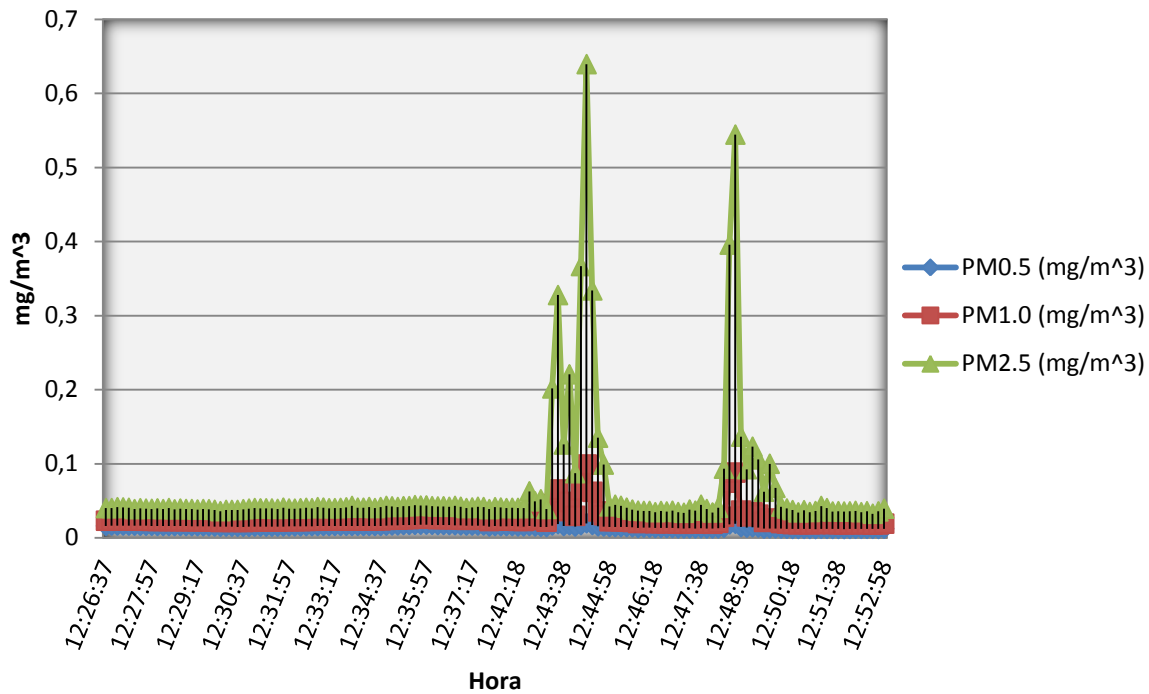


Figura 33 - Concentração da Atividade 2, das MP 0.5, 1.0 e 2.5

O período mais crítico durante a atividade coincidiu com a aspiração do habitáculo da viatura que ocorreu no intervalo compreendido entre 12:42:18s e 12:45:18s. Em particular, destacou-se o incremento das concentrações de MP0.5 para um valor de pico de 0,019 mg/m³; de MP1 para 0,098 mg/m³; de MP2.5 para os 0,639 mg/m³; de MP5 para os 2,277 mg/m³ e 2,690 mg/m³ para a MP10. A MP total apresentou um valor de pico de 2,765 mg/m³. Estes valores sugerem claramente que as emissões de matéria particulada de dimensão MP5 e MP10 apresentaram concentrações superiores às restantes frações, como foi possível consultar nas figuras 33 e 34.

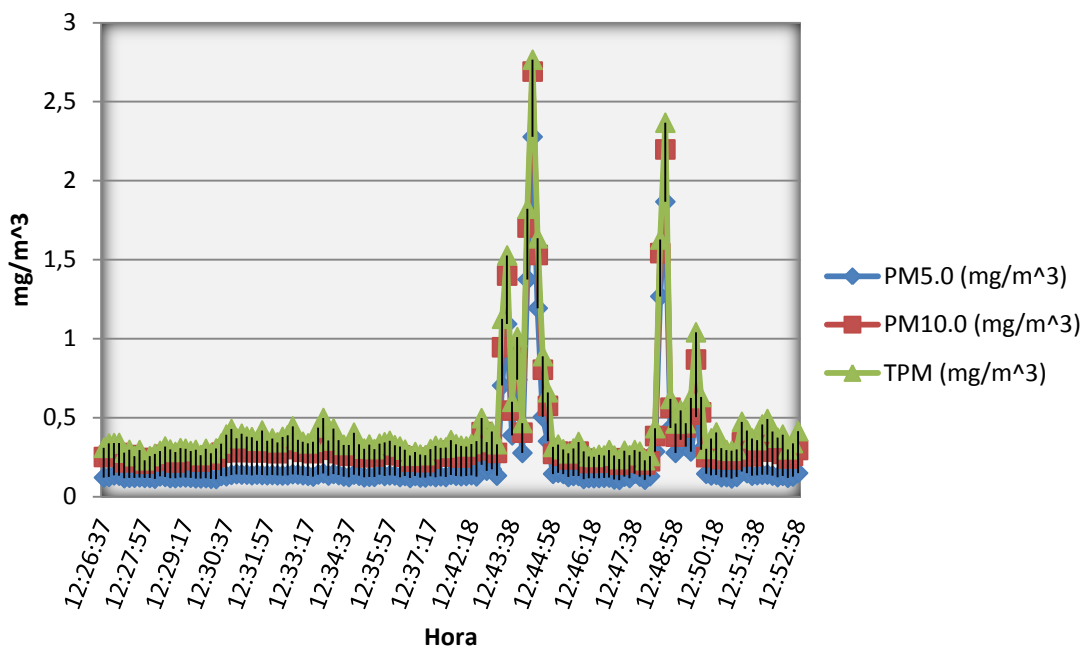


Figura 34 - Concentração da Atividade 2, das MP 5, 10 e MP total

Como era esperado o cessar da aspiração do habitáculo da viatura, a partir de 12:44:58s fez com que os níveis de matéria particulada sofressem um decréscimo substancial, para concentrações similares às registadas anteriormente. O intervalo temporal correspondente de 12:48:18s e 12:50:18s, demonstrou novamente um acréscimo evidente das concentrações, claramente provocado pela aspiração da bagageira. Desta vez com valores de concentração menores, em relação ao intervalo correspondente à aspiração de habitáculo, contudo destacou-se o incremento das concentrações de MP0.5 para um valor de pico de 0,018 mg/m³; de MP1 para 0,088 mg/m³; de MP2.5 para os 0,544 mg/m³; de MP5 para os 1,866 mg/m³ e 2.197 mg/m³ para as MP10. A MP total apresentou um valor de pico de 2,366 mg/m³. Novamente evidenciou-se que as emissões de matéria particulada das frações de MP5 e MP10 apresentaram concentrações superiores.

Para o autor, foi expectável uma redução global de emissão de matéria particulada a partir do momento em que se concluíssem as ações aspiração, 12:52:58s, a verdade é que mesmo com essa diminuição, continuaram-se a desenvolver atividades múltiplas suscetíveis de introduzirem quantidades de matéria particulada, provavelmente indicativas da presença do tráfego automóvel constante no PES.

3.2.4 - A atividade 3

A Atividade 3 foi abrangida entre o intervalo de 12:53:08s e 12:57:48s, e demarcaram-se os acontecimentos de retoque final, aplicação de abrillantador de pneus e limpeza de sujidade das jantes.

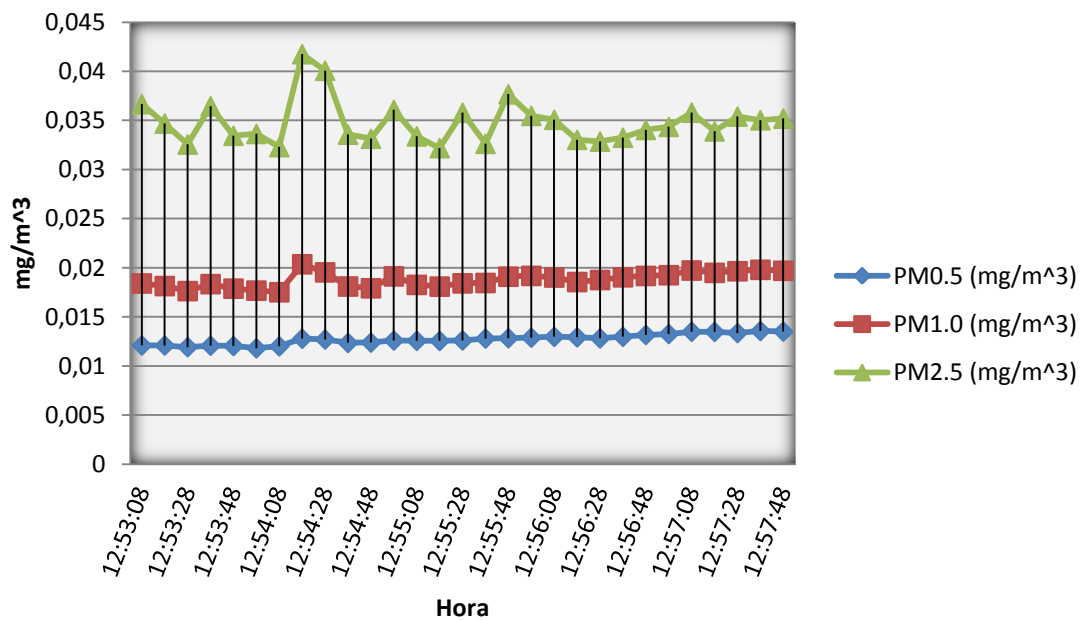


Figura 35 - Concentração da Atividade 3, das MP 0.5, 1.0 e 2.5

A consulta dos dados permitiu destacar que as concentrações de matéria particulada foram relativamente constantes, o que tornou difícil a possível associação a qualquer tarefa desenvolvida nesta atividade. Novamente destacou-se que as emissões de matéria particulada das frações de MP5 e MP10 apresentaram concentrações superiores.

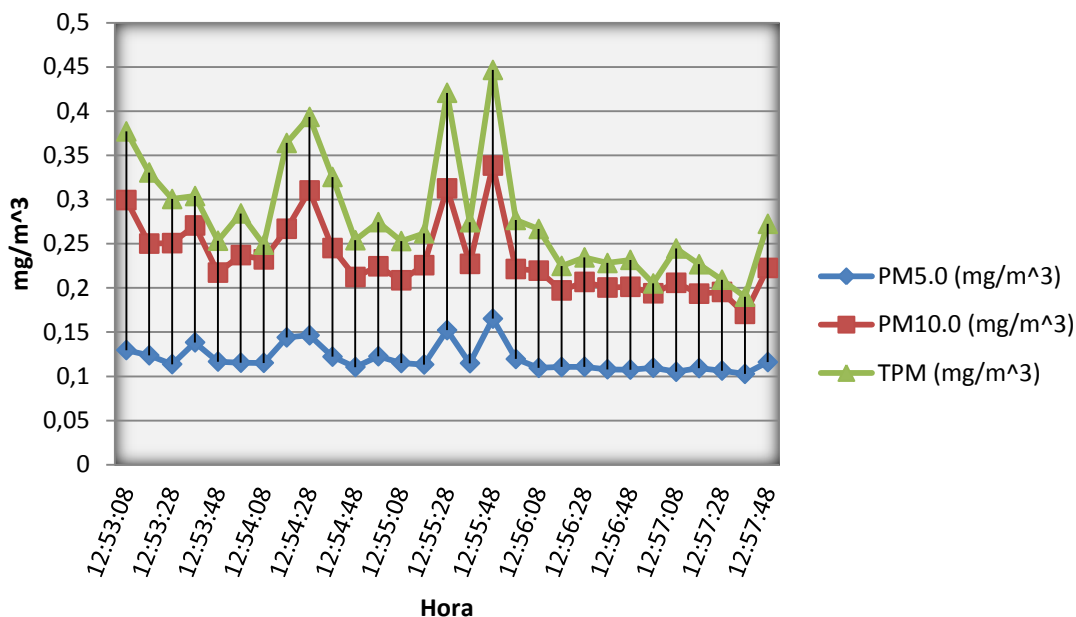


Figura 36 - Concentração da Atividade 3, das MP 5, 10 e MP total

Importou também referir que os valores de concentração presentes na atividade 3 foram os que mais se assemelharam às concentrações presentes na “Concentração residual de matéria particulada” o que indicou que a atividade 3 foi a atividade que gerou menor concentração de matéria particulada. Verificou-se também através das figuras 35 e 36, a ausência de acontecimentos que originassem a criação e a ressuspensão dos picos de concentração das várias frações de matéria particulada.

4 - Discussão de Resultados

A abordagem utilizada no presente estudo poderá considerar-se como um dos meios de intervenção em Segurança e Higiene do Trabalho, centrando-se nas ações necessárias à caracterização da exposição a agentes químicos num contexto ocupacional.

O desenvolvimento sistematizado das intervenções da presente investigação foi, assim, programado e implementado de modo a alcançar os propósitos definidos. Globalmente tentou-se garantir a resposta aos seguintes objetivos primordiais: *o conhecimento das atividades desenvolvidas na limpeza automóvel; o conhecimento das atividades de limpeza que envolvem maior exposição aos poluentes em estudo; análise da possível influência da envolvente do parque de estacionamento subterrâneo na exposição aos poluentes em estudo e por fim a identificação de possíveis medidas de eliminação e/ou controlo dos poluentes.*

A delineação dos objetivos essenciais de investigação do presente estudo de caso possibilitou o desenvolvimento de uma discussão de resultados no seguimento da linha de orientação das seguintes questões de investigação:

Q1. Quais as atividades desenvolvidas na limpeza automóvel?

Q2. Quais as atividades que envolvem maior exposição a COV's e matéria particulada?

Q3. Qual a influência da envolvente do parque de estacionamento na exposição aos poluentes em estudo?

Q4. Quais as possíveis de eliminação e/ou controlo possíveis de adotar?

O objetivo do presente estudo, abrangeu maioritariamente a realização de um diagnóstico da concentração dos parâmetros COV's totais e matéria particulada no decorrer da atividade de limpeza automóvel, mediante *screening measurements*, vulgarmente designadas de medidas de triagem, que foram realizadas com o propósito de obtenção de informações quantitativas relativamente grosseiras dos níveis de exposição, identificando a existência de um problema de exposição e, em caso afirmativo, estimando a respectiva importância, através da recolha de informações sobre o perfil provável da concentração dos agentes químicos no ar, identificação dos locais e dos períodos de ocorrência de exposição elevada, recolha de informações sobre a

localização e a intensidade das fontes emissoras estimando a eficácia da ventilação ou de outras medidas técnicas definidas na Norma Portuguesa NP 482:2008 – “Requisitos gerais do desempenho dos procedimentos de medição de agentes químicos” (Instituto Português da Qualidade, 2008). Foi importante referir que tanto para os COV’s totais como para a matéria particulada, a sua hipotética comparação com algum tipo de VLE, emanada pela Norma Portuguesa NP 1796:2007 – “Valores limite de exposição profissional a agentes químicos existentes no ar dos locais de trabalho” (Instituto Português da Qualidade, 2007), foi dificultada pela impossibilidade de comparação das concentrações dos COV’s totais amostrados, com algum tipo de VLE presente na referida norma, devido ao fato dos COV’s totais, não resultarem de nenhuma recomendação oficial ou diretriz, o que condicionou qualquer conclusão definitiva com base neste indicador, por si só.

A dificuldade descrita anteriormente foi igualmente sentida com a matéria particulada, resultante do facto de apenas serem fornecidas recomendações deste indicador, maioritariamente como uma linha de orientação do que propriamente como um VLE, em virtude de não existir ainda informação em quantidade suficiente para cumprimento do requisito que conduziu ao estabelecimento de um VLE, visto que para constitui-lo, seria necessária a evidência de uma quantidade de informação suficiente para a sua recomendação, o que não acontece atualmente para o caso da matéria particulada, visto que os dados existentes são reduzidos. Contudo a Norma Portuguesa NP 1796:2007 – “Valores limite de exposição profissional a agentes químicos existentes no ar dos locais de trabalho” referiu que a ACGIH está convicta que mesmo a matéria particulada biologicamente inerte, insolúvel, ou fracamente solúvel possa originar efeitos adversos e recomendou que as suas concentrações no ar, devem ser mantidas abaixo de 3 mg/m³ para a matéria particulada respirável (< 2.5 µm) e de 10 mg/m³ para a matéria particulada inalável (< 10 µm) até que se verifique o estabelecimento de um VLE.

A caracterização da exposição profissional a um agente químico visa obter um determinado conhecimento que justifique o desenvolvimento de ações preventivas, importando clarificar o modo como a exposição se desenvolve e as variáveis que a influenciam. O mesmo é dizer que importa conhecer a atividade concreta dos operadores (aquilo que na realidade fazem), quando e enquanto confrontados com as atividades que têm que desempenhar para permitir a caracterização da exposição a um fator de risco e, mais tarde, identificar as medidas de prevenção e/ou proteção mais adequadas (Faria, 1987; Serranheira et al., 2009). No presente estudo foi considerada cada situação real de trabalho, mediante a observação da atividade, com o objetivo de a decompor em acontecimentos distintos e sucessivos, procurando identificar todos os detalhes envolvidos, designadamente no que respeita às variáveis humanas, ambientais, técnicas e organizacionais que contribuíssem para a exposição a COV's totais e matéria particulada. Foi assim possível constatar a influência que alguns acontecimentos representaram na exposição ocupacional, nomeadamente a aplicação de alguns produtos de limpeza e algumas práticas de trabalho, que influenciaram as concentrações tanto dos COV's totais como da matéria particulada, que através do momento em que ocorreram, permitiram atribuir uma causalidade-efeito dessas praticas envolvidas e dos acontecimentos de trabalho, presentes nas diferentes atividades contempladas, com as respetivas variações das concentrações deste poluentes.

“Q1. Quais as atividades desenvolvidas na limpeza automóvel?”

Uma das questões de investigação neste estudo de caso consistiu na identificação das atividades desenvolvidas na limpeza automóvel. Deste modo, foi efetuada uma observação direta das atividades no local em estudo, que permitiu a definição concreta da totalidade dos processos envolvidos. As modalidades presentes no centro de limpeza foram apresentadas na tabela 3 e foram constituídas pelos diferentes acontecimentos.

Tabela 3 - Diferentes tipos de atividades desempenhadas na limpeza automóvel

A Lavagem Exterior

- *Lavagem Exterior da viatura, com aplicação de Champô, produto que remove mosquitos e limpa Jantes. Limpeza das Calhas das portas. Aplicação de um repelente de sujidade.*

Aspiração e Limpeza de Interiores

- *Aspiração do interior do veículo, dos estofos, da bagageira, Aplicação de Produtos para Limpeza do Tablier e de todos os pós existentes, Limpeza de jantes, abrillantador de pneus e sanificação de interiores. Limpeza do interior dos vidros.*

Lavagem & Aspiração

- *Lavagem Exterior da viatura, com aplicação de Champô, produto removedor de mosquitos e limpa Jantes. Limpeza exterior e interior dos vidros, das calhas das portas, dos tapetes, aspiração do interior do veículo, dos estofos, da bagageira, Limpeza do Tablier e de todos os pós existentes, Limpeza de jantes, abrillantador de pneus e sanificação de interiores.*

Lavagem Estofos

- *É feita uma aspiração ao veículo e de seguida uma Lavagem total de todos os estofos através de uma máquina especializada para o efeito que aplica água e o produto próprio para a limpeza, ao mesmo tempo que faz a aspiração do mesmo.*

Lavagem Painéis Porta

- *Limpeza dos plásticos das portas bem como dos painéis com um produto específico para o efeito.*

Higienização Interior

- *Aspiração do interior do veículo, Lavagem dos estofos, da bagageira, Aplicação de Produtos para Limpeza do Tablier e de todos os pós existentes, sanificação de interiores. Limpeza do interior dos vidros. Lavagem Painéis Porta, lavagem e aspiração do Tecto, Lavagem e Aspiração das Alcatifas.*

“Q2. Quais as atividades que envolvem maior exposição a COV’s e matéria particulada?”

Na prossecução de outro propósito, objetivou-se o conhecimento das atividades que envolveram uma maior exposição a COV’s e a matéria particulada durante a realização de atividades de limpeza no centro de limpeza automóvel em estudo. No seguimento da linha de orientação de apresentação dos resultados obtidos, inicialmente foram apresentadas as atividades de limpeza que apresentaram a maior exposição a COV’s totais e seguidamente as atividades de limpeza alusivas a uma maior exposição a matéria particulada.

Q 2.1 - COV’s

Durante a realização das medições ambientais foi possível identificar através da “Concentração Residual de COV’s totais”, que as exposições a COV’s totais estiveram presentes no ar antes da execução das atividades de limpeza, o que indicou assim existir algum tipo de exposição dos trabalhadores do centro de limpeza automóvel, visto que estiveram expostos a COV’s, mesmo sem a influência da realização sua atividade. A medição de exposição quantitativa, denominada, “Concentração Residual de COV’s totais” foi considerada como o principal referencial de comparação com as diferentes atividades desempenhadas, pretendendo-se assim perceber as atividades que apresentaram as concentrações em quantidades superiores.

As medições ambientais também permitiram identificar os acontecimentos e as atividades que envolveram as exposições mais críticas, ou seja, com o maior valor de concentração máxima. Assim inferiu-se que os momentos críticos em matéria de exposição para os COV’s totais, foram expressamente associados aos períodos de aplicação do produto de limpeza de jantes e do produto de limpeza de tabliers, com as respetivas concentrações de pico de 1,12 ppm e 1,30 ppm, presentes nas atividades 1 e 2 respetivamente. Na visualização das figuras 24 e 25, foi evidente a influência do aparecimento das concentrações relevantes destes dois produtos em comparação com os valores de concentração residuais, e foi equacionada a hipótese de que as exposições de maior intensidade a COV’s totais no local de trabalho fossem esperadas durante o uso da maioria dos produtos de limpeza, pois eles contêm concentrações relevantes de variados COV’s na sua constituição. Contudo foram aplicados vários produtos de limpeza nas diferentes atividades e as concentrações de COV’s totais não apresentaram o mesmo

comportamento em todos os produtos aplicados. Assim equacionou-se que a exposição a matéria particulada de constituintes voláteis e não voláteis possa ter sido facilitada durante a pulverização do produto de limpeza, que explicou alguns valores de picos de COV's totais, visto que os produtos que apresentaram maiores valores de concentração foram aplicados mediante um pulverizador. Os piores cenários de exposição podem acontecer quando várias ações de limpeza, como por exemplo a lavagem e a pulverização, são realizadas em espaços pequenos e mal ventilados (Bello et al., 2010), como o espaço interior de um veículo incrementado pelo facto de estar inserido num PES.

Existem vários compostos de interesse, em particular aqueles que são emitidos mediante produtos em forma de *spray*, para fins de limpeza. Foi recentemente concluído que não existe o estabelecimento de um limite seguro para sintomas respiratórios agudos decorrentes de produtos de pulverização (Vernez et al., 2006). Segundo o estudo de (Zock et al., 2007) há uma associação entre o uso de produtos em forma de *spray* e a incidência de sintomas de asma. Esta associação foi predominantemente ligada a alguns produtos de limpeza e à sua forma de aplicação em *spray*, similar com a pulverização, com o aumento do risco, mediante a frequência de uso ou número de diferentes *sprays*. Os números relevantes de casos de asma em adultos podem estar relacionados com o uso de *sprays* de limpeza, indiciando assim uma importante questão de saúde pública e neste caso ocupacional. A exposição relevante por inalação aos constituintes voláteis destes produtos depende da diluição utilizada, da superfície para a qual está a ser aplicada, temperatura ambiente, entre outros fatores. Foi plausível que a aplicação de uma típica pulverização conduzisse a um certo grau de exposição relevante por inalação. No entanto, existem poucos dados disponíveis para descrever os padrões de exposição associados ao uso de diferentes produtos de limpeza, e existem poucos estudos experimentais sobre as emissões e exposições, que maioritariamente se concentram fortemente nos COV's após a aplicação de produtos de limpeza (Wolkoff et al., 1998; Nazaroff et al., 2004; Fedoruk et al., 2005). Os resultados alcançados por (Zock et al., 2007) são consistentes com estudos epidemiológicos ocupacionais, em que o aumento de risco de asma foi relacionado com uso profissional de *sprays* entre trabalhadores de limpeza domésticos (Medina-Ramon., et al 2005; Zock et al., 2001) e não-domésticos (Nielsen et al.,1999). Os *sprays* de limpeza podem conter sensibilizadores tais como desinfetantes, aminas, pineno ou limoneno (Wolkoff et al., 1998; Nazaroff et al., 2004) e, portanto, poderá haver um papel na sensibilização específica dos trabalhadores de limpeza, por parte destes constituintes, resultando no aparecimento de sintomas de asma. Há uma crescente aceitação da possibilidade de que a exposição recorrente a substâncias irritantes no trato respiratório poderá resultar em asma (Balmes, 2002).

As concentrações de COV's totais foram em parte, influenciadas pelo padrão de uso do produto de limpeza, que incluiu o modo como foi aplicado, a quantidade de produto utilizado, a sua diluição e a frequência de aplicação. As emissões, concentrações, exposições, e a constituição de constituintes perigosos nos produtos de limpeza usados, foram potenciados por fatores humanos e neste caso o facto de o trabalhador de limpeza pulverizar estes produtos, fez com que houvesse um aumento das concentrações de COV's totais. O modo de aplicação do produto pôde influenciar o período de emissão e, possivelmente, a quantidade total emitida dos COV's totais. Dependendo do modo de aplicação, foram emitidos na totalidade ou apenas uma parte desses constituintes (Wooley et al., 1990). Para além de influenciar a quantidade total libertada, o modo de utilização, juntamente com as propriedades físico-químicas do componente volátil podem afetar a temporização das emissões. Estudos sugerem que a libertação de emissões de éter de glicol a partir de produtos de limpeza aquosos ocorre lentamente ao longo de horas ou mesmo alguns dias após a aplicação (Gibson et al., 1991; Zhu et al., 2001). Se geralmente for verdade, tal comportamento teria o efeito de reduzir as exposições de pico durante as atividades de limpeza, mas provocaria o aumento da exposição dos ocupantes do espaço envolvente após limpeza, o que indica que os trabalhadores também seriam afetados.

Seria de esperar que os vários acontecimentos realizados consecutivamente gerariam uma exposição a maiores concentrações de COV's totais, exigindo assim mais tempo de decaimento até níveis residuais. Os resultados alcançados sugerem que existe potencial de exposição, não apenas para os trabalhadores envolvidos com a atividade de limpeza, mas também para os indivíduos que estão presentes no local circundante, após a atividade de limpeza. Contudo são necessárias mais investigações quantitativas para os vários cenários do mundo real, visto que são fundamentais para avaliar as exposições após a limpeza.

As concentrações de COV's totais medidos no estudo de (Bello et al., 2010) demonstraram que após a limpeza, as exposições podem afetar não apenas os trabalhadores envolvidos na limpeza, mas também outros ocupantes no local. As concentrações de COV's totais alcançados por (Bello et al., 2010), demonstraram ainda que os perfis de concentração de algumas atividades de limpeza, em tempo real, aumentaram continuamente com o avançar do tempo, durante o desempenho de diferentes atividades, atingindo o seu valor de pico no final do período de limpeza. As concentrações de COV's totais diminuíram exponencialmente com o cessar das atividades, até se aproximarem das concentrações residuais. O mesmo fenómeno foi encontrado nos resultados obtidos neste estudo de caso, nomeadamente na atividade 3, em

que as concentrações de COV's totais se igualaram com as concentrações residuais, como foi representado na figura 26. O estudo de (Bello et al., 2010) descreve também que os perfis de concentração em tempo real dos COV's totais após a finalização de atividades de limpeza, indicaram que foram precisos mais de 20 minutos após a limpeza, para as concentrações atingirem os níveis residuais, diferindo dos resultados obtidos neste estudo de limpeza automóvel, visto que as concentrações aproximaram-se dos níveis residuais, no momento em que ainda se realizavam as atividades de limpeza.

Os produtos de limpeza que foram usados, na sua maioria, continham diversas fragrâncias. Como foi possível entender através da bibliografia consultada, os aditivos mais comuns nos agentes de limpeza são os perfumes, que são adicionados para introduzirem um odor agradável ou para atenuar odores desagradáveis, no entanto, alguns são descritos como alérgenos (Wolkoff et al., 1998). A exposição a fragrâncias e perfumes foi um tema de interesse especial, pois eles podem causar emissões secundárias, devido a reações com oxidantes presentes no ar interior, por exemplo os terpenos, uma família de produtos químicos comuns em fragrâncias, que reage com o ozono que é transportado a partir do ambiente exterior para o ambiente interior por ventilação, gerando assim muitos poluentes secundários, tais como o formaldeído (Wolkoff et al., 1998). Estas reações secundárias podem produzir matéria particulada ultrafina de gases e aerossóis, que pode ser responsável pelos sintomas de irritação das vias respiratórias (Wainman et al., 2000; Wolkoff et al., 2006). Outra consideração importante relacionada com a utilização das fragrâncias em produtos de limpeza foi a presença do odor durante e após a limpeza. Mesmo a baixas concentrações, a presença de compostos com limiares de odor baixo podem causar alguma irritação perceptível das vias respiratórias devido ao odor incômodo (Wolkoff et al., 2006). Existe uma relação dos sintomas de doença pulmonar obstrutiva com a utilização de produtos de limpeza domésticos (Medina et al., 2006), concluindo que a exposição a certos produtos de limpeza irritantes agravava os sintomas de asma ou bronquite crônica. Em 2004, (Nazaroff et al., 2004) publicaram uma tabela com 13 associações relacionadas com asma e alergias provenientes da utilização de produtos de limpeza. Os mesmos autores indicaram alguns estudos recentes em Espanha, Finlândia, Brasil, e em vários estados nos EUA que apontam para um aumento da prevalência de asma relacionada com o trabalho entre os trabalhadores de limpeza.

O estudo de (Bello et al., 2010) indicou a obtenção de variações entre as 0,02-6,49 ppm para concentrações médias dos COV's, em períodos com 10 minutos. Por seu lado, as concentrações de pico observadas para cada um dos acontecimentos variou de 0,14 - 11 ppm. Em geral, as concentrações diversificaram-se dependendo do tipo de atividades, tamanho dos locais em que se realizaram, o estado de ventilação, e da taxa de diluição do produto de limpeza utilizado. Os resultados quantitativos dos COV's totais no ar (Bello et al., 2010) sugeriram que as atividades de limpeza comuns contribuem para uma má qualidade do ar e podem apresentar um risco de efeitos adversos à saúde.

No estudo de caso da limpeza automóvel, através dos resultados pelas medições ambientais, importou salientar que as diferentes atividades variaram entre os 4 e os 32 minutos, e as suas concentrações médias variaram de 0,67 - 0,89 ppm, consoante as atividades envolvidas. No entanto, as concentrações entre o mínimo e o máximo variaram de 0,62 - 1,30 ppm, pelo que indicou claramente que os resultados obtidos, apresentaram uma manifesta redução na variação de concentrações em comparação com os resultados alcançados pelo estudo de (Bello et al., 2010).

As concentrações de pico mais relevantes para os COV's totais foram de aproximadamente 11 ppm e de sensivelmente 6 ppm para uma média de 10 minutos, e foram medidos quando o líquido de limpeza de uso geral foi utilizado num local de dimensões reduzidas e sem ventilação (Bello et al., 2010). A quantidade de produtos utilizados não variou muito entre as atividades. O estudo de caso da limpeza automóvel, por seu lado, indicou que as concentrações de pico mais relevantes, foram detetadas durante a limpeza num local de dimensões reduzidas e sem ventilação, o fenómeno foi concordante com os resultados obtidos, visto que a concentração de pico (1,30 ppm) foi obtida no momento da aplicação do produto de limpeza do tablier, dentro do interior do veículo, que possuía dimensões reduzidas e acresceu o facto de se ter questionado a qualidade da ventilação do espaço envolvente. As concentrações de pico foram relevantes nos locais de menor dimensão e os perfis dos COV's totais mostraram, um aumento da concentração, dependendo das dimensões reduzidas do local em que foi aplicado o produto de limpeza. A variabilidade das concentrações dos COV's totais foi equacionada com a sua relação com a mistura de ar ventilado e a influência do trabalhador que realizou a atividade. Foi também relevante, contemplar que a exigência da atividade de limpeza variou consoante o nível de sujidade do veículo, o que hipoteticamente fez desencadear a necessidade de aplicação de

maior quantidade de produto de limpeza, que na opinião do autor potenciou o aumento das concentrações dos COV's totais medidos.

No seguimento da linha de orientação do estudo de (M. Sarper, 2009) a presença dos COV's totais durante as horas de trabalho, foi atribuída aos produtos de limpeza usados, ao tipo de ventilação usada e ao grande número de ocupantes. No período experimental, as superfícies de alguns locais foram limpas e depois esses mesmos locais, foram mantidos fechados durante as horas de folga e fins-de-semana, enquanto outros locais foram mantidos abertos por 24 horas. A influência do local estar encerrado até o dia seguinte e o facto de se assumir a emissão dos materiais de construção das paredes pode ter contribuído para a elevação dos níveis COV's totais.

Embora as normas ocupacionais e ambientais para COV's totais para o ar interior não tenham sido estabelecidas, (Molhave, 1991; Molhave et al., 1997) propuseram que a preocupação crescente dos efeitos na saúde relativamente aos COV's totais, fosse estabelecida mediante: um intervalo de conforto ($<0,2 \text{ mg/m}^3$), um intervalo de exposição multifatorial ($0,2\text{-}3 \text{ mg/m}^3$), um intervalo de desconforto ($3\text{-}25 \text{ mg/m}^3$) e um intervalo tóxico ($> 25 \text{ mg/m}^3$). As concentrações resultantes das medições ambientais foram apresentadas em ppm, o que dificultou a categorização das atividades contempladas. Além disso, (Molhave et al., 1997) recomendaram que, se um detetor de leitura direta indicasse concentrações acima de $0,3 \text{ mg/m}^3$, que seriam requeridas avaliações de exposição mais detalhadas, sugerindo que a limpeza pode contribuir para o aumento significativo da má qualidade do ar interior.

Os resultados encontrados foram indicativos de concentrações de pico como 1,30 ppm, embora não diretamente comparáveis com algum de VLE emanado pela Norma Portuguesa NP 1796:2007 – “Valores limite de exposição profissional a agentes químicos existentes no ar dos locais de trabalho”, poderiam ser de hipotética comparação com os intervalos de exposição definidos por (Molhave, 1991; Molhave et al., 1997) mas inicialmente não foi possível converter os COV's totais apresentados em ppm para mg/m^3 . Assim foi de difícil consideração a existência de efeitos adversos para a saúde, apesar das substâncias em questão, não serem inócuas, pelo que justificavam uma avaliação mais aprofundada na atividade de limpeza. Contudo o estudo de (Bello et., 2010), referiu que as suas concentrações de pico foram convertidas para mg/m^3 , usando como equivalente o composto (Isobutileno), e assim referiu haver uma variação de $0,66\text{-}26 \text{ mg/m}^3$, indicando que as concentrações registadas foram

abrangidas na sua maioria pelo intervalo de desconforto (3-25 mg/m³). Este estudo indicou que as soluções de limpeza são suscetíveis de produzir uma exposição de pico significativa a COV's totais, e ainda sugeriu que a aplicação de produtos mais concentrados (por exemplo > 3%) em áreas de pouca ventilação pode ser motivo de preocupação, o que remete para um cuidado especial com as concentrações dos variados produtos, como foi anteriormente referido. Os resultados obtidos por (Bello et., 2010; M. Sarper, 2009) indicam claramente que numa perspetiva de se atenuarem os efeitos decorrentes da exposição a COV's totais, se deverá ter em especial atenção à qualidade da ventilação do local, tempos de exposição profissional, constituição e diluição dos produtos de limpeza, ocupação e materiais de construção do local envolvente.

Através de outras metodologias de abordagem, foi demonstrado no estudo de (M. Sarper, 2009) que o limite aceitável para os COV's totais definido pela EPA e pela WHO era de 3 ppm (American Society of Heating, 2004; WHO, 2008; Washington State Department of Health, 2003). As concentrações de COV's totais foram registadas acima de 1 ppm em salas comuns de espera e abaixo de 1 ppm noutros locais de medição. O limite de segurança de 3 ppm definido pela WHO e pela EPA nunca foi ultrapassado, em nenhum momento durante o dia (M. Sarper, 2009). Este foi o estudo consultado na pesquisa bibliográfica em que as concentrações de COV's totais, mais se aproximaram do estudo de caso referente aos profissionais de limpeza em PES, e indicou que através do "*European Collaborative Action*" (ECA-IAQ 1992) a possibilidade de classificação dos níveis de concentração dos COV's totais em quatro faixas de exposição: a faixa de conforto (<ppm 0,08), uma faixa de exposição multifatorial (0,08-1,06 ppm), uma faixa de desconforto (1,06-8,86 ppm), e um intervalo tóxico (> 8,86 ppm).

Das concentrações obtidas por este estudo de caso, realçou-se que nenhuma atingiu o limite de segurança de 3 ppm definido pela WHO e EPA, e por outro lado, que nenhuma se enquadrou na faixa de conforto (<ppm 0,08). A predominância das concentrações obtidas nos diferentes momentos enquadrou-se na faixa de exposição multifatorial (0,08-1,06 ppm), contudo destacou-se a concentração de 1,12 ppm, alusiva à aplicação do produto de limpeza das jantes presente na atividade 1, que se inseriu na faixa de desconforto (1,06-8,86 ppm). O mesmo aconteceu com as concentrações de 1,14; 1,30; 1,11 e 1,24 ppm, resultantes da aplicação do produto de limpeza do tablier, da atividade 2, ambas enquadradas na faixa de desconforto (1,06-8,86 ppm).

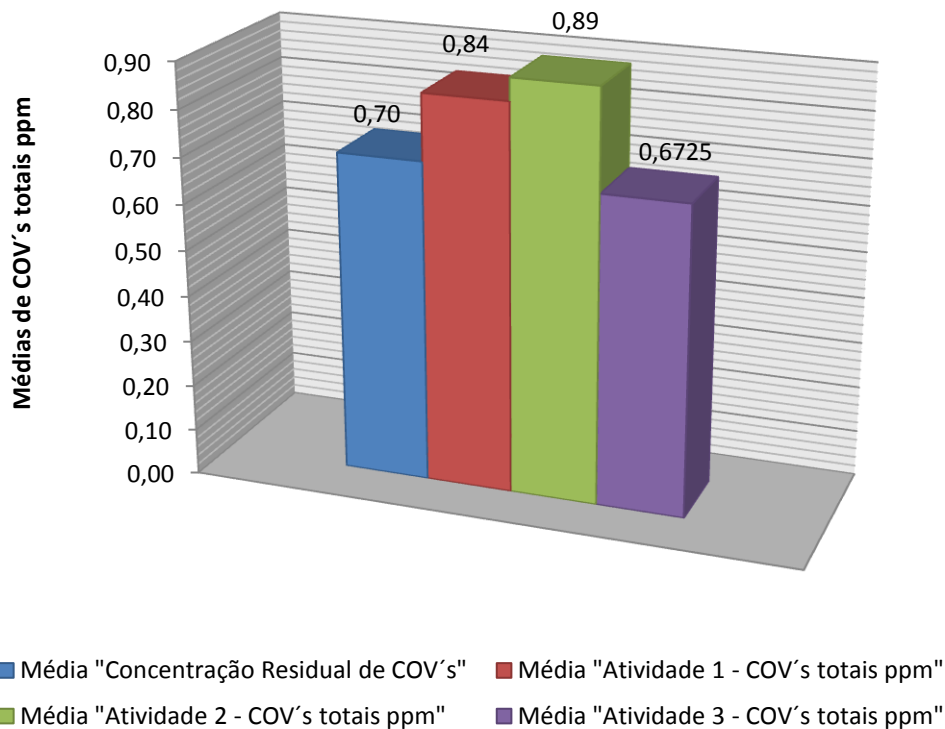


Figura 37 - Média de COV's totais presentes na Concentração Residual, Atividade 1,2 e 3

Comparando os valores médios das diferentes atividades com a “Concentração de COV's residuais” presente na figura 37, foi notório que as atividades 2 e 1 apresentaram os valores médios superiores, o que por consequência indicou um maior fator de exposição a COV's totais. No entanto destacou-se a atividade 2, que foi a atividade que representou o maior valor médio de concentração de COV's totais, indicando assim, que foi a atividade que desencadeou uma maior exposição a este poluente para os trabalhadores de limpeza. Através das concentrações médias apresentadas, foi possível deduzir que tanto a “Concentração Residual de COV's” (0,70 ppm), como as atividades 1 (0,84 ppm), atividade 2 (0,89 ppm) e atividade 3 (0,67 ppm) se enquadram na faixa de exposição multifatorial (0,08-1,06 ppm). O que permitiu ao autor apenas categorizar as atividades e os momentos de medição, visto que o indicador dos COV's totais não parte de uma recomendação oficial ou uma diretriz, e assim não devem ser feitas conclusões definitivas com base neste indicador, por si só. É necessária uma ferramenta de monitorização para avaliação da exposição, de identificação da fonte. No entanto, como afirmou (Andersson et al., 1997) não existem provas suficientes para aceitar, nem para rejeitar esta ferramenta *ad hoc*. Contudo o melhor argumento para a sua utilização é que ainda existem

poucas alternativas que sejam tão fáceis de usar na prática. Existem muitas reservas por parte de organizações oficiais, por conseguinte, usam-se os pontos de utilização de COV's totais como indicador de exposição (ASHRAE, 1986; Berglund et al, 1997; Bluysen et al, 1997). Os COV's totais não podem ser utilizados para regulamentar uma avaliação do risco. Existem poucas bases científicas para isso, e não existem relações de Dose-Resposta estabelecidas. Os COV's totais usados neste estudo de caso devem apenas ser utilizados para triagem e não para se retirarem conclusões definitivas. O indicador de COV's totais pôde ser utilizado para a caracterização da exposição e identificação das fontes de COV's.

Contudo foram referidos alguns estudos envolvendo a exposição a COV's totais, num deles, algumas mulheres jovens (amostra = 130) foram expostas a uma mistura típica com 23 COV's, que incluía dois terpenos (COV's totais = 26 mg/m³) durante duas horas e meia. A mistura foi usada individualmente ou misturada com ozono, apresentando uma concentração residual de 0,04 ppm (0,08 mg/m³), e formaldeído a 0,04 mg/m³. A classificação dos sintomas e efeitos objetivos na saúde das intervenientes foram marginais e sem efeitos estatísticos na presença ou ausência de ozono (Fiedler et al, 2005). Além disso, não foram observadas alterações das funções pulmonares, de acordo com um estudo semelhante com 15 indivíduos saudáveis, expostos de 25 a 50 mg/m³ de COV's totais durante 4 horas (Pappas et al., 2000). Num estudo de exposição ocupacional, um grupo de mulheres (amostra = 100) foram expostas, durante 6 horas a uma mistura de 21 COV's (equivalente a COV's totais = 24 mg/m³). Os sintomas permaneceram inalterados nas diferentes exposições, o único sintoma significativo foi o aumento da intensidade do odor e a irritação nasal em comparação com a exposição ao ar limpo (Prah et al., 1998).

Em suma é geralmente aceite que os trabalhadores de limpeza usam variados produtos de limpeza para facilitar a remoção de pó e sujidade, para desinfeção e manutenção de superfícies, que são uma fonte de riscos químicos. Alguns produtos químicos podem, por exemplo, causar problemas respiratórios se forem pulverizados, sem ventilação adequada (TGWU, 2003), como foi anteriormente referido. O uso incorreto de certos produtos por exemplo, a sua superdosagem, misturas inseguras de diferentes produtos, métodos de limpeza inadequados, podem aumentar os riscos para os trabalhadores. São descritos efeitos nas vias aéreas entre o pessoal de limpeza (Quirce et al., 2010; Rosenman, 2007). Todos os estudos

que foram realizados entre os profissionais de limpeza manifestaram associações a importantes problemas respiratórios. Numa população de estudo restrita a mulheres, (Medina-Ramon et al., 2003) constatou que o excesso de riscos para os problemas respiratórios, foram observados entre aquelas que informaram que já tinham trabalhado com produtos de limpeza domésticos em comparação com aquelas que nunca tinham trabalhado com produtos de limpeza (Medina-Ramon et al., 2003). O risco de bronquite crônica foi significativamente maior entre os fumadores em comparação com os não-fumadores e os riscos para a asma foram ligeiramente maiores. Entre os trabalhadores em início de carreira, havia um risco significativo de desenvolverem sintomas nos olhos, nariz e garganta se eles continuassem o trabalho de limpeza (Nielsen., et al 1999). Além disso, os trabalhadores que sofriam de asma, no início do estudo tiveram um aumento do risco de desenvolvimento de bronquite no período de seguimento.

Em suma o impacto dos odores, na irritação sensorial e no desempenho do trabalho não devem ser subestimados. Apenas alguns poluentes interiores foram identificados como potenciais agentes causais da irritação sensorial ocular (Wolkoff, 2010), uma conclusão que pode ser estendida para as vias aéreas superiores. Em jeito de conclusão, haverá a necessidade de fundir a qualidade do ar interior, a toxicologia sobre os olhos e vias aéreas e a medicina e higiene e segurança do trabalho, para entender melhor a natureza da informação dos sintomas causados por COV's resultantes da atividade de limpeza e sua interação com fatores de risco ambientais e ocupacionais.

Pôde assim, concluir-se que os dados relativos aos COV's totais proporcionaram um incremento qualitativo da informação relativa à exposição, não só permitindo a sua quantificação mas, e de modo significativamente importante, fornecendo dados sobre as características da exposição, necessários à sua compreensão e à definição, de medidas corretivas.

Q 2.2 - Matéria Particulada

Na prossecução de uma resposta referente à questão de investigação relativa às atividades que envolveram uma maior exposição a matéria particulada, objetivou-se o conhecimento do nível de exposição a matéria particulada durante a realização de atividades de limpeza no centro de limpeza automóvel em estudo.

Durante a realização das medições ambientais foi possível identificar através da medição “Concentração residual de matéria particulada”, ilustradas nas figuras 29 e 30, que a matéria particulada esteve presente no ar antes do início das atividades de limpeza, o que indicou assim uma possível exposição a qualquer trabalhador de limpeza presente nas imediações do centro de limpeza automóvel, mesmo sem a influência da realização sua atividade. A exposição quantitativa, denominada, “Concentração residual de matéria particulada” foi apresentada com o principal objetivo de comparação com as diferentes atividades desempenhadas, pretendendo-se assim perceber as atividades que apresentaram incrementos significativos de concentração de matéria particulada. Em suma a concentração residual indicou que mesmo sem a realização de qualquer tipo de atividade, os trabalhadores de limpeza foram expostos, embora que residualmente, a matéria particulada, nas suas diferentes dimensões.

Os resultados apresentados nas concentrações residuais de matéria particulada, especificamente na “Concentração residual de matéria particulada” (figuras 29 e 30) deveram-se maioritariamente a fontes primárias, principalmente para as MP com dimensões inferiores a 2.5 μm , que podem ter sido geradas primariamente pelos processos de combustão dos veículos a *diesel* (Seinfeld et al., 1999). Os resultados alcançados por (Slezáková, 2009) demonstraram que as emissões do tráfego automóvel aumentaram significativamente as concentrações de MP10 e MP2.5. As atividades antropogénicas, tais como tráfego, combustões de combustíveis fósseis e processos industriais são responsáveis pela emissão na sua maioria de MP2.5 (Wei et al., 1999; Querol et al., 2001) indiciando que as atividades antropogénicas como o tráfego automóvel, influenciaram de algum modo as concentrações de matéria particulada.

As medições ambientais também permitiram identificar os acontecimentos e as atividades que envolveram as exposições ocupacionais a concentrações de pico. Assim assumiu-se que os momentos críticos em matéria de exposição para a matéria particulada, foram explicitamente induzidos pelas ações de aplicação do champô de lavagem exterior e enxaguar final, enquadrados na atividade 1 e presentes nas figuras 31 e 32. Uma análise focada especificamente no acontecimento de aplicação do champô de lavagem exterior demonstrou

que as MP0.5, MP1, MP2.5, apresentaram um aumento significativo das suas concentrações, chegando mesmo a atingir os valores de pico de 0,043 mg/m³; 0,157 mg/m³ e 0,605 mg/m³. Para a MP5 de 1,653 mg/m³, para a MP10 de 1,996 mg/m³ e a MP total destacou-se a concentração de 4,546 mg/m³. A percepção deste aumento significativo foi originada pela comparação das referidas concentrações com os valores apresentados na “Concentração residual de matéria particulada”.

A literatura consultada não apresentou evidências da distribuição do tamanho de matéria particulada, induzida a partir da aplicação champôs de limpeza exterior, ou de um procedimento similar. A determinação das concentrações de matéria particulada resultante da aplicação deste produto não pôde proporcionar uma melhor compreensão dos efeitos de saúde relacionados com a limpeza, contudo o facto da substância estar a ser aplicada mediante uma mangueira de pressão (aumento de aerossóis), indiciou que este procedimento, possa ter estado em parte, associado a este aumento de concentração de MP. A quantificação desta substância suspensa no ar requer assim uma investigação mais aprofunda, através de uma variedade de técnicas analíticas e de amostragem. Além dos principais indicadores de exposição aqui considerados deveriam ter-se ponderado outras hipóteses com o objetivo de seguir uma estratégia de avaliação quantitativa de exposição mais abrangente.

Por outro lado, a atividade 2, demonstrou que os acontecimentos que representaram uma exposição crítica foram considerados nos períodos correspondentes à aspiração do habitáculo da viatura e da sua bagageira, ilustrados nas figuras 33 e 34. O momento que exibiu as concentrações de pico durante toda a atividade enquadrou-se na atividade 2 e coincidiu com a aspiração de interiores, que ocorreu no intervalo de 12:42:18s e 12:45:18s. Em particular, destacou-se o incremento das concentrações de MP0.5 para valores de concentração de pico de 0,019 mg/m³; de MP1 para 0,098 mg/m³; de MP2.5 para os 0,639 mg/m³; de MP5 para os 2,277 mg/m³ e 2,690 mg/m³ para a MP10. A MP total apresentou um valor de pico de 2,765 mg/m³. O segundo acontecimento relevante na atividade 2 foi associado à ação de aspiração da bagageira. As concentrações de MP0.5 apresentaram um valor de pico de 0,018 mg/m³, a MP1 de 0,088 mg/m³; a MP2.5 de 0,544 mg/m³; a MP5 de 1,866 mg/m³ e de 2,197 mg/m³ para a MP10. A MP total apresentou um valor de pico de 2,366 mg/m³.

Como foi referido anteriormente, a Norma Portuguesa NP 1796:2007 – “Valores limite de exposição profissional a agentes químicos existentes no ar dos locais de trabalho” refere que as concentrações de matéria particulada no ar, devem ser mantidas abaixo de 3 mg/m³ para matéria particulada respirável (< 2.5 µm) e de 10 mg/m³ para matéria particulada inalável (< 10

µm) até que se verifique o estabelecimento de um VLE. Tendo esta orientação como base, foi observado que estas concentrações recomendativas nunca foram ultrapassadas para as respetivas dimensões de matéria particulada.

A explicação alusiva ao aumento das concentrações das diferentes dimensões de matéria particulada, na atividade 2, foi em grande parte motivada pelas operações de aspiração do habitáculo da viatura e da sua bagageira, que constituíram nesse momento, uma importante fonte de ressuspensão de matéria particulada, com origem no pó presente no interior do veículo, especificamente nos tecidos dos bancos e nos revestimentos dos interiores. Estas duas componentes do interior das viaturas acumulam pó com relativa facilidade, pelo facto de serem ambientes com pouca renovação de ar e com condições meteorológicas favoráveis à sua acumulação, principalmente a devido à prevalência de um ambiente seco. Importou frisar novamente que os piores cenários de exposição ocorreram quando várias atividades de limpeza (aspiração, pulverização) foram realizadas em espaços pequenos e mal ventilados (Bello et al., 2010), como o interior de um veículo inserido num PES. Assim considerou-se que o acontecimento de aspiração suspendeu no ar matéria particulada com origem no pó presente no interior do veículo.

Algumas atividades domésticas, como limpar ou varrer, representam mecanismos comuns para a ressuspensão do pó doméstico presente em casas (Woodfolk et al., 1993). As investigações de (Jerrim et al., 2002) mostraram que a matéria particulada com origem no pó, dispersa no ar imediatamente, e que o uso de *spray-polish*, por exemplo, diminui o fenómeno de dispersão. A quantidade de pó, e conseqüentemente o seu nível de risco, dependem do tipo de trabalho de limpeza. Os níveis mais altos de exposição a pó são encontrados em algumas instalações industriais. As muitas características físicas do pó, desempenham naturalmente um papel importante na toxicologia, mas não só. As propriedades toxicológicas da matéria particulada com origem no pó são também influenciadas pelas centenas de componentes quimicamente ou biologicamente ativos. Estes componentes ativos podem entrar no corpo humano através de várias vias de exposição, como a deposição sobre a pele após a ressuspensão de pó, absorção através das membranas mucosas dos olhos, ou por inalação seguida de fagocitose nos pulmões e deposição no sistema linfático, ou seguido de deglutição e digestão. Cada um dos componentes químicos ou biológicos do pó pode representar um risco para a saúde dos trabalhadores, diferindo de uma via de exposição para outra. Num estudo experimental realizado por (Molhave et al., 2000) foram analisados cerca de 11 kg de pó, provenientes de sacos de aspiradores provenientes de sete edifícios de escritórios dinamarqueses, com cerca

de 1.047 ocupantes numa área de 12 751 m². Além de microrganismos, foram detetados também COV's em níveis aproximados de 176-319 µg/g. O pó foi novamente suspenso no ar para simular e analisar a exposição que podia resultar da ressuspensão da sujidade sedimentada e do pó nas superfícies que estavam a ser limpas. Foi concluído que o teor de pó foi semelhante a outros resultados descritos na literatura e demonstraram um potencial toxico relativamente baixo. No entanto, estes autores indicaram a necessidade de mais investigações alusivas ao modo como o pó pode afetar saúde dos trabalhadores de limpeza (Molhave et al., 2000).

O pó que está entranhado num tapete é uma fonte importante de ressuspensão de matéria particulada e a sua aspiração vai remover o pó superficial, mas o fato de se caminhar sobre um tapete, ou mesmo outra atividade, como a escovagem, tende a libertar a matéria particulada constituinte do pó entranhado, que tenha permanecido no tapete (Roberts et al., 1999), o que em parte explicou o aumento das concentrações nos períodos em que se realizaram as ações de aspiração. Importou referir que os sacos de aspirador e os seus filtros, atuaram como dispositivos de captação de pó e de alergénios, e permitiram a fácil recolha e eliminação de pó. Os aspiradores são adequados para a amostragem de grandes quantidades de pó e os seus sacos de retenção podem reter mais de 80% da matéria particulada maior que 3 µm (Wake et al., 1992). Nesta medida, pôde-se equacionar que a matéria particulada com dimensão inferior a 3 µm foi teoricamente ressuspensas pelas ações de aspiração presentes na atividade 2.

Na revisão de sintomas não-específicos para os trabalhadores de um escritório e nas evidências epidemiológicas referentes à concentração do pó, (Mendell, 1993) não constatou nenhuma associação consistente em relação à concentração de MP total em suspensão no ar e o aparecimento de alguns sintomas. Contudo existem algumas evidências indiretas, de um dos efeitos provocados por matéria particulada transportadas pelo ar, em sintomas oculares (Kjærgaard et al., 1993). As superfícies oculares com maior área aumentaram a taxa de deposição de matéria particulada (Gudmundsson et al., 1997). Foram realizados estudos controlados de exposição em seres humanos, a concentrações de pó numa câmara climática. As concentrações variaram de 0,01-0,4 mg/m³. Os resultados não foram conclusivos porque foram observados efeitos semelhantes tanto em condições residuais, como em condições de exposição a pó, contudo estes resultados podem indicar que a exposição a pó provoca efeitos retardados nos olhos (defeitos epiteliais), e nos pulmões, mediante uma diminuição do volume expiratório forçado após reação histamínica (Hauschildt et al., 1996) e supõe-se que qualquer relação de dose-efeito foi dificultada em estudos de campo, pelo facto das concentrações de

matéria particulada transportadas pelo ar não serem o único determinante da exposição. A taxa de deposição de matéria particulada sobre a superfície ocular dependeu também campos electrostáticos, carga de matéria particulada e a turbulência do ar (Schneider et al., 1994a). Além disso, deve notar-se que o tempo necessário para uma matéria particulada com um diâmetro de 10 μm assentar 1 metro é de aproximadamente 1 min, e para uma matéria particulada com um diâmetro de 1 μm , são necessárias 4 horas (Gyntelberg et al., 1994). Assim pôde-se especular que a matéria particulada ($< 1\mu\text{m}$) que tem mais facilidade em penetrar no sistema respiratório e conseqüentemente com efeitos mais gravosos na saúde, decorreu tanto do tráfego como das atividades acima descritas, mantendo-se assim por um período de tempo mais alargado na atmosfera envolvente do centro de limpeza automóvel.

Num outro estudo, foi realizada uma limpeza completa de algumas superfícies, que incluiu mesas, estantes, e janelas, além disso, os tapetes foram aspirados com um aspirador que possuía um microfiltro de alta eficiência. Por apenas incluir os empregados que passavam a maior parte do tempo dentro do escritório durante o dia de trabalho, foi registada uma redução significativa da irritação sensorial entre o grupo de intervenção, onde a concentração média total de pó foi reduzida em 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ em oposição a somente 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ no grupo de controlo (Skulberg et al., 2004). Uma redução significativa da irritação sensorial foi também relatada por outro estudo, em que foi usada uma aspiração de alto desempenho e práticas de limpeza em pisos diferentes (Kemp et al., 1998). No entanto, foi difícil de chegar a uma conclusão inequívoca sobre o facto da matéria particulada ser a causadora da irritação sensorial, nomeadamente, porque outros tipos de poluentes foram reduzidos, ao mesmo tempo, (Schneider et al., 2003).

Em suma, como foi mencionado anteriormente, os trabalhadores de limpeza estiveram expostos ao risco de inalação de matéria particulada com origem no pó ressuspenso no ar, originado em parte pela atividade 2, através da aspiração do habitáculo e da bagageira, pelos componentes presentes nos produtos de limpeza e também devido aos produtos secundários provenientes de reações entre substâncias dos agentes de limpeza e de substâncias presentes no ambiente de trabalho (Nazaroff et al., 2004). Tentou-se melhorar a perceção da exposição da matéria particulada na limpeza automóvel através das “Comparações das concentrações médias de matéria particulada, entre atividades” com o objetivo de perceber a atividade que envolveu maior concentração de matéria particulada nas suas diferentes dimensões.

2.2.1 - Comparação das concentrações médias de matéria particulada, entre atividades.

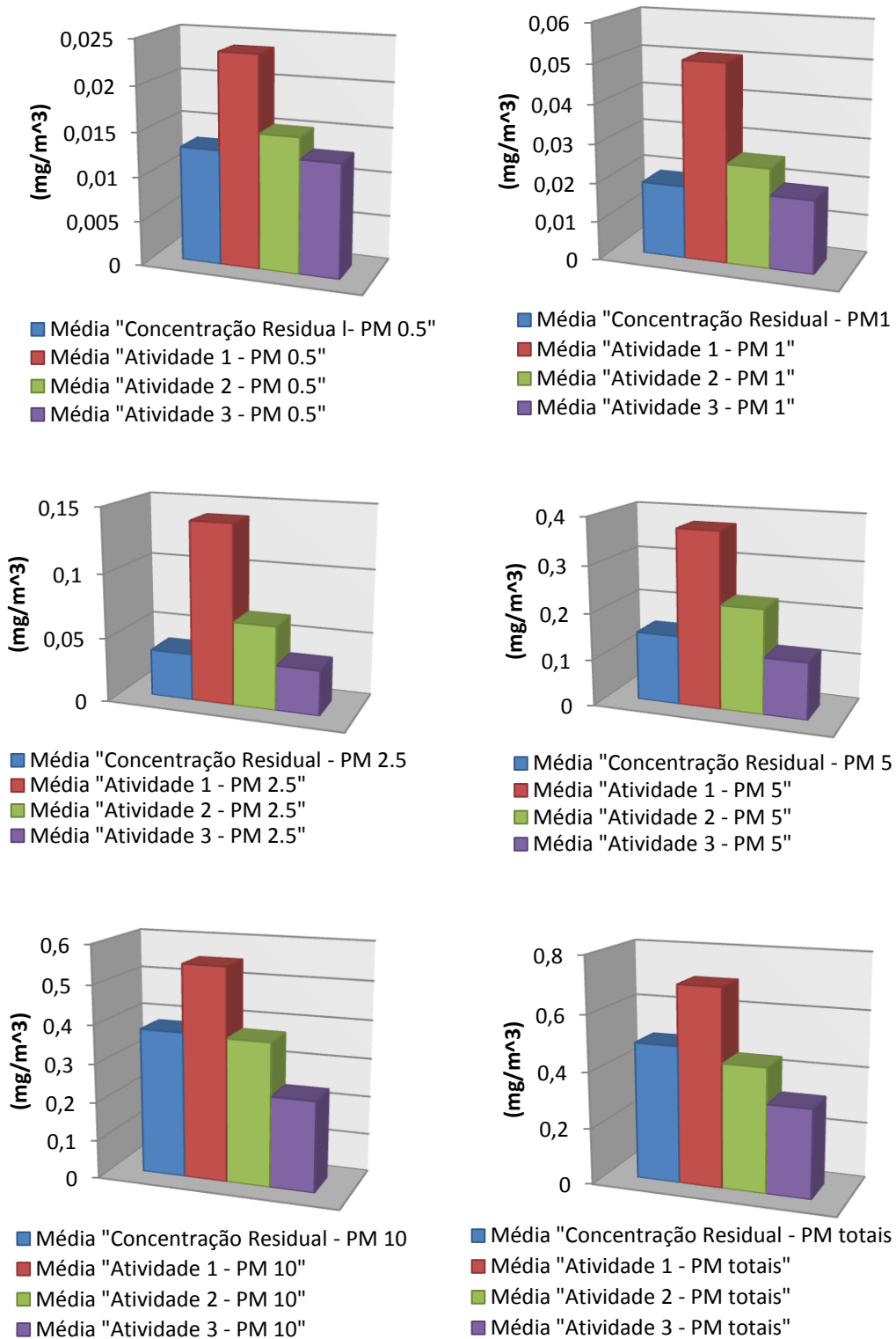


Figura 38 - Concentrações médias das diferentes dimensões de matéria particulada para a “Concentração Residual”, Atividade 1,2 e 3

A análise das concentrações médias das diferentes dimensões de matéria particulada para a “Concentração Residual”, Atividade 1,2 e 3, ilustradas na figura 38, permitiu de uma maneira geral, identificar qual foi a atividade em que se geraram maiores concentrações médias de MP. Nesta perspectiva foi claro que a Atividade 1, de entre o leque das três atividades desempenhadas, foi a que apresentou a maior concentração média para todas as dimensões de matéria particulada, contudo não era um resultado espectável, visto que a presença dos picos de concentração alusivos à aspiração faziam antever uma previsão de que os maiores valores de concentração médios estariam enquadrados na atividade 2. Foi assim, evidente que a aplicação do Champô exterior e o enxaguar final, mediante um aparelho de pressão, demonstraram possuir um potencial superior, na suspensão das diferentes dimensões de matéria particulada em comparação com ações identificadas neste estudo, pelo que se assumiu que seria uma atividade que requeria algumas medidas adicionais na proteção da saúde dos trabalhadores. Por seu lado, a Atividade 2 representou a segunda atividade em que se gerou maior concentração de matéria particulada, os picos de concentração identificados para os acontecimentos de aspiração do habitáculo da viatura e aspiração da bagageira, indiciavam que esta fosse a atividade que apresentasse a maior concentração média de entre as três, porém isso não foi demonstrado, mesmo assim, os picos de concentração apresentados nesta atividade, foram bastante relevantes tendo em conta o decorrer da atividade de limpeza, pelo que também seria de real importância a introdução de algumas medidas de proteção da saúde os trabalhadores. Finalmente demonstrou-se que a Atividade 3 foi a que demonstrou ser a menor potenciadora em relação ao aumento das concentrações de matéria particulada, chegando mesmo a ser inferior à concentração residual para as MP5, MP10 e MP total, o que levou a concluir que foi a atividade com menor exposição e influência para os trabalhadores, assim concluiu-se que não era prioritária a aplicação de medidas de controlo.

Após a análise das “Comparações das concentrações médias de matéria particulada, entre atividades”, e com a tentativa de melhoria da percepção da exposição a matéria particulada, foi efetuada uma “Comparação das concentrações entre matéria particulada”, objetivando-se o reconhecimento das dimensões de matéria particulada que estiveram em maior concentração nos períodos de medição ambiental.

2.2.2 - Comparação das concentrações entre a matéria particulada

Nesta perspectiva objetivou-se a verificação de diferenças estatisticamente significativas entre a matéria particulada. Da aplicação da ANOVA de Medições Repetidas concluiu-se que existiram diferenças significativas entre a matéria particulada (pela estatística de *Huynh-Feldt*, $F_{1,287}=366,223$, $p=0,000$). Pelas comparações múltiplas emparelhadas, concluiu-se que existem diferenças significativas entre todas as frações de matéria particulada ($p<0,05$). O gráfico presente na figura 39 representou as médias das diferentes MP, onde se pôde visualizar que a MP que apresentou maior dimensão, também apresentou maiores valores em média.

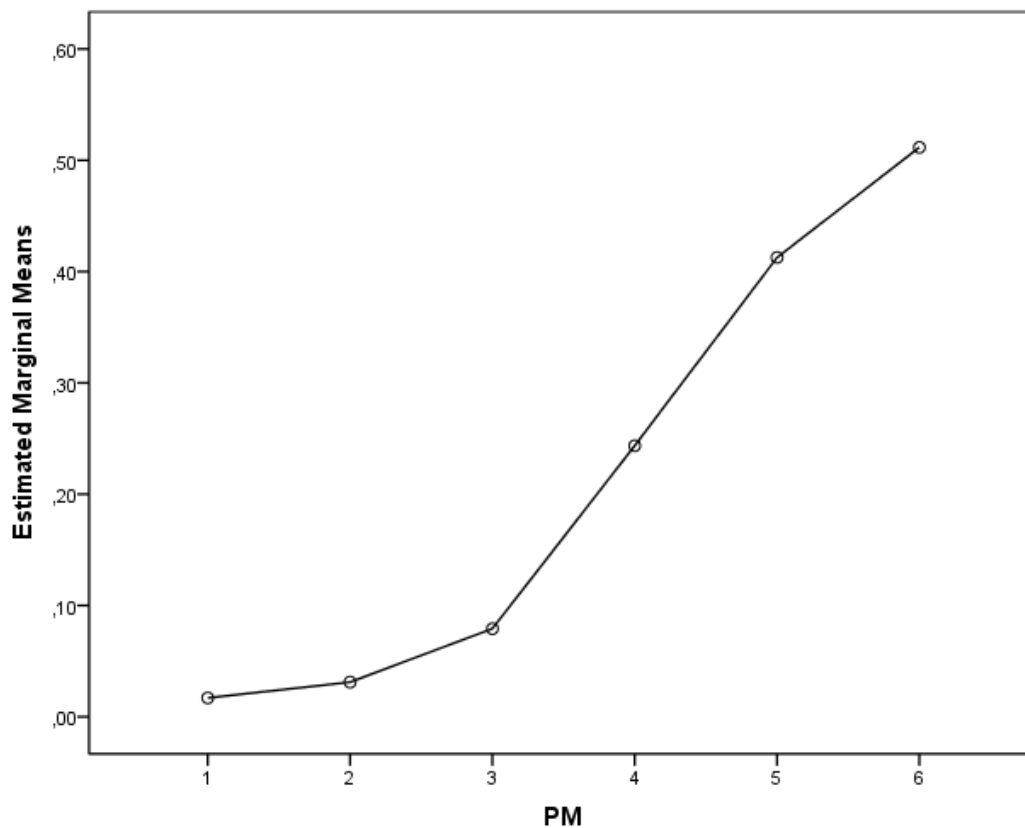


Figura 39 - Comparação de Médias das diferentes dimensões de matéria particulada

Legenda: Médias para cada "MP". Legenda: 1 - MP0.5 (mg/m^3), 2 - MP1.0 (mg/m^3), 3 - MP2.5 (mg/m^3), 4 - MP5.0 (mg/m^3), 5 - MP10.0 (mg/m^3), 6 - MP totais (mg/m^3)

Observou-se de uma maneira geral através dos resultados alcançados, que a distribuição da matéria particulada pelas 5 frações foi superior nas concentrações de MP5 e MP10, não contabilizando a MP total. Como a figura 39 evidenciou, as concentrações médias de MP5 e MP10 foram mais elevadas em comparação com as restantes dimensões. As proporções de MP5/MP10 foram maiores, devido em grande parte às diferentes atividades de limpeza, em que se pôde destacar a aspiração de interiores e a lavagem de exteriores, como os acontecimentos que potenciaram uma contribuição significativa para o aumento das concentrações em geral. As relações MP0.5, MP1.0, MP2.5 não apresentam concentrações tao elevadas, contudo os seus resultados não devem ser desprezados. De uma certa forma existe uma tendência, em que há medida que aumenta o tamanho da matéria particulada, a sua concentração também aumenta. Esta análise evidenciou a existência de duas situações distintas em termos de caracterização das emissões por tamanho: uma primeira em que a matéria particulada de tamanho superior a 5 e 10 μm têm dominância e uma segunda em que ocorreu precisamente o contrário, sendo que neste último caso, apenas uma parte reduzida de matéria particulada apresentou dimensões abaixo dos 5 μm , contudo os seus resultados não podem ser desprezados, visto que as menores dimensões de matéria particulada apresentam um potencial superior em termos de afetação da saúde dos trabalhadores.

A literatura consultada é unanime em afirmar que a exposição a matéria particulada provoca um certo número de respostas no sistema cardiovascular, que são mediadas através dos sistemas indiretos (sistema nervoso autónomo) e diretos (entrada para a circulação sistémica) (Brook et al., 2010; Nelin et al., 2012). Uma das questões-chave incide no facto da matéria particulada poder atravessar para a circulação pulmonar e sistémica e afetar diretamente o coração e vasos sanguíneos (Nelin et al., 2012). Os efeitos cardiovasculares dependem, nomeadamente da idade, de doenças respiratórias, de tratamentos médicos, suscetibilidade individual, por exemplo, o consumo de tabaco, pressão arterial elevada, obesidade, inatividade física e uma dieta alimentar inadequada (Yusuf et al., 2001). Como foi anteriormente referido, os efeitos na saúde estão relacionados com o tamanho da matéria particulada. Quanto menor o seu tamanho, maior a profundidade a que penetram nas vias respiratórias. A matéria particulada de dimensão superior atinge apenas as vias respiratórias superiores enquanto a matéria particulada de dimensão inferior, a MP2.5, MP1.0 e MP0.5 penetram em maior profundidade atingindo a região alveolar. Importou ainda salientar, que para a dimensão de MP5, não foi tão óbvio associar determinados efeitos na saúde porque não foi encontrada na literatura consultada, visto que a maioria dos estudos são especificamente alusivos para as dimensões de MP 10 e MP 2.5.

Os dados epidemiológicos disponíveis para a MP10 e MP2.5 sugerem que o aumento do risco de cancro e enfarte do miocárdio está associado com as exposições de curta duração, e o aumento da mortalidade e hospitalização da população geral, está relacionada com durações de exposição de 1 dia a vários anos (Dockery et al., 1993). Está demonstrada a maior relevância da fração fina nos efeitos na saúde. Um estudo epidemiológico, baseado em dados da *American Cancer Society*, que estudou um conjunto de indivíduos ao longo de 16 anos, indicou uma correlação entre a exposição à fração MP2.5 e o aumento da mortalidade devida a câncros pulmonares e a doenças cardiopulmonares (Pope et al., 2002). A MP10, por seu lado, está associada a respostas respiratórias, enquanto a MP2.5 está associada a doenças cardiovasculares (Wyzga, 2002).

É descrito num estudo, que o aumento da concentração de MP10 potenciou as admissões hospitalares por doenças respiratórias e cardiovasculares (Atkinson et al., 1999; 2001), e que a um aumento de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nas concentrações de MP10 levou a um aumento de 10 a 12% nos internamentos hospitalares relacionados com a asma e doenças pulmonares crônicas (Katsouyanni et al., 2001). A exposição a matéria particulada também pode levar a uma série de outros efeitos adversos à saúde, como o aumento de sintomas respiratórios, tosse, dor de garganta, arritmias cardíacas e outros (Kunzli et al., 2000). Avaliando os resultados na saúde mais específicos, foi demonstrado que o aumento das concentrações de MP10 tinha relevância sobre distúrbios pulmonares (tais como falta de ar), sobre a redução das funções pulmonares e doenças cardiovasculares, por seu lado, a MP2.5 foi fortemente associada a doenças cardiopulmonares e ao cancro do pulmão (Gemenetzi et al., 2006). Apesar de existir alguma discussão entre a comunidade científica, é geralmente aceite que a matéria particulada tem efeitos agudos sobre as taxas de mortalidade e morbidade, nomeadamente nas doenças cardiovasculares e pulmonares. No entanto, os mecanismos de todos estes efeitos sobre a saúde não são bem compreendidos. É muito provável no entanto que os efeitos adversos para a saúde sejam influenciados pelas características da matéria particulada, como o seu tamanho, que é o parâmetro mais importante e responsável por estes efeitos, uma vez que determina o local de deposição da matéria particulada nas vias respiratórias.

São descritos inúmeros artigos sobre a exposição diária a matéria particulada ultrafina, que mostraram uma associação com aumento da mortalidade cardiovascular e com hospitalizações (Anderson et al., 2012; Arvanitis et al., 2010; Burgan et al., 2010). O campo é complexo, e apresenta por vezes resultados contraditórios. Exemplificando, geralmente é associado o aumento da pressão arterial sistólica e diastólica em jovens adultos e idosos (de longo prazo),

expostos a MP2.5 (Brook et al., 2011; Dvonch et al., 2009; Fuks et al., 2011; Lin et al., 2011; Madsen et al., 2006), e diabéticos (Hoffmann et al., 2012). Contudo um estudo com base populacional em idades compreendidas entre os 50 a 64 anos encontrou apenas uma ligeira prevalência de mudanças na pressão arterial associadas a exposições de longo prazo relacionadas com a exposição ao tráfego (Sørensen et al., 2012), com uma discreta associação positiva com o aumento da pressão arterial nos homens idosos (Schwartz et al., 2012). Por outro lado, a rigidez arterial (vasoconstrição) não foi associada com exposições de longo prazo para a MP10 e MP2.5 em estudo (amostra = 3996) (O'Neill et al., 2011), mas a tendência foi observada para a MP2.5 (Brook et al., 2011).

“Q3. Qual a influência da envolvente do parque de estacionamento na exposição aos poluentes em estudo?”

Perspetivou-se a análise da possível influência da envolvente do parque de estacionamento subterrâneo na exposição profissional aos poluentes em estudo. Os parâmetros mais preponderantes num ambiente deste género são as condições meteorológicas do PES, densidade do tráfego automóvel, fontes internas e externas de poluentes e as taxas de ventilação. Em certa medida, foram fatores fundamentais para a justificação de determinados níveis de CO, salientando que este poluente não decorreu diretamente da atividade de limpeza em questão, mas assumiu-se como um dos poluentes mais influentes na envolvente do ambiente físico do PES. Geralmente, os níveis de concentração de CO presentes num PES são maiores durante os fins-de-semana. Isto é atribuído maioritariamente ao maior volume de tráfego durante este período. A variação do tempo de funcionamento do motor é um fator importante a considerar e geralmente corresponde a um valor aproximado de 60 segundos, estimando a entrada do veículo, procura de lugar de estacionamento e por fim a paragem da viatura. Para os dias de semana espera-se que o CO apresente dois picos distintos, um correspondente almoço, e outro ao jantar / noite num PES característico. Durante os fins-de-semana é esperado que o nível de CO se construa progressivamente ao longo do dia.

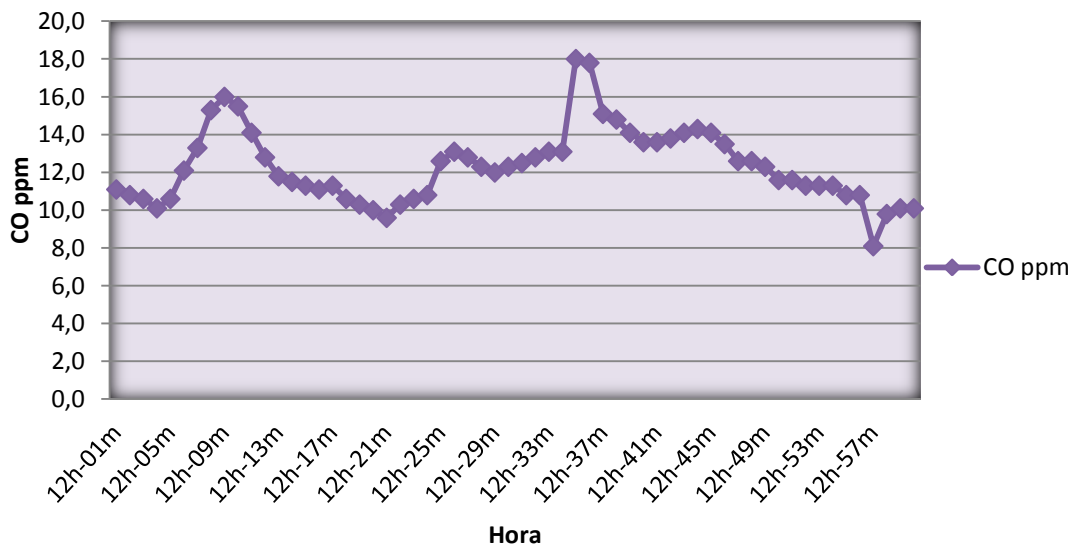


Figura 40 - Representação da variação de CO durante a atividade

Observou-se pelo período de medição representado na figura 40, que existiu alguma variabilidade nos valores de concentração de CO apresentados, com um valor mínimo de 9,6 ppm e o máximo de 18 ppm. O valor médio de concentração de CO para o período consagrado de amostragem foi de 12,3ppm, desta forma foi possível o cálculo do Valor Limite de Exposição – Média Ponderada (VLE-MP).

O termo “período de referência de 8 horas” respeitou o procedimento no qual as exposições profissionais em qualquer período do turno são consideradas como equivalentes a um período único de 8 horas (a exposição média ponderada no tempo 8 horas - MP).

A exposição Média Ponderada de 8 horas pôde ser descrita matematicamente:

$$\frac{\sum c_i t_i}{\sum t_i} = \frac{c_1 t_1 + c_2 t_2 + \dots + c_n t_n}{8}$$

Em que:

- c_1 é a concentração da exposição profissional;
- t_1 é o tempo associado à exposição, em horas;
- $\sum_i^n t_i$ É a duração do turno, em horas.

Assumindo que o profissional de limpeza se encontrou sensivelmente exposto durante 7 horas diárias a 12,3ppm de CO, com 1 hora de intervalo em que não está exposto, considerou-se:

$$\text{VLE-MP} = \frac{12.3 \times 7 + 1 \times 0}{8} = \mathbf{10.76 \text{ ppm}}$$

Os dados obtidos foram comparados com o VLE do CO presente na Norma Portuguesa NP 1796:2007 – “Valores limite de exposição profissional a agentes químicos existentes no ar dos locais de trabalho” e demonstraram que as concentrações CO se encontram abaixo do respetivo VLE-MP (25 ppm) definido na referida norma. A WHO propôs algumas concentrações de referência no ar para o CO (WHO, 2000a), para diferentes durações de exposição (15 min, 30 min, 1 h, 8 h) de modo a evitar o ultrapassar de 2,5% de carboxiemoglobina nos seres humanos. Em concordância com o estudo realizado por (Burnett et al., 1997) e tendo em consideração o VLE-MP definido pela WHO, constatou-se que a concentração média de CO foi de 10,76 ppm, sendo assim superior 0,76 ppm aos 10 ppm definidos para uma exposição de 8

horas diárias, o que poderá traduzir um aumento dos níveis de (COHb) na ordem dos 1,5% nos trabalhadores de limpeza, no caso de indivíduos possuírem patologias cardiovasculares, estes podem manifestar alguns sintomas (Nelson et al., 2006).

Existe alguma variabilidade nos resultados apresentados porque a atividade de veículos é mais intensa na zona de entrada do parque, e a medição foi efetuada a alguma distância deste local, pelo que se pode inferir que possivelmente não foram medidos os maiores valores de CO. A passagem momentânea de alguns veículos pôde explicar os valores de picos, que no entender do autor não têm ligação direta com as atividades desempenhadas.

Devido à suscetibilidade individual, uma pequena percentagem de indivíduos poderá sentir desconforto devido à exposição a concentrações de poluentes iguais ou inferiores ao respetivo VLE. Os profissionais de limpeza que asseguram os turnos em que existe maior tráfego e ocupação do parque poderão ser expostos a concentrações (médias e máximas) de CO mais elevadas. Os efeitos da exposição em relação ao CO poderão ser exacerbados devido a características de saúde individuais pré-existentes, como por exemplo doenças cardiovasculares, anemia e outras doenças sanguíneas, doenças pulmonares crónicas e gravidez, pelo que todos estes aspetos deverão ser tidos em consideração na admissão de novos profissionais de limpeza automóvel e na vigilância médica dos mesmos (Nelson et al., 2006).

Embora os sistemas de ventilação mecânica estivessem a operar, foram levantadas algumas dúvidas em relação ao seu tempo de funcionamento, pôde-se supor que esses sistemas não foram suficientes para evitar o acumular dos poluentes emitidos pelos veículos presentes no interior do PES, que foi caracterizado por ter uma área ampla, o que significou que os poluentes emitidos pelos veículos são mais facilmente dispersos, resultando em menor concentração. Usualmente os níveis de CO nos PES são mais elevados devido à fraca ventilação destes espaços. Nesta perspetiva deveria garantir-se a insuflação de ar novo tendo em conta o número de trabalhadores, a posição da conduta de insuflação de ar, dimensionamento do sistema de ventilação das entradas de ar do parque para zona do centro de limpeza automóvel, ficando assim em sobrepressão (pressão positiva), para os períodos de maior tráfego (Nelson et al., 2006), sendo fulcral tomar medidas mitigadoras nomeadamente na ventilação do estacionamento, a manutenção de um gradiente de pressão negativo no PES, e redução das emissões no parque de estacionamento (eliminando ou diminuindo as fontes). Medidas para resolver os problemas dos níveis de contaminantes em PES e migração deste poluente neste espaço são recomendados.

“Q4. Quais as possíveis de eliminação e/ou controlo possíveis de adotar?”

O facto de os riscos para a saúde dos trabalhadores de limpeza serem em função das formulações dos produtos e dos processos de trabalho, fez relevar o desenvolvimento de medidas prevenção adequadas. Este estudo investigou as exposições a partir de atividades mais comuns na limpeza automóvel, considerando as formulações de produtos e a exposição potencial a constituintes de preocupação, durante a sua aplicação e demonstrou que são necessárias maiores investigações no local de trabalho, para medir o grau de intensidade de exposição e relacionamento com sintomas de irritação entre os profissionais de limpeza. Em suma requereu-se uma abordagem abrangente, para a prevenção da exposição, tendo em conta a forma em como o produto foi aplicado e as exigências da atividade, bem como a implementação de alternativas mais seguras aos produtos de limpeza. Todos os trabalhadores da limpeza foram potencialmente expostos a riscos químicos, e geralmente não têm um conhecimento básico de higiene e segurança do trabalho, em relação aos produtos de limpeza que usam para realizar o seu trabalho, bem como o conhecimento sobre como usá-los, armazená-los, misturá-los com segurança, bem como substituí-los por produtos menos nocivos para a saúde.

Muitas vezes, quando há constatação de que um determinado processo de trabalho oferece risco, é difícil mudar, pois “sempre se fez desta maneira”, e a busca de soluções, é muitas vezes limitada às medidas mais usuais, como a ventilação local e os equipamentos de proteção individual (EPI), que, aliás, podem ser excelentes, se forem adequados para a situação em questão, bem planeados e implementados, visto que em muitos casos, podem ser as únicas soluções possíveis. Porém estas medidas podem não ser adequadas à situação, ou mesmo não aplicáveis.

Na presença de uma situação de risco, a pergunta chave é: Porquê? O porquê de uma atividade ser executada? O porquê de ser executada desta ou daquela maneira? O porquê deste produto ser usado? O que pode ser alterado para diminuir o risco, seja por atuação sobre o agente de risco ou num fator que influencie o tipo de exposição? Estas são algumas das questões que podem ser equacionadas nas exposições profissionais que levantem alguns problemas para a saúde dos trabalhadores. Nesta medida hierarquiza-se o controlo do risco

através das medidas de engenharia, medidas organizacionais, proteção coletiva, proteção individual e por fim a formação e informação dos trabalhadores. As medidas de engenharia são as mais eficazes (70 a 90% de atenuação) e focam-se no controlo da fonte risco. Nesta perspetiva foram enumeradas algumas medidas que podiam ser implementadas nesta atividade de limpeza automóvel, através da “Substituição de matérias ou produtos utilizados”, “Substituição/mudança de processo ou práticas de trabalho”, “Substituição/Modificação de Processos e Equipamentos”, “Métodos Húmidos”. As medidas organizacionais foram representadas nas “Práticas de trabalho adequadas” e por fim foram descritas algumas medidas de proteção individual.

Q 4.1 - Substituição de materiais ou produtos utilizados

- Substituição do agente de risco (*produto de limpeza dos tabliers e produto de limpeza de jantes*) mantendo o mesmo processo de trabalho e mesmos equipamentos;
- Substituição do agente de risco mantendo o mesmo processo de trabalho porem alterando os equipamentos utilizados, ou seja, a não utilização de pulverizadores nas atividades de limpeza;
- Substituição dos produtos mais nocivos (*produto de limpeza dos tabliers e produto de limpeza de jantes*), por outros menos nocivos, e diminuição das pulverizações destes produtos.

Certos produtos tóxicos são utilizados simplesmente por tradição e acontece que a escolha inicial nem é a mais adequada. Muitas vezes é possível encontrar bons substitutos aos produtos de limpeza usados (Filskov et al., 1996; Goldschmidt, 1993). A substituição de um produto de limpeza por outro deve contemplar os seguintes pontos:

- Seja menos tóxico, mantendo a sua eficiência de limpeza;
- Evapore menos;
- Disperse menos;
- Não penetre através da pele;
- Não apresente riscos para a saúde e segurança dos trabalhadores;
- Seja utilizado em menores quantidades e com menos desperdício.

Q 4.2 - Substituição/mudança de processo ou práticas de trabalho

- Manter o mesmo processo de trabalho, porém com equipamentos diferentes; (*Manter as atividades de aspiração através de um aspirador a água*).
- Eliminação ou redução do agente de risco utilizando outro processo de trabalho (*pulverização do habitáculo da viatura e da bagageira com água, antes de se efetuar a aspiração, de modo a diminuir a dispersão de pó*).

Q 4.3 - Substituição/Modificação de Processos e Equipamentos

- Redução da movimentação dos agentes de limpeza, principalmente dos líquidos mais voláteis;
- Redução da quantidade agentes de limpeza usados;
- Garantir que os agentes de limpeza são usados mediante a aplicação, dosagem, forma de uso e precauções enumeradas na sua ficha técnica e na ficha de dados de segurança;
- Utilização mecanismos de retenção nos recipientes dos agentes de limpeza, durante o seu armazenamento, e evitar as condições de temperatura extremas (manter entre 0 e 40 ° C);
- Compra de produtos de limpeza já misturados em quantidades certas.

Q 4.4 . Métodos Húmidos

Este grupo de medidas pode ser encarado como um método que objetiva a limitação da dispersão de matéria particulada. Para a utilização deste método, devem ser satisfeitas algumas condições, por exemplo, a viabilidade técnica, ou seja, a água não deve interferir com o processo de limpeza e a introdução de água, com o conseqüente aumento de humidade do ar, não deve criar problemas de conforto térmico. Este método é bastante eficiente se a água for introduzida no local e no momento de formação do pó, garantindo a humificação da matéria particulada antes de poderem se dispersar no ambiente. De modo geral, a pulverização de água não é totalmente eficiente para a matéria particulada da fração respirável. Alias, a matéria particulada desta dimensão, é a mais difícil de controlar através deste método, assim deverá ser complementado por uma ventilação por aspiração localizada.

Q 4.5 - Práticas de Trabalho Adequadas

As medidas organizacionais de trabalho englobam o uso de melhores práticas de trabalho com o objetivo de diminuir o tempo de exposição a concentrações elevadas de COV's e matéria particulada. É importante estudar cuidadosamente, em colaboração com os trabalhadores, formas de execução de atividades de limpeza de modo a reduzir exposição. Os princípios básicos para práticas de trabalho incluem:

- Minimização do período em que o agente químico tem a possibilidade de evaporar para o ambiente de trabalho, por exemplo, minimizando a abertura de recipientes com produtos voláteis;
- Remoção imediata dos produtos de limpeza que sejam derramados acidentalmente, para que não poluam o ambiente de trabalho;
- Evitar reações que possam levar à formação acidental de subprodutos tóxicos, evitando contato entre materiais reativos, exemplificando, agentes de limpeza que contenham amónia;
- Manipulação cuidadosa dos agentes de limpeza, por exemplo, na sua transferência de um recipiente para outro, em diluições, pesagens, dosagens, etc.;
- Evitar contatos com a pele e roupas, particularmente quando se lida com agentes de limpeza que possam penetrar através da pele ou causar dermatoses;
- Não usar produtos contidos em recipientes que não estejam devidamente etiquetados;
- Não comer nos locais de trabalho;
- Manter uma velocidade adequada na execução das atividades de limpeza;
- Posicionar-se adequadamente em relação às atividades de limpeza para evitar que a zona de respiração esteja em áreas contaminadas
- Criação e a aplicação de um plano de rotatividade dos trabalhadores

O último nível de atuação está restrito às medidas de proteção individual, mediante o uso de máscaras de proteção das vias respiratórias, óculos e luvas de proteção adequados à atividade de limpeza automóvel. Porém a formação e informação dos trabalhadores, são a diferença entre o sucesso e o fracasso. Os trabalhadores devem participar no controlo do risco, pois as suas sugestões são preciosas devido ao facto de conhecerem melhor do que ninguém as suas atividades, equipamentos e máquinas, assim deverão ser sistematicamente consultados sobre a organização do trabalho e escolha dos equipamentos.

5 - Limitações

O estudo realizado apresentou várias limitações. A primeira foi alusiva à representatividade das medições que foram manifestamente reduzidas, limitando as possibilidades de análise e generalização dos resultados e, portanto, foi impossibilitada a descrição da variabilidade noutros centros de limpeza similares. Esta situação foi originada na medida em que as permissões para realização deste estudo, foram limitadas pela não autorização da maioria dos centros de limpeza contactados. Assim as medições foram realizadas num único centro de limpeza automóvel, num PES abrangido por uma única área geográfica, num único período de tempo, e nesta medida não foi possível examinar algumas diferenças em algumas variáveis que eventualmente poderiam afetar as emissões de veículos, alterações de tráfego, formulações de produtos de limpeza e padrões de atividade desempenhados.

A composição química da matéria particulada é um tema muito complexo. A matéria particulada é influenciada por emissões de fontes diferentes, pelo que a sua composição é muito heterogênea. As informações sobre a composição química da matéria particulada ainda são muito limitadas e assim torna-se necessário caracterizar detalhadamente o papel dos componentes da matéria particulada sobre os efeitos na saúde. O facto de não existir um VLE oficial para os COV's totais e para a matéria particulada, e de existirem reduzidas referências científicas, resultou em algumas limitações na análise dos resultados alcançados.

Não foi possível observar e estudar todas as atividades. O recurso a métodos analíticos para os COV's e matéria particulada mais específicos e sensíveis, poderia resultar num diagnóstico mais detalhado. Os métodos de medição que foram aplicados para avaliar a exposição a partir de atividades de limpeza são úteis para estudos futuros, mas apresentam algumas limitações. As concentrações dos COV's totais, medidos com pelo equipamento de leitura direta PID, subestimaram as exposições decorrentes das atividades de limpeza. Existem alguns autores que referem o facto de ser recomendável que os COV's totais medidos pelo PID para as misturas de limpeza, sejam realizadas somente quando são tidas em conta as suas limitações do equipamento de medição. O PID pode ser usado (Bello et al., 2010):

- *Triagem inicial das concentrações de COV's totais;*
- *Para a avaliação de estratégias de controlo de exposição;*
- *Para a identificação de picos e dinâmica de exposição, que pode ser útil para priorizar as atividades para novas e mais precisas medidas quantitativas.*

As combinações de métodos de medições individuais para componentes com relevância significativa para a saúde, através de medições de leitura direta para COV's, poderiam fornecer evidências complementares para uma investigação epidemiológica e para o desenvolvimento de medidas de mitigação dos seus efeitos para os locais de trabalho. Contudo é necessária a utilização de uma variedade de métodos de amostragem e de análise para uma avaliação da exposição mais quantitativa e qualitativa da atividade ocupacional de limpeza automóvel. A caracterização qualitativa e não apenas quantitativa da exposição poderia ajudar na melhor identificação das atividades que produziram uma maior exposição, importante para elaboração de medidas de controlo mais adequadas. Este trabalho serviu como preparação para uma avaliação quantitativa mais detalhada das exposições no ar a partir das atividades de limpeza automóvel em PES. Este estudo fornece alguns dos primeiros resultados descrevendo algumas das fontes de multipoluentes associados a esta atividade. Por outro lado, é necessário realizar pesquisas para o ajuste de relações dose-resposta relativas à exposição aos poluentes decorrentes da limpeza automóvel e os efeitos na saúde dos trabalhadores. Dada a complexidade e as diferenças na composição química dos produtos de limpeza, não houve espaço para abordar a exposição combinada dos trabalhadores às misturas químicas transportadas no ar, a fim de avaliar o risco para a saúde e, potencialmente, atribuir e identificar estratégias de gestão de risco mais adequadas.

Em conclusão, a falta de dados epidemiológicos e toxicológicos, bem como dados relativos à exposição real tornou bastante difícil a análise dos perfis de concentração destes poluentes perante as atividades desempenhadas. Contudo, as informações disponibilizadas parecem ser suficientes e consensuais para o desenvolvimento de estudos mais detalhados neste contexto ocupacional com vista a caracterizar de modo exaustivo a exposição a agentes químicos e a modos operativos de limpeza.

Tendo em consideração as limitações sentidas, algumas recomendações propostas por Wolkoff et al., (1998) tendem a colmatar os aspetos menos bem conseguidos no estudo em causa (Figura 41).

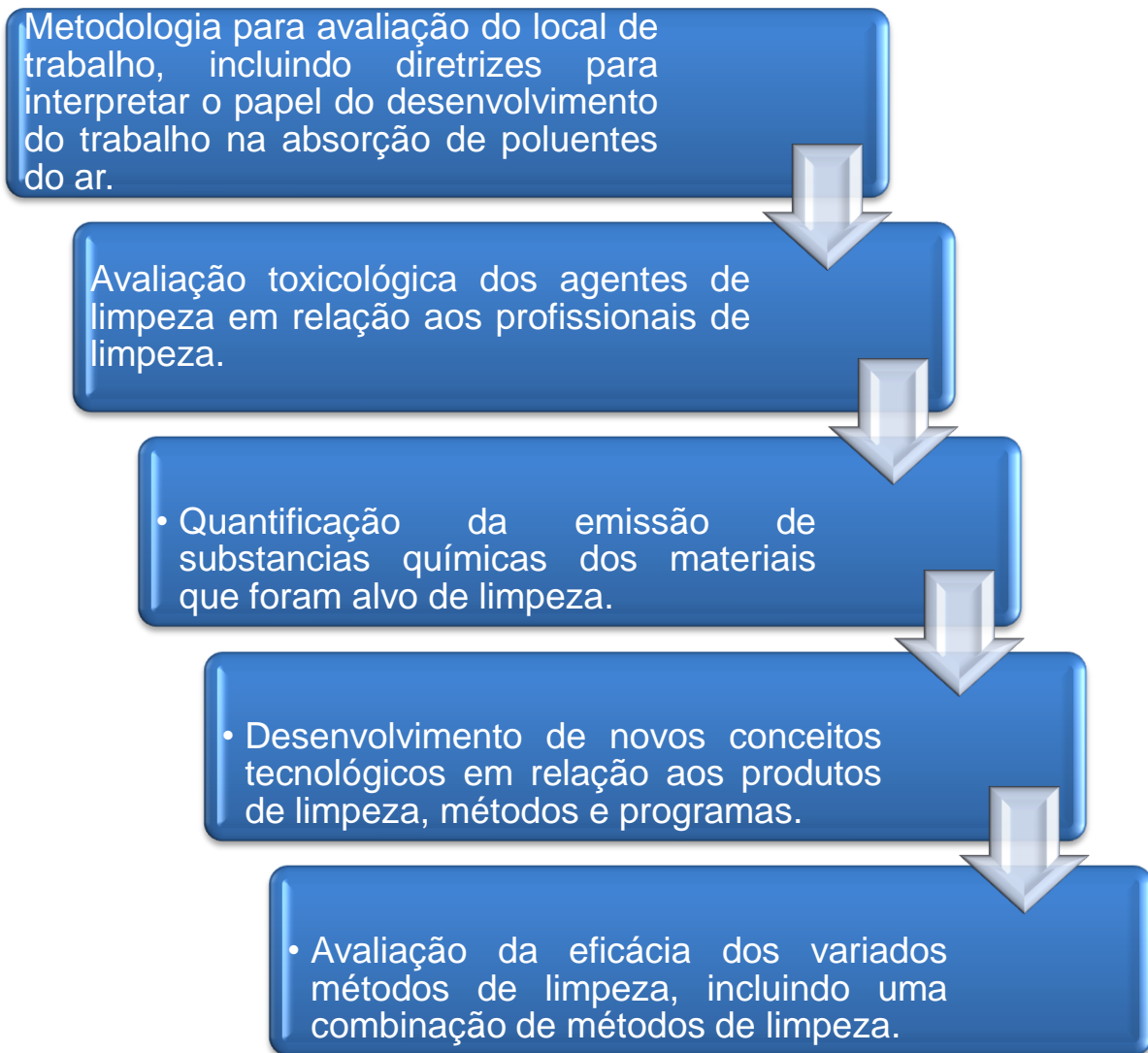


Figura 41 – Necessidades de investigação (Wolkoff et al., 1998)

6 - Propostas Para Estudos Futuros

De uma maneira geral, foi referido ao longo do trabalho, que existiu uma presente dificuldade de enquadrar os parâmetros de COV's totais e matéria particulada com algum tipo de VLE oficial, que salienta-se, não era o objetivo principal, mas por limitações inerentes à literatura consultada, tipo de medições e estado atual da tecnologia, despertou no autor um sentimento de aprofundamento deste estudo, numa perspetiva que identificasse, especificamente os COV's, de um modo mais aprofundado. Assim uma amostragem individual, mais específica, de cada substancia identificada na ficha de dados de segurança de cada produto de limpeza aplicado e posterior comparação com os respetivos VLE, poderia ser uma direção a tomar, de modo a identificar eficazmente a quantificação dos constituintes nocivos que estão presentes nos agentes de limpeza. Contudo a área da segurança e higiene do trabalho é bastante vasta nos seus domínios referentes a riscos físicos, químicos, biológicos, ergonómicos e organizacionais. Deste modo também seria importante explorar a atividade de limpeza numa perspetiva das preocupações da ergonomia. Visto que a limpeza é uma atividade fisicamente exigente, que requer um trabalho físico intenso. A maioria dos estudos relacionados com a limpeza reconhece os seus riscos físicos significativos (Søgaard et al., 2006; Woods et al., 2006; Kumar, 2006). A maior parte dos trabalhadores tem de realizar diferentes tipos de atividades durante um único dia de trabalho. Embora isso possa implicar que haja uma grande variedade de atividades e posturas, que só são mantidas apenas por períodos mais curtos, ainda assim, essas posturas são adotadas frequentemente e repetidamente. A título de exemplo (Woods et al., 2006) refere as atividades de limpeza como árduas e exigentes para os sistemas músculos-esqueléticos e sistema cardiorrespiratório. Ainda de acordo com o mesmo autor o principal fator de risco ergonômico em limpeza é a carga de trabalho postural (Woods et al., 1999). Através da análise ergonómica do trabalho que foi efetuada, especulou-se que os trabalhadores de limpeza do centro de limpeza automóvel em estudo, foram continuamente expostos a uma combinação de fatores de risco de natureza diferente e nesta perspetiva, concluiu-se ser de real importância um estudo mais aprofundado das várias posturas que foram usualmente adotadas nas atividades de limpeza observadas, nomeadamente as que foram ilustradas nas figuras 42, 43, 44 e 45.



Figura 42 – Postura Nº 1



Figura 43 - Postura Nº 2



Figura 44 - Postura Nº 3



Figura 45 - Postura Nº 4

Capitulo III. Conclusão

Conclusão

A segurança e as condições de saúde dos trabalhadores dependem em grande parte do ambiente e dos locais de trabalho onde os profissionais de limpeza estão inseridos. O trabalho associado à limpeza compreende uma grande variedade de atividades, e os seus trabalhadores estão potencialmente expostos a uma ampla variedade de riscos químicos, físicos, biológicos e psicossociais. No estudo de caso em questão, avaliou-se concretamente o potencial de exposição a agentes com origem nos compostos químicos contidos nos produtos de limpeza e a alguns tipos de procedimentos adotados.

As substâncias perigosas a que todos os trabalhadores de limpeza estão expostos, podem ir além dos compostos químicos contidos nos produtos de limpeza e incluir produtos químicos e agentes biológicos presentes na sujidade, pó, material particulado e aerossóis. Concretamente, este estudo de caso teve como principal objetivo o enfoque na exposição ocupacional a COV's e matéria particulada, decorrentes das atividades de limpeza automóvel nos parques de estacionamento subterrâneos, através da realização de uma caracterização dos perfis de concentração a estes poluentes, decorrendo da execução de variadas atividades, e tentando associar alguns efeitos para a saúde dos trabalhadores decorrentes da exposição em questão. Apesar de assentar numa metodologia simples, com evidentes limitações, impedindo logo à partida uma investigação pormenorizada, o estudo de caso em questão, permitiu a recolha de conhecimentos suficientes para a realização de uma análise inicial à atividade de limpeza desenvolvida em PES, mais precisamente nos níveis de COV's, matéria particulada e CO na atmosfera de trabalho em questão.

Os resultados alcançados demonstraram que as exposições a COV's, matéria particulada e CO estiveram presentes no local de trabalho antes e após a realização das atividades de limpeza. A constituição de alguns produtos de limpeza, o seu modo de aplicação e a dimensão do local em que foram aplicados, potenciou de certa forma o aumento nas concentrações dos COV's totais, nomeadamente através da forma de aplicação dos produtos de limpeza com recurso à pulverização. Por outro lado, algumas ações de limpeza têm o potencial de aumentar a concentração de matéria particulada, nomeadamente a ação de aspiração e de lavagem exterior, especialmente nas dimensões MP5 e MP10, que apresentaram os maiores valores de concentração média. Contudo a falta de estudos relacionados com a atividade de limpeza, e com os poluentes em questão, originou que este estudo de caso fosse de difícil execução. A

informação disponível sugeriu claramente a prevalência de vários problemas de saúde nos trabalhadores de limpeza. No entanto, muitos dos estudos que foram consultados dão apenas uma visão fragmentada da atividade de limpeza, incidindo sobre riscos e resultados específicos separadamente, em vez de uma abordagem global, que deveria considerar o trabalho de limpeza como um todo, tendo em conta o ambiente e as condições de trabalho. Sabendo de antemão que a limpeza é uma atividade universal, a quantidade de literatura científica disponível foi, em proporção, relativamente pobre. Apesar disso, os resultados obtidos neste estudo poderão ser úteis em alguns trabalhos futuros relacionados com a exposição a agentes químicos durante a limpeza, contudo apresentam algumas limitações tanto na caracterização, perceção, comportamento, fatores de exposição ocupacional e relações dose-resposta dos poluentes. Tendo isto em conta, serão necessárias mais pesquisas, objetivando uma melhor compreensão dos desafios em matéria de segurança e higiene do trabalho da atividade de limpeza automóvel em PES, com o intuito de melhorar as situações de trabalho. Existem ainda importantes lacunas de informação a serem preenchidas, sendo necessário o aparecimento de uma maior quantidade de estudos satisfatórios que associem a exposição profissional com estes poluentes, sendo também inequívoco que algumas atividades de limpeza justificam uma intervenção mais apertada ao nível do controlo e da prevenção das emissões das fontes que os originam.

Em conclusão, o desenvolvimento de um conhecimento sólido dos fatores de risco e dos domínios da segurança e higiene do trabalho são o primeiro passo para enfrentar os desafios da atividade e para o desenvolvimento de medidas preventivas adaptadas às especificidades do sector da limpeza.

Referências Bibliográficas

A

AFSSET (2007) Recommandations pour la qualité de l'air dans les parcs de stationnement couverts, 1-240, Maisons-Alfort, France, Agence Française de Sécurité sanitaire de l'Environnement et du Travail.

American Society of Heating, Refrigerating and air conditioning Engineers. Ventilation for acceptable indoor air quality. Publication No. 62.1 Atlanta USA. 2004

Andersson, K., Bakke, J.V., Bjorseth, O., Bornehag, C.-G., Clausen, G., Hongslo, J.K., Kjellman, M., Kjaergaard, S.K., Levy, F., Molhave, L., Skerfving, S. and Sundell, J. (1997) TVOC and health in non-industrial indoor environments. Reports from a Nordic scientific consensus meeting at Langholmen in Stockholm. 1996. *Indoor Air*, 7. 78-91.

Anderson, J.O., Thundiyil, J.G., Stolbach, A., 2012. Clearing the air: a review of the effects of particulate matter air pollution on human health. *J. Med. Toxicol.* 8, 166–175.

Atkinson, R. W., Bremner, S. A., Anderson, H. R., Strachan, D. P., Bland, J. M., de Leon, A. P., 1999. Short-term associations between emergency hospital admissions for respiratory and cardiovascular diseases and outdoor air pollution in London. *Archives of Environmental Health* 54, 398-411.

Atkinson, R. W., Anderson, H. R., Sunyer, J., Ayres, J., Baccini, M., Vonk, J. M., Boumghar, A., Forastiere, F., Forsberg, B., Toulomi G., Schwartz, J., Katsouyanni, K., 2001. Acute effects of particulate air pollution on respiratory admissions. *American Journal of Critical Care Medicine* 164, 1860-1866.

Arvanitis, A., Kotzias, D., Kephelopoulos, S., Carrer, P., Cavallo, D., Cesaroni, G., de Brouwere, K., De Olivera Fernandes, E., Forastiere, F., Fossati, S., Fromme, H., et al., 2010. The INDEX PM project: health risks from exposure to indoor particulate matter. *Fresenius J. Anal. Chem.* 19, 2458–2471.

ASHRAE (1986) ASHRAE Standard; Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, ASHRAE Standard. AN SI-ASHRAE 62- 1981R. *Atlanta. ASHRAE.* 1 63.

B

Bakke, J., Aas, K., Andersen, I., Lindvall, T., Nordman, H. and Wahlberg, J.E. (1993) Overfølelseshet i luftveiene og kjemiske stoffer. Vurdering av kjemiske stoffers evne til å fremkalle overfølelseshet i luftveiene. Nordiske seminar - og arbeidsrapporter. Nordic Council of Ministers (in Norwegian), Copenhagen (ISBN 92 91 20 222).

Balmes JR. Occupational airways diseases from chronic low-level exposures to irritants. *Clin Chest Med* 2002;23:727–735.

Becher, R., J. K. Hongslo, et al. (1996). "Environmental chemicals relevant for respiratory hypersensitivity: the indoor environment." *Toxicology Letters* 86(2–3): 155-162.

Becker, S., Soukup, J. M., Sioutas, C., Cassee, F. R. (2003). Response of human alveolar macrophages to ultrafine, fine, and coarse urban air pollution particles. *Experimental lung research*, vol 29, pp. 29–44

Bello, A., Quinn, M. M. et al., "Characterization of occupational exposures to cleaning products used for common cleaning tasks – a pilot study of hospital cleaners", *Environmental Health*, Vol. 8 (11), 2009. <http://www.ehjournal.net/content/8/1/11>

Bello et al.: Quantitative assessment of airborne exposures generated during common cleaning tasks: a pilot study. *Environmental Health* 2010 9:76.

Bennett, D.H., McKone, T.E., Evans, J.S., Nazaroff, W.W. Margni, M.D., Jolliet, O., Smith, K.R., 2002. Defining intake fraction. *Environmental Science & Technology* 36, 206A–211A.

Berglund, B., Brunekreef, B., Knoppel, H., Lindvall, T., Maroni, M., Mldhave, L. and Skov, P., 1992. Effects of indoor air pollution on human health. *Indoor Air*, 2, 2-25.

Berglund, B. and Olsson, M.J., 1993. A theoretical and empirical evaluation of perceptual and psychophysical models for odour-intensity interaction. Reports from the Department of Psychology, Stockholm University, No. 764.

Berglund. B., Clausen. G., Ceaurriz. J.C.D., KeLtrup. A., Lindvall, T., Maroni, M., Molhave. L., Pickering, C.A.C., Risse, U., Rothweiler, H., Seifert. B. and Younes. M. (1997) *Total Volatile Organic Compounds (TVOC) in Indoor Air Quality Investigations*, Report 19. EUR 17675 En. EU-JRC, Italy.

Berlin K, Johanson G, Lindberg M. Hypersensitivity to 2- butoxyethoxy.ethanol. *Contact Dermatitis* 1995;32:54.

Blasco, C., Pico, Y., 2009. Prospects for combining chemical and biological methods for integrated environmental assessment. *Trends in Analytical Chemistry* 28 (6), 745e757.

Bluysen. P.M., C'ochet. C., Fischer. M., Knôppel, H., Levy, L., Lundgren. B., Maroni. M., Molhave. L., Rothweiler, H., Saarela. K. and Seilert, B. (1997) *Evaluation of VOC Emissions from Building Products, Solid Flooring Materials*, Report 18, EUR 17334EN ed.. Ispra, Italy, European Commission. JRC.

Bohle, P., Quinlan, M., Kennedy, D., Williamson, A., "Working hours, work-life conflict and health in precarious and 'permanent' employment", *Revista Saúde Pública*, No 38 (Suppl.), 2004, pp. 19–25

Borrell A, Burgos F, Anto´ JM. Asthma, chronic bronchitis and exposure to irritant agents in occupational domestic cleaning: a nested case-control study. *Occup Environ Med* 2005;62:598–606.

Bouchardy C, Schu"ler G, Minder C, Hotz P, Bousquet A, Levi F, Fisch T, Torhorst J, Raymond L (2002) Cancer risk by occupation and socio-economic group among men—a study by The Association of Swiss Cancer Registries. *Scand J Work Environ Health* 28 Suppl 1:1–88

Braga, A., Pereira, L. A. A., Saldiva, P. H. N. 2003. *Poluição atmosférica e seus Efeitos na Saúde Humana*. Faculdade de Medicina da USP

Brightwell J, Fouillet X, Cassano-Zoppi A-L, Gatz R, Duchosal F (1986) Neoplastic and functional changes in rodents after chronic inhalation of engine exhaust emissions In: Ishinishi N, Koizumi A, McClellan RO, Stober W (eds) *Carcinogenic and mutagenic effects of diesel engine exhaust* Elsevier Science, Amsterdam, pp 471-488

Brinke Ten J, Selvin S, Hodgson TA, Fisk JW, Mendell JM, Koshland PC, Daisey MJ: Development of new volatile organic compound (VOC) exposure metrics and their relationship to "sick building syndrome" symptoms. *Indoor Air* 1998, 8:140-152.

Brook, R.D., Rajagopalan, S., Pope, C.A.3., Brook, J.R., Bhatnagar, A., Diez-Roux, A.V., Holhuin, F., Hong, Y., Luepker, R.V., Mittleman, M.A., Peters, A., Siscovick, D., Smith, S.C., Whitsel, L., Kaufman, J.D., 2010. Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: an update to the scientific statement from the Am. Heart Assoc. *Circulation* 121, 2331–2378.

Brook, R.D., Bard, R.L., Burnett, R.T., Shin, H.H., Vette, A., Croghan, C., Philips, M., Rodes, C., Thornburg, J., Williams, R., 2011. Differences in blood pressure and vascular responses associated with ambient fine particulate matter exposures measured at the personal versus community level. *Occup. Environ. Med.* 68, 224–230.

Brooks SM, Hammad Y, Richards I, Giovinco-Barbas J, Jenkins K: The spectrum of irritant-induced asthma: sudden and not-so-sudden onset and the role of allergy. *Chest* 1998, 113:42-49.

Brown SK, Sim MR, Abramson MJ, Gray CN: Concentrations of volatile organic compounds in indoor air - a review. *Indoor Air* 1994, 4:123-134.

Brunekreef & Forsberg (2005). Epidemiological evidence of effects of coarse airborne particles on health. Review article. *European Respiratory Journal*, vol 26, pp. 309-318

Burgan, O., Smargiassi, A., Perron, S., Kosatsky, T., 2010. Cardiovascular effects of sub-daily levels of ambient fine particles: a systematic review. *Environ. Health* 9,

Burnett, J. and Chan, M.L, (1997), *Air Quality in Enclosed Car Park*, The Hong Kong Polytechnic University

Byrne, R., Diamond, D., 2006. Chemo/bio-sensor networks. *Nature Materials* 5 (6), 421e424.

C

Caprino L, Tonga G. Potential health effects of gasoline and its constituents: a review of current literature (1990–1997) on toxicological data. *Environ Health Perspect* 1998;106:115–25.

Chan, L. Y., Kwok, W. S., Lee, S. C. & Chan, C. Y. (2001): Spatial variation of mass concentration of roadside suspended particulate matter in metropolitan Hong Kong. *Atmospheric Environment* 35. 3167-3176

Ciencewicki, J., Jaspers, I. 2007. Air Pollution and Respiratory Viral Infection. *Inhal. Toxicol.* 19:1135–1146.

Clausen PA, Wilkins CK, Jeppesen P. Determination of fatty acids and fatty acid salts in office floor dust quantified as the methyl esters by on-column capillary gas chromatography. In: Sandra P, editor. *Sixth Symposium on Capillary Gas Chromatography*, vol. 1. Heidelberg: Huthig, 1994:364]370.

Claeson, A.-S., Nordin, S., Sunesson, A.-L., 2009. Effects on perceived air quality and symptoms of exposure to microbially produced metabolites and compounds emitted from damp building materials. *Indoor Air* 19, 102–112.

Clayton CA, Perritt RL, Pellizzari ED, et al. Particle total exposure assessment methodology (PTEAM). study: distributions of aerosol and elemental concentrations in personal, indoor, and outdoor samples in a southern California community. *J Exp Anal Environ Epidemiol* 1993;3:227 - 250.

Cohen AJ, Higgins MWP (1995) Health effects of diesel exhaust: epidemiology. In: Health Effects Institute (eds) *Diesel exhaust: a critical analysis of emissions, exposure and health effects*. Health Effects Institute, Cambridge, Mass, USA, pp 251–292

Committee on Environmental Health. 2004. Ambient Air Pollution: Health Hazards to Children. Pediatrics. 114:1699-1707.

D

Delclos GL, Gimeno D, Arif AA, Burau KD, Carson A, Lusk C, Stock T, Symanski E, Whitehead LW, Zock JP, et al.: Occupational risk factors and asthma among health care professionals. Am J Respir Crit Care Med 2007, 175:667-675

Deuschle, T., Reiter, R., Butte, W., Heinzow, B., Keck, T., Riechelmann, H., 2008. A controlled challenge study on di 2-ethylhexyl phthalate DEHP in house dust and the immune response in human nasal mucosa of allergic subjects. Environ. Health Perspect. 116, 1487–1493.

Dockery, D. W., Pope, C. A. and Xu, X. (1993). An association between air pollution and mortality in six US cities. New England Journal for Medicine, vol 329, pp. 1753-1759

Dockery, D. W., Pope, C. A. 1994. Acute Respiratory Effects of Particulate Air Pollution. Annu. Rev. of Public Health. 15: 107-132.

Drummond, I. – On-the-fly calibration of direct reading photoionization detectors. American Industrial Hygiene Association Journal. 58 : 11 (1997) 820-822.

Duraffourg, J. Faire appel à l'ergonome, in Les Risques du Travail – Pour ne pas Perdre sa Vie à la Gagner. De B. Cassou et al., Ed. La Découverte, Paris 1985

Dutra, Elisete Gomides. Metodologia Teórico-Experimental para Determinação dos Parâmetros Básicos para Elaboração de Inventários de Emissão de Veículos Leves do Ciclo Otto. 2007. 166f. Tese (Doutorado em Calor e Fluidos) – Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

Dvonch, J.T., Kannan, S., Schulz, A.J., Keeler, G.J., Mentz, G., House, J., Benjamin, A., Max, P., Bard, R.L., Brook, R.D., 2009. Acute effects of ambient particulate matter on blood pressure: differential effects across urban communities. Hypertension 53, 853–859.

E

ECA - EUROPEAN COMMISSION. Report No 19.Total Volatile Organic Compounds (WOC) in Indoor Air Quality Investigations [Internet]; 1997 [cited 2012 Nov 10]. Available from:

Environmental Protection Department (1996), Environmental Protection Department Practice Note for Professional Person: Control of Air Pollution in Car Parks, Pro PECC PN 2/96, Hong Kong

EPA. Health assessment document for diesel engine exhaust. EPA/600/8-90/057F. Washington DC: Environmental Protection Agency; 2002.

EPA. Original list of hazardous air pollutants; 2008.

F

FARIA, M. H. – A análise do trabalho como instrumento metodológico fundamental em ergonomia. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*. 5 : 3-4 (Julho-Dezembro 1987) 55-60.

Fedoruk MJ, Bronstein R, Kerger BD. Ammonia exposure and hazard assessment for selected household cleaning product uses. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 2005;15:534–544.

Fiedler, N., Laumbach, R., Kelly-McNeil, K., Liou, P., Fan, Z.-H., Zhang, J., Ottenweller, J., Ohman-Strickland, P., Kipen, H., 2005. Health effects of a mixture of indoor air volatile organics their ozone oxidation products and stress. *Environ. Health Perspect.* 113, 1542–1548.

Filskov, P., G. Goldschmidt, M. K. Hansen, L. Hoglund, T. Johansen, C. L. Pedersen, and L. Wobroe (1996) “Substitutes for Hazardous Chemicals in the Workplace”, Danish Occupational Health Services, Denmark

Flyvholm M-A. Contact allergens in registered chemical products. *Contact Dermatitis* 1991;25:49 56.

Flyvholm M-A, Andersen P. Identification of formaldehyde releasers and occurrence of formaldehyde and formaldehyde releasers in registered chemical products. *Am J Ind Med* 1993; 24:533 - 552.

Fortin, M. (1999). O processo de investigação: da concepção à realização. 1º Edição. Loures. Lusociência, pp. 34 – 376

Fortin, M. (2003). O processo de Investigação – da concepção à realização. Loures, Lusociência.

Fortin, M. (2009). Fundamentos e etapas do processo de investigação. Loures, Lusodidacta.

Franke DL, Cole EC, Berry MA. Cleaning for improved indoor air quality: an initial assessment of effectiveness. *Indoor Air* 1997;7:41 - 54.

Fuks, K., Moebus, S., Hertel, S., Viehmann, A., Nonnemacher, M., Dragano, N., Möh-lenkamp, S., Jakobs, H., Kessler, C., Erbel, R., Hoffmann, B., 2011. Long-term urban particulate air pollution traffic noise and arterial blood pressure. *Environ. Health Perspect.* 119, 1706–1711.

G

Gamble J, Jones W, Minshall S (1987) Epidemiological-environmental study of diesel bus garage workers: acute effects of NO₂ and respirable particulate on the respiratory system *Environ Res* 42:201-214

Gapany-Gapanavicius M, Molho M, Tirosh M. Chloramine-induced pneumonitis from mixing household cleaning agents. *Br Med J* 1982; 285:1086

Gemenetzi, P., Moussas, P., Arditoglou, A., Samara, C., 2006. Mass concentration and elemental composition of indoor PM_{2.5} and PM₁₀ in university rooms in Thessaloniki, northern Greece. *Atmospheric Environment* 40, 3195-3206

Gibson, W.B., Keller, P.R., Foltz, D.J., Harvey, G.J., 1991. Diethylene glycol mono butyl ether concentrations in room air from application of cleaner formulations to hard surfaces. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology* 1, 369–383.

Glorennec P, Bonvallot N, Mandin C, Goupil G, Pernelet-Joly V, Millet M, Filleul L, Le Moullec Y, Alary R. *Indoor Air*. 2008 Aug;18(4):283-92. doi: 10.1111/j.1600-0668.2008.00529.x. Review

Godish, T. *Air Quality*. 3.ed. New York: Lewis Publishers, 1997. 448p.

Godwin C. e Batterman S., (2007): Indoor air quality in Michigan schools. *Indoor Air*, 17, 109-121.

Goldschmidt, G. (1993) "An Analytical Approach for Reducing Workplace Health Hazards through Substitution", *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, 54: 36, American Industrial Hygiene Association, USA

Gonçalves, Nélon [et al.] - *Exposição Ocupacional a Poluentes nos Parques de Estacionamento Subterrâneos da Grande Lisboa (2006)*

Graham, L.A., Noseworthy, L., Fugler, D., O'Leary, K., Karman, D., Grande, C., 2004. Contribution of vehicle emissions from an attached garage residential indoor air pollution levels. *J. Air Waste Manage. Assoc.* 54, 563-584.

Gudmundsson A, Schneider T, Bohgard M, Vinzents P, Akselsson KR. Deposition of airborne particles onto the eye wind tunnel studies of the deposition velocity unto the - eyes of a mannequin. *J Aerosol Sci* 1997;28:1085-1100.

Guérin, F: *Activité et charge de travail in "Les risques du travail. Pour ne pas perdre s avie à la gagner"* de B.Cassou, D.Huez et al., Paris, Editions La Dé couvert, 1985

Gunnarsen, L. (1990) Adaptation and ventilation requirements. *Proceedings of Indoor Air '90*, Stockholm, p. 599

Guo, H., Lee, S.C., Chan, L.Y., Li, W.M., 2004. Risk assessment of exposure to volatile organic compounds in different indoor environments. *Environ. Res.* 94, 57-66.

Gustavsson P, Plato N, Lidstr 6 m EB, Hogstedt C (1990) Lung cancer and exposure to diesel exhaust among bus garage workers *Scand J Work Environ Health* 16:348-354

Gyntelberg F, Suadicani P, Nielsen JW et al. Dust and the sick building syndrome. *Indoor Air* 1994;4:223-238.

H

Harrison, R. M., Yin, J., 2000. Particulate matter in the atmosphere: which particle properties are important for its effects on health? *The Science of the Total Environment* 249, 85-101.

Harrison RM, Thornton CA, Lawrence RG, Mark D, Kinnersley RP, Ayres JG. Personal exposure monitoring of particulate matter, nitrogen dioxide, and carbon monoxide, including susceptible groups. *Occup Environ Med* 2002;59:671-9.

Hauschildt P, Mølhave L, Kjærgaard SK. A climate chamber study: exposure of healthy persons and persons suffering from allergic rhinitis to office dust. In: *The Proceedings of the 7th International Conference on Indoor Air Quality and Climate } Indoor Air '96*, vol. 1. Japan: Nagoya, 21 - 26 July, 1996:659 - 664.

Heinrich U, Peters L, Funcke W, Pott F, Mohr U, St 6 ber W (1982) Investigation of toxic and carcinogenic effects of diesel exhaust in long-term inhalation exposure of rodents In: Lewtas J (ed) *Toxicological effects of emission from diesel engines* Elsevier Science, Amsterdam, pp 225-242

HERBER, R. ; DUFFUS, J. H. ; CHRISTENSEN, J. M. – Risk assessment for occupational exposure to chemicals : a review of current methodology. *Pure Applied Chemistry*. 73 : 6 (2001) 993-1031.

Hodgson, M., L&n, H. and Wolkoff, P. (1994) Volatile organic compounds and indoor air. *J. Allergy Clin. Immunol.* 94, 296-303.

Hodgson AT: A review and a limited comparison of methods for measuring total volatile organic compounds in indoor air. *Indoor Air* 1995, 5:247-257.

Hoffmann, B., Luttmann-Gibson, H., Cohen, A., Zanobetti, A., de Souza, C., Foley, C., Suh, H.H., Coull, B.A., Schwartz, J., Mittleman, M., Stone, P., Horton, E., Gold, D.R., 2012. Opposing effects of particle pollution ozone and ambient temperature on arterial blood pressure. *Environ. Health Perspect.* 120, 241–246.

Horak, F., Studnicka, M., Gartner, C., Spengler, J. D., Tauber, E., Urbanek, R., Veiter, A., Frischer, T., 2002. Particulate matter and lung function growth in children: a 3-yr follow-up study in Austrian schoolchildren. *European Respiratory Journal* 19, 838-845.

I

IARC. Diesel and engine exhausts and some nitroarenes. Vol. 46. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer; 1989. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans.

IARC. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Complete list of agents evaluated and their classification. IARC; 2006.

ILO — SafeWork: Global Program on Safety, Health and the Environment, 2004. Geneva : International Labour Organization, 2004. [Em linha] [acedido em 16-12-2004]. Disponível em <http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/mandate.htm>.

INSTITUTO PORTUGUÊS DA QUALIDADE – NP 1796 : 2007 : segurança e saúde do trabalho : valores limite de exposição profissional a agentes químicos existentes no ar dos locais de trabalho. Caparica : IPQ, 2007.

INSTITUTO PORTUGUÊS DA QUALIDADE – NP 689 : 2008 : atmosferas de locais de trabalho : guia para a apreciação da exposição por inalação a agentes químicos por comparação com valores limite e estratégia de medição. Caparica : IPQ, 2008a.

INSTITUTO PORTUGUÊS DA QUALIDADE – NP 482 : 2008 : atmosferas dos locais de trabalho : requisitos gerais do desempenho dos procedimentos de medição de agentes químicos. Caparica : IPQ, 2008b.

Ishinishi N, Kuwabara N, Nagase S, Suzuki T, Ishiwata S, Kohno T (1986) Long-term inhalation studies on effects of exhaust from heavy and light duty diesel engines on F 344 In: Ishinishi N, Koizumi A, McClellan RO, St 6 ber W (eds) Carcinogenic and mutagenic effects of diesel engine exhaust Elsevier Science, Amsterdam, pp 329-348

Iwai K, Udagawa T, Yamagishi M, Yamada H (1986) Long-term inhalation studies of diesel exhaust on F 344 SPF rats Incidence of lung cancer and lymphoma In: Ishinishi N, Koizumi A, McClellan RO, St 6 ber W (eds) Carcinogenic and mutagenic effects of diesel engine exhaust Elsevier Science, Amsterdam, pp 349-360

J

Janssen, N. A., Brunekreef, B., van Vliet, P., Aarts, F., Meliefste, K., Harssema, H., Fischer, P., 2003. The relationship between air pollution from heavy traffic and allergic sensitization, bronchial hyperresponsiveness, and respiratory symptoms in Dutch schoolchildren. *Environmental Health Perspective* 111, 1512-1518.

Jerrim, K.L., Whitmore, L.F., Hughes, J.F., McKechnie, M.T., 2002. Airborne dust and allergen generation during dusting with and without spray polish. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 109, 63–67.

Jo Dewulf, H. V. L.; WITTMANN, G. (2002). Analysis of volatile organic compounds using gas chromatography. *Trends in analytical chemistry*. Vol. 21. N° 9 +10. Pág. 637-646.

Jo, W.-K. and K.-B. Song (2001). "Exposure to volatile organic compounds for individuals with occupations associated with potential exposure to motor vehicle exhaust and/or gasoline vapor emissions." *Science of The Total Environment* 269(1–3): 25-37.

K

Kaiser, J., 2000. Evidence mounts that tiny particles can kill. *Science* 289, 22-23.

Karjalainen A, Martikainen R, Karjalainen J, Klaukka T, Kurrpa K: Excess incidence of asthma among Finish cleaners employed in different industries. *European respiratory journal* 2002, 19:90-95.

Katsouyanni, K., Touloumi, G., Samoli, E., Gryparis, A., Le Tetre, A., Monopolis, Y., Rossi, G., Zmirou, D., Ballester, F., Boumghar, A., Anderson, H. R., Wojtyniak, B., Paldy, A., Braunstein, R., Pekkanen, J., Schindler, C., Schwartz, J., 2001. Confounding and effect modification on the short-term effects of ambient particles on total mortality: results from 29 European cities within APHEA2 project. *Epidemiology* 12, 521-531.

Kauppinen T, Toikkanen J, Pedersen D, Young R, Ahrens W, Boffetta P, Hansen J, Kromhout H, Maqueda Blasco J, Mirabelli D, de la Orden-Rivera V, Pannett B, Plato N, Savela A, Vincent R, Kogevinas M. Occupational exposure to carcinogens in the European Union. *Occup Environ Med*. 2000; 57(1):10–18. [PubMed: 10711264]

Kemp, P.C., Dingle, P., Meumeister, H.G., 1998. Particulate matter intervention study; a causal factor of building-related symptoms in an older building. *Indoor Air* 8, 153–171.

Kildesø J, Schneider T. Characterization of surface contamination in a cleaning intervention study. In: *The Proceedings of the 7th International Conference on Indoor Air Quality and Climate } Indoor Air '96*, vol. 4. Japan: Nagoya, 21- 26 July, 1996:151 - 156.

Kjærsgaard S, Brandt J. Objective human conjunctival reaction to dust exposure VDT-work and temperature in sick buildings. In: *Proceedings of the 6th International Conference on Indoor Air Quality and Climate*, vol. 1, Helsinki, Finland, July 4]8, 1993:41-46.

Kreiss K, Gonzalez MG, Conright KL, Scheere AR. Respiratory irritation due to carpet shampoo; two outbreaks. *Environ Int* 1982;8:337 - 342.

Krewski, D., Burnet, R. T., Goldberg, M. S. and et al. (2000). Re-analysis of the Harvard six cities study and the American cancer society study of air pollution and mortality. Health Effects Institute, Cambridge, MA., U.S.A

Kromhout, H. – Design of measurement strategies for workplace exposures. Occupational and Environment Medicine. 59 : 5 (May 2002) 349-354.

Kumar, R., Ergonomic Evaluation and Design of Tools in Cleaning Occupation, Luleå Division of Industrial Design, Department of Human Work Sciences, Luleå University of Technology, Luleå, Sweden, June 2006

Kunzli, N., Kaiser, R., Medina, S., Studnicka, M., Chanel, O., Filliger, P., Herry, M., Horak, J. F., Puybonnieux-Textier, V., 2000. Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. The Lancet 356, 795-801.

L

Leplat, J: La psychologie ergonomique, Paris, Presses Universitaires de France (Coll. "Que sais-je?", n° 1883), 1980

Lewis TR, Green FHY, Moorman WJ, Burg JR, Lynch DW (1989) A chronic inhalation toxicity study of diesel engine emissions and coal dust, alone and combined J Am Coll Toxicol 8:345-375

Lin, L.-Y., Chen, H.-W., Su, T.-L., Hong, G.-B., Huang, L.-C., Chuang, K.-J., 2011. The effects of indoor particle exposure on blood pressure and heart rate among young adults: an air filtration-based intervention study. Atmos. Environ. 45, 5540–5544.

Lloyd AC, Cackette TA. Diesel engines: environmental impact and control. J Air Waste Manag Assoc. 2001; 51(6):809–847. [PubMed: 11417675]

Lwebuga-Mukasa, J.S., Oyana, T., Thenappan, A., Ayirookuzhi, S.J., 2004. Association between traffic volume and health care use for asthma among residents at a US–Canadian border crossing point. J. Asthma 413, 289–304.

M

Madsen, C., Nafstad, P., 2006. Associations between environmental exposure and blood pressure among participants in the Oslo Health Study HUBRO. Eur. J. Endocrinol. 21, 485–491.

Mann, H.S., Crump, D., Brown, V., 2001. Personal exposure to benzene and the influence of attached and integral garages. J. R. Soc. Health. 1211, 38–46.

Martins, J. Motores de Combustão Interna. 2 ed. Porto Alegre: Publindústria, 2006. 437p.

Matsushita K, Miura S, Ojima T. An environmental study of underground parking lot developments in Japan. Tunnelling and Underground Space Technology 1993;8(1):65–73

Mauderly JL, Jones RK, McClellan RO, Henderson RF, Griffith WC (1986) Carcinogenicity of diesel exhaust inhaled chronically by rats In: Ishinishi N, Koizumi A, McClellan RO, Stober W (eds) Carcinogenic and mutagenic effects of diesel engine exhaust Elsevier Science, Amsterdam, pp 397-410

Mauderly JL, Jones RK, Griffith WC, Henderson RF, McClellan RO (1987) Diesel exhaust is a pulmonary carcinogen in rats exposed chronically by inhalation *Fundam Appl Toxicol* 9:208- 221

Maynard, R. L., Howard, C. V., 1999. Particulate Matter: Properties and Effects upon Health. BIOS Scientific Publishers Ltd, Oxford, United Kingdom, 19-37.

McGLOTHLIN, J. ; XU, F. ; VOSCIKY, J. – Occupational exposure assessment and control using video exposure monitoring in the pharmaceutical industry. In INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE (IOHA 2005), 6, 19-23 September 2005, Pilanesberg National Park North West Province, South Africa. Pilanesberg : IOHA - International Occupational Hygiene Association, 2005.

Medina-Ramon, J.P. Zock, M. Kogevinas, J. Sunyer and J.M. Ant´o, Asthma symptoms in women employed in domestic cleaning: a community based study, *Thorax* 58 (2003), 950– 954.

Medina-Ramon M, Zock JP, Kogevinas M, Sunyer J, Torralba Y, Borrell A, Burgos F, Anto JM: Asthma, chronic bronchitis, and exposure to irritant agents in occupational domestic cleaning: a nested case-control study. *Occupational and Environmental Medicine* (2005), 62:598-606.

Medina-Ramón, M., Zock, J.P., Kogevinas, M., Sunyer, J., Basagaña, X., Schwartz, J., Burge, P.S., Moore, V., Antó, J.M., “Short-term respiratory effects of cleaning exposures in female domestic cleaners”, *The European Respiratory Journal*, Vol. 27(6), (2006), pp. 1196- 1203.

Mendell MJ. Non-specific symptoms in office workers: a review and summary of the epidemiologic literature. *Indoor Air* (1993);3:227-236.

Molhave, L., (1986). Indoor air quality in relation to sensory irritation due to volatile organic compounds. *ASHRAE Trans.*, 92 (I), 1-12.

Molhave, L., (1990). Volatile organic compounds, indoor air quality and health. In: Walkinshaw, D.S. (ed.) *Indoor Air '90*, Proceedings of the 5th Interantional Conference on Indoor Air Quality and Climate, Toronto, Canada, July 29 - August 3, vol. 5, pp. 15-33.

Molhave, L., (1991). Volatile organic compounds, indoor air quality and health. *Indoor Air*, 1 (4), 357-376.

Molhave, L., Liu, Z., Hempel-Jprrgensen, A., Pedersen, O.F., and Kjaergaard, S.K., (1993). Sensory and physiological effects on humans of combined exposures to air temperatures and volatile organic compounds. *Indoor Air*, 3, 155-169

Molhave L, Clausen G, Berglund B, DeCeaurriz J, Kettrup A, Lindvall T, Maroni M, Pickering A, Risse U, Rothweiler H, et al: Total volatile organic compounds (TVOC) in indoor air quality investigations. *Indoor Air* (1997), 7:225-240

Mólhave, L., Schneider, T., Kjvrgaard, S.K., Larsen, L., Norn, S., Jørgensen, O., “House dust in seven Danish offices”, *Atmospheric Environment* Vol. 34, (2000), pp. 4767-4779.

Molhave, L. (2000b) Volatile organic compounds and the sick building syndrome. In: Lippmann. M. (ed.) *Environmental Toxicants, Human Exposures and their Health Effects*, 2nd edn, New York. Wiley-Interscience. 889-903.

Molhave, L. (2001) Sensory irritation in humans caused by volatile organic compounds (VOCs) as indoor air pollutants: a summary of 12 exposure experiments. In: Spengler, J.. Satnet. J.M. and McCarthy, J.F. (eds) *Indoor Air Quality Handbook*, New York. McGraw-Hill. 25.1-25.28.

Montmollin, M: "L'ergonomie" Éd. La Découverte, Paris 1986

Moreira, Paulo Leandro. Determinação da emissão de partículas e COV's libertados por velas [dissertation]. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto; 2010.

M. Sarper Erdoğan., "TOTAL VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS (TVOC), CARBON MONOXIDE (CO), CARBON DIOXIDE (CO₂) CONCENTRATIONS IN THE HOSPITAL BUILDING OF A MEDICAL FACULTY IN ISTANBUL, TURKEY", NOBEL MEDICUS IB, 2009

N

Nagendra, S. M. S.; KHARE, M. Line source emission modeling-review. Atmospheric Environment, v. 36, nº.13, p. 2083–98, 2002a

Nazaroff, W. W., Weschler, Ch. J., "Cleaning products and air fresheners: exposure to primary and secondary air pollutants", Atmospheric Environment, Vol. 38(18), 2004, pp. 2841- 2865.

Nelin, T.D., Joseph, A.M., Gorr, M.W., Wold, L.E., 2012. Direct and indirect effects of particulate matter on the cardiovascular system. Toxicol. Lett. 208, 293–299.

Nelson Gonçalves*, Nuno Gaspar* e Rui Sequeira* Susana Viegas**, Paula Albuquerque** e Mário Castro*** (2006), Exposição Ocupacional a Poluentes nos Parques de Estacionamento Subterrâneos da Grande Lisboa, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa

Nemmar, A., Hoet, P., Vanquickenborne, B., Dinsdale, D., Thomeer, M., Hoylaerts, M., Vanbilloen. H., Mortelmans, L., Nemery, B. (2002). Passage of inhaled particles into the blood circulation in humans. Circulation, vol. 105, pp. 411–414

Nicolai, T., Carr, D., Weiland, S.K., Duhme, H., von Ehrenstein, O., Wagner, C., von Mutius, E., 2003. Urban traffic and pollutant exposure related to respiratory outcomes and atopy in a large sample of children. Eur. Respir. J. 21, 956–963.

Nielsen. J and E. Bach, Work-related eye symptoms and respiratory symptoms in female cleaners, OccupMed 49 (1999), 291–297.

O

OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION (OSHA) – Sampling strategy and analytical methods for formaldehyde : occupational safety and health standards 1910.1048 App B. [Em linha] Washington, DC : OSHA, 2008. [Consult. 21 Jan. 2008]. Disponível em <http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show>.

O'Neill, M.S., Diez-Roux, A.V., Auchincloss, A.H., Shen, M., Lima, J.A., Polak, J.F., Barr, R.G., Kaufman, J., Jacobs Jr., D.R., 2011. Long-term exposure to airborne particles and arterial stiffness: the multi-ethnic study of atherosclerosis MESA. Environ. Health Perspect. 119, 844–851.

Otto, D.A., Merlhave, L., Rose, G., Hudnell, H.K., and House, D., 1990. Neurobehavioral and sensory irritant effects of controlled exposure to a complex mixture of volatile organic compounds. Neurotoxicol. Teratol., 12,649-652.

P

Pappas, G.P., Herbert, R.J., Henderson, W., Koenig, J., Stover, B., Barnhart, S., 2000. The respiratory effects of volatile organic compounds. *Int. J. Occup. Environ. Health* 6, 1–8.

Peters, A., von Klot, S., Heier, M., Trentinaglia, I., Hormann, A., Wichmann, H.E., Lowel, H., 2005. Cooperative Health Research in the Region of Augsburg Study Group. Exposure to traffic and the onset of myocardial infarction. *N. Engl. J. Med.* 351, 1721–1730

Pope, C. A., Burnett, R., Thun, M. J., Calle, E. E., Krewski, D., Ito, K. and Thurston, G. D. (2002) Lung cancer, cardiopulmonary mortality and long-term exposure to fine particulate air pollution. *Journal of the American Medical Association*, vol. 287 (9), pp. 1132- 1141

Prah, J.D., Case, M.W., Goldstein, G.M., 1998. Equivalence of sensory responses to single and mixed volatile organic compounds at equimolar concentrations. *Environ. Health Perspect.* 106, 739–744

Prista, J. – Métodos ergonómicos de análise do trabalho. *Revista Portuguesa de Saúde Pública.* 5 : 3-4 (Julho-Dezembro 1987) 61-66

Q

Querol, X., Alastuey, A., Rodriguez, S., Plana, F., Ruiz, C. R., Cots, N., Massague, G., Puig, O., 2001. PM10 and PM2.5 source apportionment in the Barcelona Metropolitan area, Catalonia, Spain. *Atmospheric Environment* 35, 6407-6419.

Quirce, S., Barranco, P., 2010. Cleaning agents and asthma. *J. Investig. Allergol. Clin. Immunol.* 20, 542–550.

R

Raha Sulaiman †, Nazli bin Che Din, and Nor Haniza Ishak (2007), INDOOR AIR QUALITY IN SELECTED UNDERGROUND CAR PARK IN MALAYSIA: STUDIES ON VENTILATION SYSTEM AND THE DESIGN LAYOUT, University of Malaya

Rappaport SM, Kupper LL: Quantitative exposure assessment. California; 2008.

Reinhold, V. – Environmental Toxicants: Human Exposures and Their Health Effects. New York: Morton Lippmann, 1992. ISBN 0-442-00549-0

Roberts JW, Clifford WS, Glass G, Hummer PG (1999) Reducing dust, lead, dust mites, bacteria, and fungi in carpets by vacuuming. *Arch Environ Contam Toxicol* 36:477–484

Robinson PA, Tauxe RV, Winkler WG, Levy ME. Respiratory illness in conference participants following the use of a carpet shampoo. *Infect Control* 1983;4:158 -160.

Rosenman, K.D., Reilly, M.J., Schill, D.P., Valiante, D., Flattery, J., Harrison, R., Reinisch, F., Pechter, E., Davis, L., Tumpowsky, C.M., Filios, M., "Cleaning products and work-related asthma", *Journal of Occupational Medicine*, Vol. 45(5), 2003, pp. 556-563.

Rosenman, K.D., 2007. Cleaning products-related asthma. *Clin. Pulm. Med.* 13, 221–228.

RYAN, T. J. ; BURROUGHS, G. E. ; TAYLOR, K. – Video exposure assessments demonstrate excessive laboratory formaldehyde exposures. *Applied Occupational and Environmental Hygiene.* 18 : 6 (June 2003) 450-457.

S

SADHRA, S. S. ; RAMPAL, K. G., ed. lit. – *Occupational health : risk assessment and management.* London : Blackwell Science, (1999). 129-158.

SADHRA, S. S. – Principles of risk assessment. In GARDINER, K. ; HARRINGTON, J. M. – *Occupational hygiene.* 3rd ed. Oxford : Blackwell Publishing, 2005. 105-123. SADHRA, S. S. ; GARDINER, K. – Requirements of monitoring exposure to workplace contaminants.

Samoli, E., Aga, E., Touloumi, G., Nisiotis, K., Forsberg, B., Lefranc, A., Pekkanen, J., Wojtyniak, B., Schindler, C., Niciu, E., Brunstein, R., Dodic, F.M., Schwartz, J. and Katsouyanni, K. (2006) Short-term effects of nitrogen dioxide on mortality: an analysis within the APHEA project, *Eur. Respir. J.*, 27, 1129–1138.

Sanchez J, Anto JM: Asthma risk, cleaning activities and use of specific cleaning products among Spanish indoor cleaners. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health* 2001, 27:76-81.

Santarsiero A, Fuselli S, Piermattei A, Moruno R, Blasio G, Felice M. investigation of indoor air volatile organic compounds concentration levels in dental settings and some related methodological issues. *Ann Ist Super Sanità* 2009; 45: 87-98

Schneider T, Bohgard M, Gudmundsson A. A semiempirical model for particle deposition onto facial skin and eyes. Role of air currents and electric fields. *J Aerosol Sci* (1994a);25:583-593.

Schneider T, Nilsen S, Dahl I. Cleaning effectiveness and airborne dust generation of cleaning methods. *Build Environ* (1994c);29:369 -372

Schneider T, Burdet G, Martinon L et al. Ubiquitous fiber exposure in selected sampling sites in Europe. *Scand J Work Environ Health* 1996b; 22:274 - 284

Schneider, T., Sundell, J., Bischof, W., Bohgard, M., Cherrie, J.W., Clausen, P.A., Dreborg, S., Kildesø, J., Kjærgaard, S.K., Løvik, M., Pasanen, P., Skyberg, K., 2003. EUROPART. Airborne particles in the indoor environment. A European inter-disciplinary review of scientific evidence on associations between exposure to particles in buildings and health effects. *Indoor Air* 13, 38–48.

Schupp, T.; BOLT, H.M.; HENGSTLER, J.G. Maximum exposure levels for xylene, formaldehyde and acetaldehyde in cars. *Toxicology*, Leipzig, v.206, p.461-470, 2005.

Schwartz, J. Dockery, D. W. & Neas, L. M. (1996): Is daily mortality associated specifically with fine particles? *Journal of the Air and Waste Management Association* 46, 927-939.

Schwartz, J., Alexeeff, S.E., Mordukhovich, I., Gryparis, A., Vokonas, P.S., Suh, H., Coull, B.A., 2012. Association between long-term exposure to traffic particles and blood pressure in the Veterans Administration Normative Aging Study. *Occup. Environ. Med.* 69, 422–427.

Seinfeld J. H. & Pandis S. N. (1998): Atmospheric chemistry and physics. From air pollution to climate change. John Wiley & Sons, Inc. EUA.

Sendão, Marta Alexandra de Freitas. Impacto da poluição atmosférica na saúde da população residente em Lisboa [dissertation]. Aveiro: Universidade de Aveiro 2008

Serranheira, F. – Da saúde e segurança do trabalho à saúde e segurança dos trabalhadores : um (ainda) longo caminho a percorrer (2ª parte). *Revista Segurança*. XLIV : 189 (2009) 18-23.

Serranheira, F. ; UVA, A. S. ; ESPÍRITO-SANTO, J. – Estratégia de avaliação do risco de lesões músculo-esqueléticas de membros superiores ligadas ao trabalho aplicada na indústria de abate e desmancha de carne em Portugal. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*. 34 : 119 (2009) 58-66.

Sharma, P.; KHARE, M. Modelling of vehicular exhausts: a review. *Transportation Research Part D: Transport and Environment, India*, v. 6, nº.3, p. 179-198, May 2001

Silva, Marcelo Gonçalves da. Análise da Qualidade do Ar com base no fluxo de Veículos e variáveis climáticas: o caso da cidade de Uberlândia – MG. 2007. 114f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

Singer BC, Destailats H, Hodgson AT, Nazaroff WW: Cleaning products and air fresheners: emissions and resulting concentrations of glycol ethers and terpenoids. *Indoor Air* 2006, 16:179-191.

Skulberg, K.R., Skyberg, K., Kruse, K., Wijnard, E., Djupesland, P., Levy, F., Kjuus, H., 2004. The effect of cleaning on dust and the health of office workers. An intervention study. *Epidemiology* 15, 71–78.

Slezáková, Klára. Suspended Particles in Outdoor and Indoor Air: Characterization to Support Epidemiological Studies [dissertation]. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto; 2009

Speijers, G.J.A. VOCs and the environment and public health, health effects. In: BLOEMEN, H.J.T.; BURN, J. *Chemistry and Analysis of Volatile Organic Compounds in the Environment*. Netherlands. Blackie Academic & Professional. 1993. Cap. 2, p.25-91.

Sperandio J.C: “L’ergonomie du travail mental” Éd. Masson, Paris 1984 Stocker, H. S., Seager, S. L. 1981. *Química Ambiental: Contaminación del aire y del agua*. Editorial Blume, Barcelona

Sundell J, Lindvall T, Stenberg B, Wall S. Sick building syndrome _SBS in office workers and facial skin symptoms among VDT-workers in relation to building and room characteristics: two case-referent studies. *Indoor Air* 1994;4:83 -94.

Sørensen, M., Hoffmann, B., Hvidberg, M., Ketzel, M., Jensen, S.S., Andersen, Z.J., Tjønneland, A., Overvad, K., Raaschou-Nielsen, O., 2012. Long-term exposure to traffic-related air pollution associated with blood pressure and self-reported hypertension in a Danish cohort. *Environ. Health Perspect.* 120, 418–424.

Søgaard, K., Blangsted, A.K., Herod A., Finsen L., *Work Design and the Labouring Body: Examining the Impacts of Work Organization on Danish Cleaners’ Health*, *Antipode* 38 (3), 579–602, 2006, <http://www.blackwell-synergy.com/doi/abs/10.1111/j.0066-4812.2006.00596.x>

T

Tay K. L (2002), Ventilation in a Large Underground Car Park, National University of Singapore, unpublished thesis

TGWU - Transport and General Workers' Union, "Cleaning", T&G guide to women's health and safety – Workplace hazards and working women, 2003. Available at: http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/gender/trade_union/chapter4.pdf

U

USEPA - An Introduction to Indoor Air Quality (IAQ) - Volatile Organic Compounds (VOCs) (2012) <http://www.epa.gov/iaq/voc.html>

U.S. DEPARTMENT OF HEALTH, EDUCATION, AND WELFARE – Control Techniques for Carbon Monoxide, Nitrogen Oxide, and Hydrocarbon Emissions From Mobile Sources. Washington D.C.: U.S. Department Of Health, Education, and Welfare, 1970

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – Guidelines for exposure assessment. Risk Assessment Forum. Washington, DC : U. S. EPA, 1992.

V

Vernez, D., Bruzzi, R., Kupferschmidt, H., De-Batz, A., Droz, P., Lazor, R., 2006. Acute respiratory syndrome after inhalation of waterproofing sprays: a pos-teriori exposure–response assessment in 102 cases. *J. Occup. Environ. Hyg.* 3, 250–261.

Viegas, S. ; PRISTA, J. ; GOMES, M. – Exposição profissional a formaldeído : estudo de caso. In COLÓQUIO INTERNACIONAL DE SEGURANÇA E HIGIENE OCUPACIONAIS, Guimarães, Portugal, 7 e 8 de Fevereiro, 2008.

Viegas, S. ; PRISTA, J. – Estudo da exposição ocupacional a formaldeído num laboratório de anatomia patológica : relevância da aplicação de uma metodologia (PID) de monitorização ambiental. *Revista Saúde e Trabalho.* 7 (2009a) 31-45.

Viegas, S. ; PRISTA, J. – Exposição profissional a formaldeído: que realidade em Portugal? *Saúde & Tecnologia.* 4 (2009b). [Em vias de publicação]

Vincent R, Cicolella A, Surba I, Reieger B, Poirot P, Pierre F: Occupational exposure to 2-butoxyethanol for workers using window cleaning agents. *Applied Occupational and Environmental Hygiene* 1993, 8:580-586.

W

Wainman T, Zhang J, Weschler CJ, Liroy PJ: Ozone and limonene in indoor air: a source of submicron particle exposure. *Environmental Health Perspectives* 2000, 108:1139-1145.

Wake D, Gray R, Brown RC. Assessment of the filtration efficiency of vacuum cleaners used against cotton dust. *Ann Occup Hyg* 1992;36:35-46.

Wallace L, Pellizzari E, Wendel C: Total volatile organic concentrations in 2700 personal, indoor, and outdoor air samples collected in the US EPA team studies. *Indoor Air* 1991, 4:465-477.

Washington State Department of Health. School indoor Air Quality Best Management Practices. Office of Environmental Health and Safety Manual. Washington USA. 2003.

Wei, F., Teng, E., Wu, G., Hu, W., Wilson, W. E., Chapman, R. S., Pau, J. C., Zhang, J., 1999. Ambient concentrations and elemental compositions of PM10 and PM2.5 in four Chinese cities. *Environmental Science and Technology* 33, 4188-4193.

Weitz, D. A., 2009. Engineering Particle Systems for Pulmonary Drug Delivery. Division of Engineering and Applied Sciences, Department of Physics, Harvard University, Cambridge, United States of America. Available from <http://www.seas.harvard.edu/projects/weitzlab/jeanresearch/PulmonaryDrugDelivery.html>.

Wells, R., NIOSH, "Multifaceted Approach to Assess Indoor Environmental Quality", NIOSH Science Blog, 9th April 2009. Available from http://www.cdc.gov/niosh/blog/nsb040909_indoorenv.html

WHO - World Health Organization (1988). Man-made mineral fibres. Environmental health criteria 77. Geneva: World Health Organization,.

WHO - World Health Organization (2000). Particulate Matter, Chapter 7.3. WHO Regional Publications, European Series, Copenhagen, Denmark, 1-40, available at www.euro.who.int/document/aicq/7_3particulate-matter.pdf

WHO - World Health Organization (2000a) Air Quality Guidelines for Europe, 2nd edn. Copenhagen, World Health Organization.

WHO - World Health Organization (2000B). Air Quality Guidelines, Second Edition. WHO Regional Publications, European Series No. 91, Copenhagen, Denmark, 201-205.

WHO - World Health Organization (2004a) Health aspects of air pollution: Results from the WHO project "systematic review of health aspects of air pollution in Europe" (Report No.: E83080), Copenhagen, Denmark, World Health Organization Regional office for Europe, June 2004.

WHO - World Health Organization (2004b). Health Aspects of Air Pollution – answers to follow-up questions from CAFE. Report on a WHO working group meeting Bonn, Germany, 15–16 January 2004. World Health Organization, Europe. Disponível em: [www.euro.who.int]

WHO - World Health Organization (2006). WHO Air Quality Guidelines for Particulate Matter, Ozone, Nitrogen Dioxide and Sulfur Dioxide - Global Update 2005. Summary of Risk Assessment. WHO Publications, Geneva, Switzerland, 8-13.

Wilson, W. E., Chow, J. C., Claiborn, C., Fusheng, W., Engelbrecht, J., Watson, J. C., 2002. Monitoring of particulate matter outdoors. *Chemosphere* 49, 1009-1043.

Wolkoff P. Volatile organic compounds sources, measurements, emissions, and the impact on indoor air quality. *Indoor Air* 1995;3:9 - 73.

Wolkoff, P., Schneider, T., Kildesø, J., Degerth, R., Jaroszewski, M., Schunk, H., "Risk in cleaning: chemical and physical exposure", *The Science of the Total Environment* Vol. 215, 1998, pp. 135-156.

Wolkoff P, Wilkins CK, Clausen PA, Nielsen GD: Organic compounds in office environments – sensory irritation, odor, measurements and the role of reactive chemistry. *Indoor Air* 2006, 16:7-19.

Wolkoff, P., 2008. Healthy eye in office-like environments. *Environ. Int.* 34, 1204–1214.

Woodfolk, J. A., Luczynska, C. M., de Blay, F., Chapman, M. D., & Platts-Mills, T. A. E. (1993). The effect of vacuum cleaners on the concentration of particle size distribution of airborne cat allergen. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 91, 829–837.

Woods, V., Buckle, P., Haisman, M., Musculoskeletal health of cleaners, HSE – Health and Safety Executive, Contract research report 215/1999, 1999. Available at: http://www.hse.gov.uk/research/crr_pdf/1999/crr99215.pdf

Woods, V., Buckle, P., "Musculoskeletal ill health amongst cleaners and recommendations for work organisational change", *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 36(1), 2006, pp. 61-72.

Wooley, J., Nazaroff, W.W., Hodgson, A.T., 1990. Release of ethanol to the atmosphere during use of consumer cleaning products. *Journal of the Air & Waste Management Association* 40, 1114–1120.

Wyzga, E. R. (2002). Air pollution and health; are particulates the answer? Proceedings of the NETL Conference 'PM2.5 and electric power generation: Recent findings and implications', Pittsburgh, PA, 9–10 April

X

Xu GB, Yu CP (1987) Deposition of diesel exhaust particles in mammalian lungs A comparison between rodents and man. *Aerosol Sci Technol* 7:117-123

Y

Yusuf, S., Reddy, S., Ounpuu, S., 2001. Global burden of cardiovascular diseases. Part 1: General considerations the epidemiological transition risk factors and impact of urbanization. *Circulation* 104, 2746–2753.

Z

Zhou, H.; SPERLING, D. Traffic emission pollution sampling and analysis on urban streets with high rising buildings. *Transportation Research. Part D, Transport and Environment*, v. 6, p. 269–81, 2001

Zhu Jiping, Cao Xu-Liang, Beauchamp Ray: Determination of 2 butoxyethanol emissions from selected consumer products and its application in assessment of inhalation exposure associated with cleaning tasks. *Environmental International* 2001, 26:589-597

Zock JP, Kogevinas M, Sunyer J, Almar E, Muniozguren N, Payo F, Sanchez JL, Anto' JM. Asthma risk, cleaning activities and use of specific cleaning products in Spanish indoor cleaners. *Scand J Work Environ Health* 2001;27:76–81.

Zock JP, Kogevinas M, Sunyer J, Jarvis D, Toren K, Anto J: Asthma characteristics in cleaning workers, workers in other risk jobs and office workers. *European Respiratory Journal* 2002, 20:679-685.

Zock JP, Plana E, Jarvis D, Antó JM, Kromhout H, Kennedy SM, et al. The use of household cleaning sprays and adult asthma: an international longitudinal study. *Am J Respir Crit Care Med*. 2007; 176:735–741

Zock JP, Vizcaya D, Le Moual N: Update on asthma and cleaners. *Curr Opin Allergy Clin Immunol* 2010