

---

# MESTRADO EM ENGENHARIA SEGURANÇA E HIGIENE OCUPACIONAIS



Tese apresentada para obtenção do grau de Mestre  
Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais  
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

## Avaliação dos níveis de empoeiramento – Estudo de caso na indústria têxtil

António José Pereira de Oliveira

**Orientador: Professor Doutor José Castela Torres da Costa**

Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto

**Co-orientador: Professor Doutor João Santos Baptista**

Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto

**Arguente: José Manuel Soutelo Soeiro de Carvalho**

Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto

**Presidente do Júri: Olga Nilza Bilbao de Sousa Mayan**

Instituto Superior da Maia

[2011]



---

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto PORTUGAL

VoIP/SIP: [feup@fe.up.pt](mailto:feup@fe.up.pt)

ISN: 3599\*654



Telefone: +351 22 508 14 00



Fax: +351 22 508 14 40



URL: <http://www.fe.up.pt>



Correio Electrónico: [feup@fe.up.pt](mailto:feup@fe.up.pt)



## **AGRADECIMENTOS**

À empresa que se disponibilizou para a recolha dos dados, assim como aos trabalhadores que sempre se mostraram disponíveis para participarem no estudo, em particular à Dr.ª Aida Alves pela informação que disponibilizou e à Técnica Manuela pela colaboração no trabalho de campo.

Ao Departamento de Minas e às pessoas que se disponibilizaram para ajudar no trabalho laboratorial.

Ao Prof. Doutor José Castela Torres Costa pela disponibilidade, partilha de conhecimento e orientação.

Ao Prof. Doutor João Santos Baptista pela disponibilidade, partilha, motivação e acompanhamento em todo este percurso.

À EnviSolutions pela disponibilização dos equipamentos.

Às pessoas que me acompanharam nesta etapa dando o seu apoio e carinho.

E um especial agradecimento à minha família, desde sempre presentes.



## RESUMO

A exposição a agentes químicos é um dos factores de perigo que contribuiu para por em risco a saúde dos trabalhadores no desempenho das suas funções. Na indústria têxtil os níveis de empoeiramento assumem especial importância por haver a conjugação com as fibras de algodão e sua patogenicidade. Desta forma, importa quantificar as concentrações presentes nos locais de trabalho quer do ponto de vista da avaliação da exposição quer do ponto de vista do diagnóstico de saúde.

**Objectivo:** O trabalho realizado visou a avaliação dos níveis de empoeiramento numa unidade têxtil, com vista a aplicação da metodologia NIOSH 0500, e a definição de um método de intervenção credível e sustentado para contrapor as variações existentes ao longo do tempo.

**Metodologia:** Foram realizadas recolhas seriadas em três locais de uma indústria têxtil – tecelagem, bobinagem e urdissagem – ao longo de uma semana, tendo por base a norma NIOSH 0500.

**Resultados:** Nos primeiros dois dias tiveram de ser feitos ajustes nos tempos de amostragem passando de 40min a 50min para amostragens de 250min a 300min, de forma a obter dados mais consistentes. Na urdissagem, os níveis médios de empoeiramento foram maiores  $0,64\text{mg}/\text{m}^3 \pm 0,23\text{mg}/\text{m}^3$ , enquanto os outros dois locais apresentaram níveis menores  $0,31\text{mg}/\text{m}^3 \pm 0,02\text{mg}/\text{m}^3$  e  $0,26\text{mg}/\text{m}^3 \pm 0,19\text{mg}/\text{m}^3$  para a tecelagem e bobinagem respectivamente.

**Conclusões:** Podemos pois concluir que a metodologia aplicada requer uma quantidade de amostra mínima para dar resultados consistentes, o que por sua vez está ligado com o caudal e tempo de amostragem. Independentemente do processo delineado há que ter em consideração a sensibilidade imposta por estes factores. Além disso, o tempo de amostragem deve ser tal que cubra um ciclo de variação das concentrações. Em locais com taxas de renovação de ar elevadas, há uma maior redução dos contaminantes mas também uma homogeneização do ar favorecendo desta forma a amostragem.

**Palavras-chave:** *Níveis de empoeiramento, Indústria Têxtil, NIOSH 0500.*



## ABSTRACT

Exposure to chemicals is one of the factors that contributed to put in risk the health of workers when performing their duties. In the textile industry, concentration dust levels, have de particular importance for having a combination with the cotton fibers and its pathogenicity. Thus, it is important to quantify the concentrations present in the workplace, as from the point of view of exposure assessment as from the point of view of health diagnosis.

**Objective:** The work aimed to evaluate the concentration dust in a textile factory, applying the 0500 NIOSH method, and the definition of a credible and sustained method of intervention to counteract the existing variations over time.

**Methodology:** We performed serial collections in three locations of a textile industry - weaving, winding and warping - over a week, based on the standard NIOSH 0500.

**Results:** In the first two days we made a few adjustments in the sampling times, from 40 min to 50min samplings to 250min to 300min sampling in order to obtain more consistent results. In warping, the concentrations dust were higher  $0,64 \text{ mg/m}^3 \pm 0,23 \text{ mg/m}^3$ , while the other two areas had lower levels  $0,31 \text{ mg/m}^3 \pm 0,02 \text{ mg/m}^3$  and  $0,26 \text{ mg/m}^3 \pm 0,19 \text{ mg/m}^3$  for the weaving and winding respectively.

**Conclusions:** We therefore conclude that the methodology requires a minimal amount of sample to give consistent results, which in turn is connected to the flow and sampling time. Regardless of the process outlined should be taken into account the sensitivity imposed by these factors. In addition, the time sampling should be such that it covers one cycle of variation in concentrations. In places with air exchange rates are high, there are a reduction of contaminants but also a homogenization of air that favor the air sampling.

**Keywords:** *Concentration dust*, Textile Industry, NIOSH 0500



## Índice

1	INTRODUÇÃO .....	1
1.1	Evolução histórica do sector da indústria têxtil .....	1
1.2	Estatísticas do sector têxtil .....	2
1.3	Avaliação da Exposição Ocupacional a Contaminantes Químicos .....	5
2	OBJECTIVOS E METODOLOGIA.....	7
2.1	Objectivos da Tese.....	7
2.2	Procedimentos aplicados .....	7
3	ESTADO DA ARTE .....	9
3.1	Enquadramento Legal e Normativo .....	9
3.1.1	Legislação.....	9
3.1.2	Normas.....	10
3.2	Referenciais Técnicos .....	11
3.3	Conhecimento Científico .....	11
3.3.1	Contaminantes químicos .....	11
3.3.2	Controlo de contaminantes químicos .....	16
3.3.3	Ventilação Industrial .....	17
3.3.4	Equipamento Monitorização .....	18
3.3.5	Doenças profissionais .....	20
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
4.1	Materiais e Equipamentos utilizados .....	23
4.2	Procedimentos .....	24
4.2.1	Local de estudo.....	24
4.2.2	Definição dos postos de trabalho a analisar.....	26
4.2.3	Caracterização dos postos de trabalho avaliados .....	26
4.2.4	Carga de trabalho/Produção.....	31
4.3	Metodologia.....	31
4.3.1	Preparação da amostragem .....	32
4.3.2	Assemblagem dos filtros e suportes.....	32
4.3.3	Calibração das Bombas de amostragem .....	34
4.3.4	Amostragem .....	34
4.3.5	Condições ambientais .....	34
4.3.6	Condições de medição .....	34
4.3.7	Cálculo da concentração .....	34
5	TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS.....	35
5.1	Caracterização da amostra .....	35
5.2	Tratamento de dados .....	35

5.2.1	Condições ambientais.....	35
5.2.2	Caudais dos equipamentos .....	37
5.2.3	Níveis de empoeiramento .....	37
5.2.4	Taxa de renovação de ar dos locais de estudo .....	39
6	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	41
7	CONCLUSÕES.....	43
8	PERSPECTIVAS FUTURAS.....	45
9	BIBLIOGRAFIA .....	46
10	ANEXOS.....	1
10.1	Procedimentos.....	2
10.2	Folha de Campo .....	4

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Fabricação de têxteis: Número de empresas por dimensão .....	3
Figura 2 – Fabricação de têxteis: Variação percentual do nº de empresas .....	3
Figura 3 – Motivos de absentismo na indústria têxtil .....	4
Figura 4 - Distribuição percentual dos casos de doença profissional (certificada, com e sem incapacidade) por agente causal (2006) .....	4
Figura 5 - Distribuição percentual dos casos de doença profissional (certificada, com e sem incapacidade) por tipo de manifestação clínica (2006) .....	5
Figura 6 - Enquadramento legal.....	10
Figura 7 – Fracções inalável torácica e respirável expressa como percentagem de partículas totais expressas no ar. ....	14
Figura 8 - Disposição das partículas no sistema respiratório .....	14
Figura 9- Algodão .....	15
Figura 10 – Sistema de ventilação geral: 1 Sistema de insuflação simples, 2 Sistema combinado de insuflação e extracção.....	17
Figura 11 – Sistema de ventilação localizada .....	18
Figura 14 – Tudo de Carvão activado .....	18
Figura 13 – Ampola para gases.....	18
Figura 12 – Frasco absorvedor (Impinger).....	18
Figura 15 – EMV7 Quest Technologies – Gravimetria (metodo directo e indirecto) .....	19
Figura 16 – Dust Trak II Aerosol Monitor - light scattering laser photometers (método directo) ....	19
Figura 18 – Elutriador Vertical - Gravimetria (método indirecto).....	19
Figura 17 – Amostrador pessoal gravimetria (método indirecto) .....	19
Figura 19 – Processo produtivo da empresa – Tecelagem .....	25
Figura 20 – Fases da Tecelagem.....	25
Figura 21 – Edifício da Tecelagem .....	26
Figura 22 – Tecelagem.....	27
Figura 23 – Sistema de ventilação da Tecelagem: A-Insuflação, B-Aspiração.....	27
Figura 24 – Urdissagem .....	28
Figura 25 – Edifício da preparação da Tecelagem/Urdissagem .....	28
Figura 26 – Sistema Ventilação Urdissagem.....	29
Figura 27 – Bobinagem .....	29
Figura 28 – Edifício da Bobinagem .....	30
Figura 29 – Sistema de ventilação Bobinagem: insuflação (sup.), coluna de ventilação (esq.) grelhas de aspiração (dir.).....	30
Figura 30 – Fases do processo de amostragem.....	32
Figura 31 – Assemblagem de filtros e suportes .....	33
Figura 32 – Filtro e suporte montado .....	33
Figura 33 – Exsicador.....	33

Figura 34 – Variação das condições ambientais na Tecelagem .....	35
Figura 35 – Variação das condições ambientais da Urdissagem .....	36
Figura 36 – Variação das condições ambientais da Bobinagem .....	36
Figura 37 – Variação das condições ambientais da sala de pesagens.....	37
Figura 38 - Variação da concentração de poeiras nos postos em estudo e tempo de amostragem	39

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Dados económicos do sector têxtil .....	2
Tabela 2 – Normas .....	10
Tabela 3 – Referenciais Técnicos .....	11
Tabela 4 – Composição do ar puro (fonte [Woods 1992]) .....	11
Tabela 5 – Agentes químicos (Fonte: [Miguel 2010]) .....	12
Tabela 6 – Factores de risco responsáveis pelo desenvolvimento de doenças respiratórias nos trabalhadores da indústria têxtil (adaptado de [Costa 2004]).....	15
Tabela 7: Medidas de controlo dos contaminantes químicos .....	16
Tabela 8 – Comparação entre os valores de empoeiramento do Elutriador Vertical e do empoeiramento .....	20
Tabela 9 - Factores que determinam uma doença profissional (Fonte:[Freitas 2008]) .....	20
Tabela 10 – Capacidade produtiva dos sectores analisados .....	31
Tabela 11 – Variação das condições ambientais – Médias semanais .....	35
Tabela 12 – Variações das condições ambientais .....	36
Tabela 13 – Variação dos caudais (L/mim) dos equipamentos utilizados.....	37
Tabela 14 – Tempos de amostragem e concentração de poeiras na Tecelagem ao longo do turno	37
Tabela 15 - Tempos de amostragem e concentração de poeiras na Urdissagem ao longo do turno .....	38
Tabela 16 - Tempos de amostragem e concentração de poeiras na Bobinagem longo do turno ....	38
Tabela 17 – Variação dos tempos de amostragem e concentração na Tecelagem .....	38
Tabela 18 - Variação dos tempos de amostragem e concentração na Bobinagem .....	38
Tabela 19 - Variação da concentração (mg/m <sup>3</sup> ) de poeiras nos postos em estudo.....	38
Tabela 20 – Níveis de empoeiramento (g/m <sup>3</sup> ).....	39
Tabela 21 – Taxa de renovação de ar dos locais de estudo .....	39



## GLOSSÁRIO

**ACIGH:** É a Conferência Norte Americana de Higienistas Industriais Governamentais (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*), uma organização voluntária de profissionais em higiene industrial de instituições governamentais ou educacionais dos EUA. Desenvolve e publica anualmente valores limites de exposição (VLE's) para centenas de substâncias químicas, agentes físicos, e inclui índices de exposição a agentes biológicos.

**Agente químico:** Qualquer elemento ou composto químico, isolado ou em mistura que se apresente no estado natural ou seja produzido, utilizado ou libertado em consequência de uma actividade laboral, inclusivamente sob a forma de resíduo, seja ou não intencionalmente produzido ou comercializado.

**Atopia:** É uma predisposição familiar genética para desenvolver alguns tipos de alergia.

**Bomba de Amostragem:** Instrumento portátil e leve, que forneça um fluxo de ar que permita trabalhar na gama de fluxo de ar entre 1,0 a 2,0 L/min, com bateria recarregável e blindada contra explosão. A bomba deve possuir um sistema automático de controlo de caudal com capacidade para mantê-lo constante, dentro de um intervalo de  $\pm 5\%$ , durante o tempo de colheita.

**Dispositivo de colheita:** Conjunto composto por porta-filtros, suporte do filtro, filtro de membrana.

**Doença profissional:** É aquela que resulta directamente das condições de trabalho, consta da Lista de Doenças Profissionais (Decreto Regulamentar nº 6/2001 de 5 de Maio alterado pelo Decreto Regulamentar n.º 76/2007, de 17 de Julho) e causa incapacidade para o exercício da profissão ou morte.

**Elutriador vertical:** Dispositivo para medir a quantidade de poeiras respiráveis no ar.

**EPI:** Equipamento de protecção Individual

**Exposição ocupacional:** Situação onde um ou mais trabalhadores podem interagir com agentes ou factores de risco no ambiente de trabalho.

**Exposição:** A presença de um agente químico no ar na zona de respiração de um trabalhador. Expressa-se em termos da concentração do agente, em resultado de medições da exposição e referida ao mesmo período usado para o valor limite.

**Filtro de membrana:** Filtro de malha rígida, uniforme e contínua, de material polímero, com tamanhos de poro determinados precisamente durante a sua fabricação.

**Fluxo de ar:** Volume de ar, em litros, que passa através do dispositivo de colheita, por unidade de tempo, em minutos.

**Grupo de exposição similar:** Grupo de trabalhadores que experimentam situações de exposição semelhantes para que o resultado fornecido pela avaliação da exposição de qualquer trabalhador desse grupo seja representativo da exposição dos demais trabalhadores.

**IPAC:** Instituto Português de acreditação

**IUPAC:** International Union of Pure and Applied Chemistry. É uma organização científica, internacional e não-governamental, destinada à contribuição para os aspectos globais das Ciências Químicas, bem como à sua aplicação. A IUPAC possui uma série de comités e comissões que fazem recomendações sobre a nomenclatura e símbolos que devem ser usados em publicações técnicas e científicas em inglês. Tais recomendações, eventualmente, podem servir de base para a proposição de nomenclaturas e símbolos para o português, quando ainda não normalizados ou consagrados pelo uso.

**Local de trabalho:** Área ou áreas na(s) qual(is) onde o trabalhador desenvolve as actividades de trabalho.

**Higrómetro:** Instrumento para medir o grau de humidade da atmosfera.

**NIOSH:** O Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional dos EUA (*National Institute for Occupational Safety and Health*) é uma agência que, entre várias responsabilidades, treina profissionais em saúde e segurança ocupacional e faz pesquisa em temas de saúde e segurança.

**OSHA:** Administração de Segurança e Saúde Ocupacional dos EUA (*Occupational Safety and Health Administration*). É uma agência que publica e aplica regulamentações sobre segurança e saúde para a maioria das empresas e indústrias.

**Padrão de trabalho:** Sequência de actividades realizadas pelo trabalhador durante o período de tempo considerado.

**Partículas totais:** São as partículas suspensas no ar colhidas em porta-filtros de PVC de 37 mm de diâmetro, de três peças, com face fechada e orifício para a entrada do ar de 4 mm de diâmetro, conhecido como cassete. A colheita de partículas totais deve ser utilizada somente quando não houver indicação específica para colheita de partículas inaláveis, torácicas ou respiráveis.

**Partículas não especificadas de outra maneira (PNOC):** Partículas para as quais ainda não há dados suficientes para demonstrar efeitos na saúde em concentrações geralmente encontradas no ar dos locais de trabalho. Essa definição refere-se às partículas que não tenham um limite de exposição estabelecido; que sejam insolúveis ou fracamente solúveis em água ou nos fluidos aquosos dos pulmões; não sejam citotóxicas, genotóxicas ou quimicamente reactivas com o tecido pulmonar; não emitam radiação ionizante; causem sensibilidade imunológica ou outros efeitos tóxicos que não a inflamação ou a deposição excessiva.

**Período laboral:** Refere-se ao período durante o qual o trabalhador exerce, efectivamente, a sua actividade. Exemplos: jornada diária de 8 horas; turno nocturno de 7 horas; jornada semanal de 48 horas.

**Poeira de algodão:** Poeira presente no ar durante o manuseio ou processamento de algodão. Pode conter uma mistura de muitas substâncias, incluindo solo até matéria vegetal, fibras, bactérias, fungos, pesticidas, e outros contaminantes acumulados com o de algodão durante o cultivo, a colheita, o processamento ou períodos de armazenamento. Qualquer poeira presente durante a manipulação e processamento de algodão através da tecelagem ou por tricotagem de tecidos, e poeira presente em outras operações ou processos de fabrico com algodão cru ou desperdícios fibras ou derivados de fibra de algodão a partir de indústrias têxteis são considerados poeiras de algodão dentro desta definição. Névoas de óleo lubrificante associadas com as operações de tecelagem não é considerado a poeira de algodão.

**Porta-filtros:** Componente do dispositivo de colheita que abriga e sustenta o suporte do filtro e o filtro de membrana.

**Registo de campo:** É o registo de todos os dados ou ocorrências observados durante a avaliação do ambiente de trabalho. As informações devem ser tomadas de maneira organizada e anotadas em formulários apropriados de modo que possam contribuir para as conclusões da avaliação.

**Risco ocupacional:** É a possibilidade de um trabalhador sofrer um determinado dano à saúde em virtude das condições de trabalho. Para qualificar um risco, de acordo com a sua gravidade, avaliam-se conjuntamente a probabilidade de ocorrência e a severidade do dano.

**Separador de partículas:** Componente do dispositivo de colheita utilizado para separar partículas dentro de uma faixa de tamanhos pré-determinada.

**Sistema de colheita:** Sistema composto por bomba de amostragem, dispositivo de colheita e mangueira.

**Suporte do filtro:** Disco de celulose, metal ou outro material adequado ao tipo de porta-filtros em uso. A sua função é facilitar a distribuição do fluxo de ar e sustentar o filtro de membrana impedindo que o mesmo se rompa.

**Taxa de renovação do ar:** É o caudal horário de entrada de ar novo num edifício ou fracção autónoma para renovação do ar interior, expresso em múltiplos do volume interior útil do edifício ou da fracção autónoma.

**Tempo de amostragem:** tempo durante o qual foi efectuada a medição.

**Termóstato:** Regulador de temperatura.

**Valor limite:** Valor de referência para a concentração do agente químico no ar (os valores limite são a maior parte das vezes estabelecidos para períodos de referência de 8 horas, mas também podem ser estabelecidos para períodos mais curtos ou para flutuações da concentração). Os valores limite para gases e vapores são expressos de forma independente das variáveis temperatura e pressão do ar em ml/m<sup>3</sup> (ppm V/V) e de forma dependente daquelas variáveis em mg/m<sup>3</sup>, para uma temperatura de 20° C e uma pressão de 101,3 kPa.

**Valor limite biológico:** o limite de concentração no meio biológico adequado do agente em causa, dos seus metabolitos ou de um indicador de efeito.

**Valor Limite de Exposição (VLE):** Concentração de substâncias nocivas que representam condições às quais se julga que a quase totalidade dos trabalhadores possa estar exposta, dia após dia, sem efeitos prejudiciais para a saúde

**Valor Limite de Exposição - Concentração Máxima (VLE-CM):** valor limite expresso por uma concentração que nunca deve ser excedida durante qualquer período de exposição.

**Valor Limite de Exposição – Média Ponderada (VLE-MP):** valor limite expresso em concentração média diária, para um dia de trabalho de 8 h e uma semana de 40 h, ponderada em função do tempo de exposição.

**Valor Limite de Exposição – Curta Duração (VLE-CD):** valor limite expresso em concentração a que o trabalhadores podem estar expostos repetitivamente por curtos períodos de tempo, desde que o VLE-MP não seja excedido e sem que ocorram efeitos adversos.

**Valor limite de exposição profissional obrigatório:** o limite da concentração média ponderada de um agente químico presente na atmosfera do local de trabalho, na zona de respiração de um trabalhador, em relação a um período de referência determinado, sem prejuízo de especificação em contrário, que não deve ser ultrapassado em condições normais de funcionamento.

**Valor limite de exposição profissional indicativo:** o valor da concentração média ponderada usado como valor de referência na avaliação das exposições profissionais a fim de serem tomadas as medidas preventivas adequadas.



## 1 INTRODUÇÃO

O envolvimento do homem com a segurança remonta aos primeiros tempos da humanidade. O homem sempre conviveu lado a lado com o perigo. Inicialmente, este era constituído pelas ameaças que existiam no seu habitat natural, sendo pois de cariz natural. O desenvolvimento da humanidade, na procura incessante de melhorar a qualidade de vida, teve como uma das consequências aparecimento de novos perigos.

Nos dias de hoje a multiplicidade de perigos (naturais, tradicionais, tecnológicos e sociais) só é possível se o seu risco for mantido dentro de determinados valores tolerados. A aplicação de técnicas e medidas de prevenção que evitem a sua materialização em acidentes e que, no caso de tal acontecer, minimizem as suas consequências assume assim um papel de extrema importância.

Neste enquadramento, o primeiro objectivo da prevenção é o de eliminar os riscos ou se tal não for possível, pelo menos reduzi-los. Para tal, há que focalizar o trabalho na diminuição da probabilidade da sua ocorrência.

A prevenção de riscos é utilizada desde a pré-história pelo Homem, quando procurava as grutas para se proteger das intempéries e dos animais ferozes ou usava o fogo para se aquecer. No entanto, este modo de prevenção era realizado de forma empírica e individualista. Ao longo do desenvolvimento da humanidade foram sendo referenciadas alusões a riscos e perigos de determinadas actividades mas foi com a Revolução Industrial, que a prevenção e a segurança ganharam relevância no mundo do trabalho, aparecendo as primeiras formas estruturadas de gestão da segurança ocupacional [Freitas 2008]

A Segurança e Higiene do Trabalho é a disciplina que se preocupa com a prevenção e controlo dos riscos de operação e de ambiente, que em determinadas condições podem ocasionar acidentes e trabalho e doenças profissionais [Freitas 2008].

O presente estudo debruça-se particularmente sobre higiene industrial, no que diz respeito aos contaminantes químicos do sector têxtil, CAE 17<sup>1</sup>, e mais especificamente nos níveis de empoeiramento existentes neste sector e a sua metodologia de avaliação.

### 1.1 Evolução histórica do sector da indústria têxtil

Apesar da tardia industrialização portuguesa, em finais do século XVIII, Portugal sempre teve uma forte tradição no têxtil, como referido na história da indústria, pela Universidade do Minho [2009].

Com a Revolução Industrial Inglesa apareceram novos produtos como o algodão e surgiu uma redução dos preços. Estes produtos fizeram concorrência directa com os têxteis portugueses, pois a importação têxtil levou à incapacidade de concorrer com a qualidade e preços estrangeiros, o que levou à diminuição da produção manufactora [Pinheiro et al. 2010]

Neste período, em Portugal predominavam pequenas oficinas e o trabalho era mal remunerado. Em 1836, a indústria têxtil estabelece-se e progride devido a investimentos particulares, que permitiram adquirir máquinas a vapor e acentuar a divisão técnica do trabalho. Estas alterações verificaram-se, essencialmente, na indústria algodoeira e de lanifícios. Entre 1840 a 1860 verificou-se um avanço na indústria têxtil, no entanto, a maior parte da produção era ainda obtida de forma artesanal, resistindo à inovação [Portal Empresarial da Maia 2006]].

Em 1931, foi instituído o regime de condicionamento industrial, incluindo a indústria têxtil algodoeira, com o decreto nº19354, com o objectivo de disciplinar, coordenar e proteger a indústria (o diploma encontrava-se adaptado ao clima autoritário e ditatorial do Estado Novo). O algodão para as indústrias provinha das colónias, mas a sua produção era insuficiente e a

---

<sup>1</sup> De acordo com o código de Classificação das Actividades Económicas, a Indústria Têxtil e do Vestuário enquadra-se na secção das Indústrias Transformadoras e engloba a Fabricação de têxteis (CAE 17) Decreto-Lei nº 381/2007 de 14 d Novembro

importação era dificultada, o que obrigava as indústrias a trabalhar abaixo da sua capacidade. Esta situação só foi ultrapassada com o aparecimento das fibras sintéticas, nos anos 50/60 [Alves 2004].

No século XIX, assistimos a um desenvolvimento da indústria têxtil, particularmente no Vale do Ave fomentado pela protecção pautal e pelo reconhecimento das vantagens da localização das indústrias nas áreas rurais. De acordo com Alves [2004], neste período, as exportações portuguesas tinham pouca importância, a não ser em momentos de conflito externo – como a 1ª Guerra Mundial (1914/1918), a Guerra Civil de Espanha (1936/1939) e a 2ª Guerra Mundial (1939-1944). Esta situação levou à expansão da indústria têxtil de algodão, que após o término dos conflitos voltou a diminuir.

Em 1960, a adesão de Portugal à AELC (Associação Europeia de Livre Comércio - sigla em inglês EFTA) permite abertura ao exterior, tornando Portugal num dos maiores exportadores mundiais de têxteis e de vestuário, reconhecido pela sua excelente relação qualidade-preço. A alteração dos mercados coloniais pelos europeus consolida-se após a Revolução 25 de Abril de 1974.

Nas décadas de 70 e 80 a indústria têxtil e do vestuário português desenvolveu as suas actividades principalmente devido a custos de mão-de-obra comparativamente mais baixos, proximidade de localização geográfica e afinidade cultural que favoreceram a deslocalização dos meios de produção de outras partes da Europa onde os custos da mão-de-obra eram consideravelmente mais elevados. A modernização do sector tem vindo a processar-se ao nível das empresas e das infra-estruturas de apoio desde os finais da década de 80.

Os anos 80/90 ficam marcados pela adesão de Portugal à CEE (1986) e pela modernização do sector, através de apoios do Estado e da União

Assim, segundo Vasconcelos [2006], a Indústria Têxtil e do Vestuário portuguesa atravessa um período de reconversão e de reestruturação, devido à queda das barreiras alfandegárias, ou seja, o fim das restrições quantitativas à entrada de têxteis em Portugal, e com a emergência de novos países produtores de artigos têxteis com recurso a mão-de-obra barata, como o caso da China. Estas alterações permitem responder as necessidades actuais do consumo de mercado, nomeadamente maior flexibilidade nos produtos e consequentemente nos processos produtivos e estruturas de gestão.

No futuro, a Indústria Têxtil e do Vestuário portuguesa deve prosseguir esta estratégia e acrescentar novas formas de desenvolvimento que coloquem o sector em níveis mais elevados de competitividade e qualidade de emprego.

## 1.2 Estatísticas do sector têxtil

Os dados de 2009 revelam a importância do sector através dos valores apresentados na seguinte tabela:

Tabela 1 – Dados económicos do sector têxtil

	Milhões Euros
<b>Produção</b>	5 704
<b>Volume de Negócios</b>	5 769
<b>Exportação</b>	3 448
<b>Importações</b>	2 889

Fonte: [Confederação Empresarial de Portugal 2010]

A contribuição do sector para as contas nacionais reflecte-se nos seguintes indicadores:

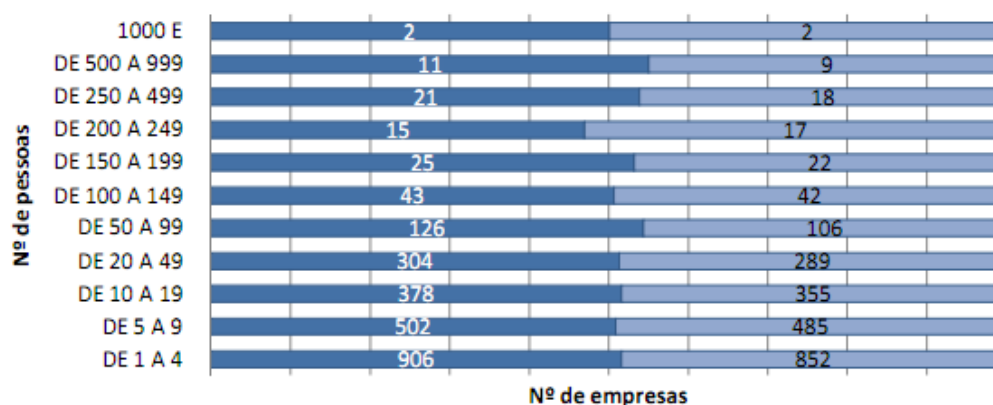
- 11% do Total das Exportações
- 22% do Emprego da Indústria Transformadora
- 8% do Volume de Negócios da Indústria Transformadora.
- 8% da Produção Indústria Transformadora.

Nos últimos anos o sector sofreu significativas alterações. Estes factos determinaram mudanças estruturais profundas nas empresas, designadamente ao nível de:

- Fluxos produtivos
- Competências especializadas
- Perspectivas de evolução do emprego
- Perfis técnico-profissionais

Nos anos de 2007 e 2008 o número de empresas era de 59163 e 54545 respectivamente, um decréscimo de 5,8% que denota os efeitos da desactivação de unidades e da interdependência das empresas e actividades.

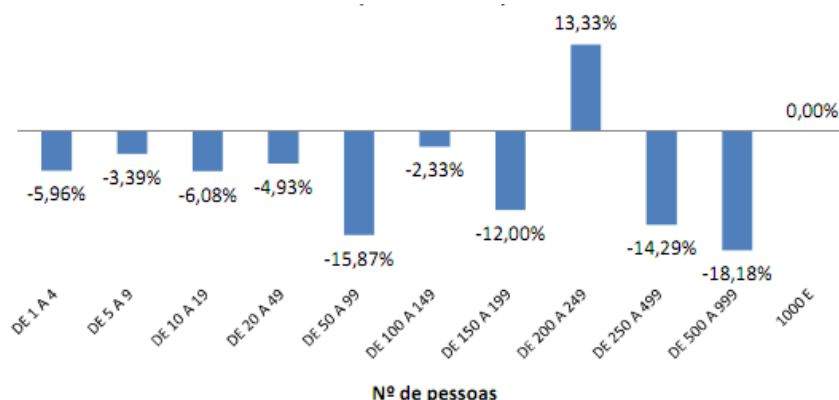
O gráfico seguinte apresenta o número de empresas em 2007 e 2008 em função do N° de pessoas.



Fonte: [Confederação Empresarial de Portugal 2010]

Figura 1- Fabricação de têxteis: Número de empresas por dimensão

A figura seguinte apresenta a variação percentual do nº de empresas entre 2007 e 2008



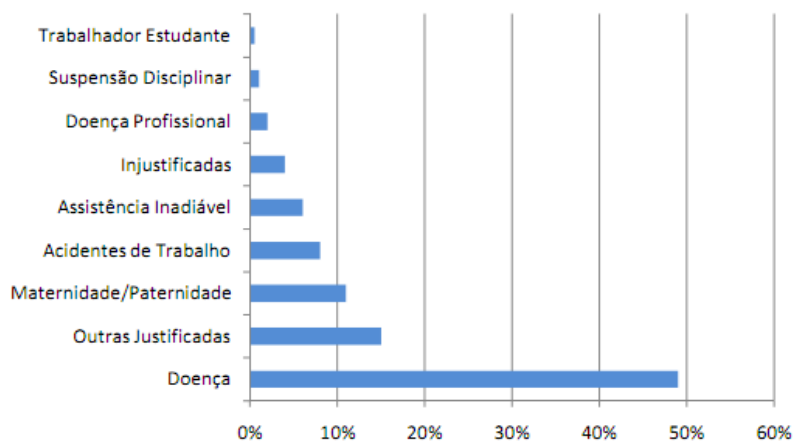
[Confederação Empresarial de Portugal 2010]

Figura 2 – Fabricação de têxteis: Variação percentual do nº de empresas

Como é possível observar nas figuras anteriormente apresentadas as empresas de menor dimensão tem um peso significativo em relação ao total, mais de 90% das empresas tem até 49 trabalhadores no activo e apenas existem duas empresas que têm mais de 1000 trabalhadores.

Se por um lado estes dados apresentam uma contracção do sector, os últimos dados da Associação Têxtil e Vestuário de Portugal (ATP) referem que o sector têxtil tem vindo crescer nos últimos dois anos a um ritmo de dois dígitos, tendo alcançado no 1º semestre de 2011 os 13%.

Relativamente à taxa de absentismo deste sector, o principal motivo parece ser a doença. A figura seguinte apresenta dos dados referentes aos motivos de que originam o absentismo.



Fonte: [Confederação Empresarial de Portugal 2010]

Figura 3 – Motivos de absentismo na indústria têxtil

Neste sector a taxa de absentismos situa-se no 4%. [Confederação Empresarial de Portugal 2010]

O número de dias trabalho perdidos, (acidente/doença) na indústria transformadora é de 2107829 o que corresponde a 29,5% do número total dias das demais actividades. No caso particular do sector têxtil o número situa-se em 103725 dias ou seja representam 4,9% do número total de dias [Gabinete de Estratégia e Planeamento 2011].

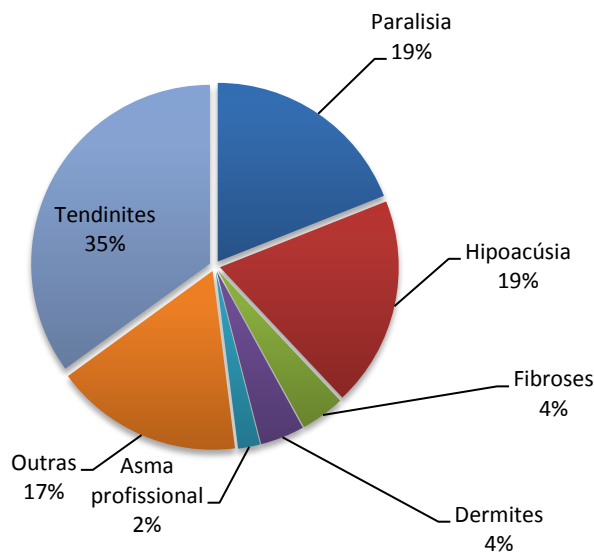
A figura seguinte apresenta a distribuição percentual dos casos de doença profissional (certificada, com e sem incapacidade) por agente causal. Grande parte dos agentes causais são os agentes físicos com 87%. De referir que as doenças do aparelho respiratório vêm em segundo lugar com 6%.



Fonte: Instituto de Informática e estatística da Segurança social 2008

Figura 4 - Distribuição percentual dos casos de doença profissional (certificada, com e sem incapacidade) por agente causal (2006)

Na figura seguinte pode-mos observar a distribuição percentual dos casos de doença profissional (certificada, com e sem incapacidade) por tipo de manifestação clínica. Como doença respiratória temos a asma profissional com 2%.



Fonte: Instituto de Informática e estatística da Segurança social 2008

Figura 5 - Distribuição percentual dos casos de doença profissional (certificada, com e sem incapacidade) por tipo de manifestação clínica (2006)

### 1.3 Avaliação da Exposição Ocupacional a Contaminantes Químicos

A exposição a contaminantes químicos no local de trabalho afecta a motivação, a produtividade e a saúde dos trabalhadores. O quadro legal e normativo actual contém já um conjunto de diplomas e normas com vista à salvaguarda da saúde e segurança dos trabalhadores potencialmente expostos a este tipo de condições ambientais.

Desta forma, a sua exposição deve ser prevenida ou controlada utilizando meios e técnicas adequadas. Isto pode ser conseguido através da utilização de máscaras e roupa de protecção, sistemas de ventilação/exaustão, definição de períodos de permanência máximos em zonas perigosas, entre outras medidas.

A caracterização das condições ambientais assume assim um papel crucial na prevenção e diagnóstico de factores de risco.

No âmbito da exposição ocupacional os contaminantes na indústria têxtil e os níveis de empoeiramento são um dos principais focos de análise de perigo ao qual estão associadas doenças respiratórias, atribuídas quer às fibras de algodão quer aos contaminantes existentes.

A realização uma Avaliação da Exposição Ocupacional permite conhecer concentração dos contaminantes químicos que possam apresentar riscos para a saúde dos trabalhadores, tendo em atenção os valores limite de exposição profissional estabelecidos.



## **2 OBJECTIVOS E METODOLOGIA**

### **2.1 Objectivos da Tese**

De acordo com a NP EN 689:2008 a estratégia de medição a adoptar na apreciação da exposição por inalação a agentes químicos deve ser aquela que permita uma abordagem mais eficaz de utilização de recursos [Qualidade 2008].

Na Avaliação da Exposição Profissional a Poeiras Totais, uma das metodologias utilizadas é a que consta na referencial NIOSH 0500 e que apresenta orientações para a determinação da concentração a que os trabalhadores estão expostos, tendo por fundamento a gravimetria [NIOSH 1994]. Este é também o referencial proposto pelo Instituto Português de Acreditação no âmbito as amostragem de poeira totais no ar ambiente laboral [IPAC 2009].

Os estudos efectuados neste sector industrial referenciam a grande variabilidade das condições ambientais a que os colaboradores estão expostos, pelo que uma caracterização da exposição deve ser feita de forma seriada [Costa et al. 2004].

Desta forma os objectivos para este trabalho foram:

- Aplicar a metodologia NIOSH 0500 na avaliação dos níveis de empoeiramento na indústria têxtil ao longo de uma semana.
- Apontar as vantagens e desvantagens da metodologia analítica.
- Analisar a utilização de amostras seriadas na determinação dos níveis de empoeiramento no sector têxtil

### **2.2 Procedimentos aplicados**

Os procedimentos utilizados na realização deste trabalho foram os seguintes:

- 1 – Escolha de uma empresa com as características necessárias para realizar o estudo.
- 2 – Definição dos postos de trabalho a avaliar.
- 3 – Caracterização do posto de trabalho avaliado:
  - Actividades;
  - 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;
  - Carga de trabalho.
- 4 – Realização de estudo piloto para optimização dos tempos de amostragem da medição dos níveis de empoeiramento.
- 5 – Medição dos níveis de empoeiramento de forma seriada.



## 3 ESTADO DA ARTE

### 3.1 Enquadramento Legal e Normativo

#### 3.1.1 Legislação

A Lei n.º 102/2009, de 10 de Setembro, regulamenta o regime jurídico da promoção e prevenção da segurança e da saúde no trabalho, de acordo com o previsto no artigo 284.º do Código do Trabalho, no que respeita à prevenção. Este diploma transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 89/391/CEE, do Conselho, de 12 de Junho, relativa à aplicação de medidas destinadas a promover a melhoria da segurança e da saúde dos trabalhadores no trabalho, alterada pela Directiva n.º 2007/30/CE, do Conselho, de 20 de Junho.

O seu âmbito de aplicação estende-se a todos os ramos de actividade, nos sectores privado ou cooperativo e social.

De acordo com o código de Classificação das Actividades Económicas, a Indústria Têxtil e do Vestuário enquadra-se na secção das Indústrias Transformadoras e engloba a Fabricação de têxteis (CAE 17) [Decreto-Lei nº 381 2007]

A lei nº 102/2009 no seu Artigo 12º, remete as especificações de prevenção de riscos profissionais de protecção da saúde para a legislação sobre Licenciamento e autorização de laboração, ou seja o Decreto-Lei nº 209/2008 de 29 de Outubro - Regime de Exercício da Actividade Industrial. Este diploma por sua vez no Anexo IV na Secção 2 refere os elementos do pedido de autorização referindo: "Estudo de identificação de perigos e avaliação de riscos no trabalho, com indicação das medidas de prevenção, de acordo com os princípios gerais de prevenção, nos termos da legislação aplicável".

O diploma sectorial que rege as medidas e princípios gerais de prevenção da Saúde e segurança do trabalho é a Portaria nº 53/71 de 3 de Fevereiro Regulamento geral de segurança e higiene no trabalho nos estabelecimentos industriais que foi alterada pela portaria nº 702/80 de 22 de Setembro.

Nesta portaria o Artigo 22º refere que o caudal médio de ar fresco e puro deve ser de 30m<sup>3</sup> a 50m<sup>3</sup> por colaborador. Por sua vez no artigo 23º refere que os níveis de concentração de substâncias nocivas existentes no ar dos locais de trabalho não devem ultrapassar os definidos em norma portuguesa específica.

O Decreto-lei nº 290/2001 de 16 de Novembro, alterado pelo Decreto-Lei nº 305/2007 de 24 de Agosto, O presente diploma transpõe para o ordenamento jurídico interno a Directiva nº 98/24/CE, do Conselho, de 7 de Abril, relativa à protecção da segurança e da saúde dos trabalhadores contra os riscos ligados à exposição a agentes químicos no local de trabalho, e as Directivas nº os 91/322/CEE, da Comissão, de 29 de Maio, e 2000/39/CE, da Comissão, de 8 de Junho, sobre os valores limite de exposição profissional a algumas substâncias químicas.

Perante a existência de agentes químicos perigosos o empregador deve avaliar os riscos para a segurança e a saúde dos trabalhadores resultantes da presença desses agentes, tendo em conta, nomeadamente: as suas propriedades perigosas, as informações relativas à segurança e a saúde constantes das fichas de dados de segurança e outras informações suplementares necessárias à avaliação de risco fornecidas pelo fabricante, designadamente a avaliação específica dos riscos para os utilizadores, a natureza, o grau e a duração da exposição, as condições de trabalho que impliquem a presença desses agentes, incluindo a sua quantidade, os valores limite obrigatórios e os valores limites biológicos, os valores limite de exposição profissional com carácter indicativo constantes do anexo do Decreto-Lei nº 305/2007 e os resultados disponíveis sobre qualquer vigilância da saúde já efectuada.

A figura seguinte ilustra a integração dos diplomas e no que diz respeito exposição dos trabalhadores a agentes químicos no sector da indústria têxtil.



Figura 6 - Enquadramento legal

### 3.1.2 Normas

Para além dos diplomas mencionado anteriormente mencionados, a Norma NP 1796:2007, fixa os valores limite de exposição a agentes químicos existentes no ar dos locais de trabalho, aplicável a todos os locais de trabalho onde se verifique a exposição a agentes químicos. Para o caso das poeiras é apresentado um VLE de partículas (insolúveis ou fracamente solúveis), sem outra classificação (PSOC) de  $10\text{mg}/\text{m}^3$  VLE-MP. Este valor não é bem um VLE mas uma linha de orientação uma vez que não existem informações em quantidade suficiente para cumprir os requisitos que conduzem ao estabelecimento de um VLE.

A ACGIH aponta que mesmo as partículas biologicamente inertes, insolúveis ou fracamente solúveis podem originar efeitos adversos e recomenda que as suas concentrações no ar não devem ser mantidas abaixo de  $3\text{mg}/\text{m}^3$  para partículas respiráveis de  $10\text{mg}/\text{m}^3$  para partículas inaláveis até que se verifique o estabelecimento de um VLE para uma dada substância.

Na realização do presente trabalho foi tido em consideração as orientações das Normas listadas na tabela seguinte:

Tabela 2 – Normas

Edição	Designação	Âmbito/Aplicação
<b>NIOSH</b>	<b>NIOSH 0500</b> Partículas totais sem outra classificação	A gama de trabalho é de 1 a $20\text{mg}/\text{m}^3$ para uma amostra de ar 100 L. Este método não é específico e determina a concentração de poeira total a que o trabalhador está exposto
<b>IPQ</b>	NP EN 689: 2008 Atmosferas dos locais de trabalho Guia para a apreciação da exposição por inalação a agentes químicos por comparação com valores limite e estratégia de medição	Fornecer orientação para a apreciação da exposição a agentes químicos em atmosferas de locais de trabalho. Descreve uma estratégia para comparar a exposição dos trabalhadores, por inalação, com valores limite relevantes para agentes químicos no local de trabalho e para a estratégia da medição
<b>IPQ</b>	NP EN 482:2008 Atmosferas dos locais de trabalho Requisitos gerais do desempenho dos procedimentos de medição de agentes químicos	Requisitos gerais de desempenho dos procedimentos destinados a determinar a concentração dos agentes químicos nas atmosferas dos locais de trabalho, como requerido pela directiva relativa aos agentes químicos 98/24/CE. Estes requisitos são aplicáveis a todos os procedimentos da forma física de apresentação do agente químico (gás, vapor, matéria em suspensão), do método de

Edição	Designação	Âmbito/Aplicação
		amostragem ou do método analítico.
<b>IPQ</b>	NP 1796:2007 Segurança e saúde do trabalho Valores limite de exposição profissional a agentes químicos	Fixa os valores de exposição a agentes químicos existentes no ar dos locais de trabalho onde se verifique a exposição a agentes químicos
<b>IPQ</b>	NP 2199:1986	Define os requisitos mínimos a que devem obedecer as técnicas de colheita de ar para recolha de gases e vapores a serem analisados posteriormente em laboratório
<b>IPQ</b>	NP EN 132:2004 Aparelhos de protecção respiratória. Definição de termos e pictogramas.	A presente norma aplica-se a aparelhos de protecção respiratória com excepção dos aparelhos de mergulho, para os quais as definições são dadas na EN 250. Esta Norma define termos e pictogramas habitualmente utilizados neste âmbito.
<b>OSHA</b>	1910.1043 App A	Aplica-se ao controle da exposição à poeira de algodão dos colaboradores em todos os locais de trabalho onde operações têxteis. Amostragem de ar e procedimentos analíticos para determinar as concentrações de poeiras de algodão
<b>MDHS4-3</b>	Methods for determinations of hazardous substances 14/3 General Methods for sampling and gravimetric analysis of respirable and inhalable dust	Esta norma descreve métodos apropriados para a determinação das concentrações de poeiras e fumos no local de trabalho
<b>DHHS (NIOSH)</b>	Publication No. 75-118 Occupational Exposure to Cotton Dust	Norma para avaliação Exposição a poeiras de algodão (Recomendações para...)

## 3.2 Referenciais Técnicos

Tabela 3 – Referenciais Técnicos

Agodoeira: Manual de prevenção dos riscos profissionais	Maria José Carvalho e outros	Porto: IDICT, 2002	Livro 1 e 2
---	------------------------------	--------------------	-------------

## 3.3 Conhecimento Científico

### 3.3.1 Contaminantes químicos

O ar é puro é constituído por azoto, oxigénio, árgon, dióxido de carbono, hidrogénio e vestígios de gases raros. Para além destes constituintes os ar tem também vapor de água mas que é variável na sua quantidade.

A tabela seguinte apresenta a composição em percentagem (volume e massa) dos principais constituintes do ar puro.

Tabela 4 – Composição do ar puro (fonte [Woods 1992])

Substância		Percentagem de ar seco em:	
		Volume	Massa
<b>Nitrogénio</b>	N2	78,09%	75,52%
<b>Oxigénio</b>	O2	20,95%	23,15%
<b>Árgon</b>	A	0,93%	1,28%
<b>Dióxido de carbono</b>	CO2	0,03%	0,05%

O ar que nos envolve é no entanto facilmente contaminado com agentes químicos capazes de modificar mais ou menos as suas propriedades, diz-se que o ar está poluído, mas esta poluição pode resultar também da alteração da proporção normal dos seus constituintes.

Os contaminantes químicos são todas as substâncias orgânicas ou inorgânica, naturais ou sintéticas que durante o seu fabrico, manuseamento, transporte, armazenamento ou uso, podem incorporar-se no ar ambiente, nas formas descritas anteriormente com efeitos irritantes, corrosivos, asfixiantes ou tóxicos, e em quantidades que tenham probabilidades de provocar danos na saúde das pessoas (doenças profissionais) que se expõem a elas, ou danos (acidentes) pessoais e materiais, incluindo o ambiente [Carvalho et al. 2002].

As principais vias de entrada dos contaminantes químicos no organismo humano são a via respiratória, via dérmica, via digestiva e a via parenteral.

A via respiratória é a via mais importante em termos de higiene industrial, pois é a principal via de entrada dos contaminantes químicos no organismo. Qualquer substância presente no ambiente de trabalho pode ser inalada, contudo apenas as partículas mais pequenas chegam a atingir os alvéolos. A quantidade total de um contaminante absorvido por esta via varia em função da sua concentração no ambiente de trabalho, do tempo de exposição e da ventilação pulmonar. Estima-se que circulam, pelas vias aéreas, cerca de 14.000 litros de ar em 40 horas trabalhadas. Se for maior a actividade física, maior ainda será a ventilação pulmonar e maior será a inalação de substâncias indesejáveis [Bagatin and Costa 2006].

A via dérmica é a segunda mais importante em termos de higiene industrial, no entanto, nem todas as substâncias podem penetrar através da pele. A penetração através da pele pode ser feita directamente ou são transportadas por outras substâncias. A temperatura e a sudorese podem influenciar na absorção de tóxicos através da pele. A via digestiva em termos de higiene industrial tem pouca importância, excepto se houver ingestão de alimentos no posto de trabalho, ou eventualmente quando se fuma pois o material tóxico pode ser levado à boca pelas mãos. A via parenteral é a penetração directa do contaminante no organismo através da descontinuidade da pele (feridas) [Carvalho, Maia, Cunha, Maia and Jácome 2002].

A tabela seguinte apresenta a forma física em que podem existir os agentes químicos.

Tabela 5 – Agentes químicos (Fonte: [Miguel 2010])

Estado Sólido <sup>(1)</sup>	
<b>Poeiras</b>	Suspensão no ar de partículas esféricas de pequeno tamanho, formadas pelo manuseamento de certos materiais e por processos de desintegração.
<b>Fibras</b>	Partículas provenientes de uma desagregação mecânica e cujo comprimento excede mais de 3 vezes o seu diâmetro. Actualmente, só se consideram como pneumoconióticas as fibras que possuem em comprimento superior a 5 micrómetros e um diâmetro inferior a 3 micrómetros.
<b>Fumos</b>	Suspensão no ar de partículas esféricas procedentes de uma combustão incompleta ( <i>smoke</i> ) ou resultante da sublimação de vapores, geralmente depois da volatilização a altas temperaturas de metais fundidos ( <i>fumes</i> ). <sup>(2)</sup>
Estado Líquido	
<b>Aerossóis (<i>mist</i>)</b>	Suspensão no ar de gotículas cujo tamanho não é visível à vista desarmada e provenientes da dispersão mecânica de líquidos.
<b>Nebulinas (<i>fog</i>)</b>	Suspensão no ar de gotículas líquidas visíveis e produzidas por condensação de vapor.
Estado Sólido	
<b>Gases</b>	Estado físico normal de certas substâncias a 25°C e 760 mm Hg de pressão (105 Pa absolutos)
<b>Vapores</b>	Fase gasosa de substâncias que, nas condições padrão (25°C, 760 mm Hg), se encontram no estado sólido ou no estado líquido.

(1) Apesar desta diferenciação, é frequente dar o nome genérico de pó a todas as partículas sólidas em suspensão. Dentro deste contexto e tendo em conta o extraordinário papel que o diâmetro da partícula tem no risco higiénico de inalação, convém distinguir diferentes fracções, associadas a diferentes níveis do aparelho respiratório.

(2) Actualmente, aplica-se o termo aerossol num sentido mais lato. A norma EN 132:2004 define aerossol como uma suspensão em meio gasoso de partículas sólidas ou líquidas ou sólidas e líquidas tendo uma velocidade de queda desprezável (geralmente inferior a 0,25 m.s<sup>-1</sup>)

A presença de contaminantes químicos no ar pode provocar danos nas pessoas expostas, de acordo com as propriedades e concentração do contaminante. Para isto estão definidos valores de referência para prevenir os efeitos desta exposição. Estes valores, Valores Limite de Exposição são baseados no pressuposto de que para cada substância existe algum nível de segurança ou tolerância de exposição inferior ao qual nenhum efeito adverso ocorre.

Os valores limite de exposição mais conhecidos são os Threshold Limit Value (TLV). Os TLV referem-se aos limites de exposição ocupacional referidos pelo Committee of ACGIH (American Conference of governmental Industrial Hygienists). Em Portugal, a norma NP 1796:2007 estabelece os valores limites para substâncias nocivas existentes no ar dos locais de trabalho.

A utilização destes valores está condicionada a variáveis como: o ciclo trabalho-descanso, o estado de saúde do trabalhador, as condições climatológicas adversas e a susceptibilidade biológica e genética especial. O padrão utilizado refere-se a um ciclo de trabalho e 8 horas diárias num total de 40 horas semanais ou seja um período de exposição de 8 horas seguem-se 16 de desintoxicação, eliminação. Por outro lado, indivíduos com estados de saúde debilitados, condições fisiológicas deficientes, não se comportam da mesma forma com as substâncias absorvidas. Ainda as condições climatológicas pode dificultar a acomodação do individuo aumentando o stress ocupacional. Por fim, a susceptibilidade aos agentes existentes no ar laboral está directamente ligada factores genéticos e biológicos específicos [Miguel 2010].

Quando dois ou mais contaminantes químicos que actuam sobre o mesmo órgão estão presentes, na ausência de informação em contrário, deve ser dada mais importância ao seu efeito combinado (efeito aditivo) do que ao efeito individual.

Neste caso deve considerar-se o valor limite da mistura, que segundo a equação ilustrada na figura seguinte não deve exceder a unidade.

$$\sum \frac{C_i}{VLE_i} < 1$$

Em que:  $C_i$  – Concentração da Substância  $i$

$VLE_i$  – Valor Limite de Exposição da Substância  $i$ .

Na norma NP 1796:2007 define 3 Valores Limite de Exposição:

- Valor Limite de Exposição - Concentração Máxima (VLE-CM): valor limite expresso por uma concentração que nunca deve ser excedida durante qualquer período de exposição.
- Valor Limite de Exposição – Média Ponderada (VLE-MP): valor limite expresso em concentração média diária, para um dia de trabalho de 8 h e uma semana de 40 h, ponderada em função do tempo de exposição.
- Valor Limite de Exposição – Curta Duração (VLE-CD): valor limite expresso em concentração a que o trabalhadores podem estar expostos repetitivamente por curtos períodos de tempo, desde que o VLE-MP não seja excedido e sem que ocorram efeitos adversos.

No cálculo do VLE de uma mistura devemos aplicar a mesma classe de VLE ou seja quando uma substância com um VLE-CD ou CM está misturada com uma substância com um VLE-MP mas sem CD a comparação pode fazer-se como definindo o valor de VLE-CD como 5 vezes o valor de VLE-MP.

$$(VLE - CD) = 5 \times (VLE - MP)$$

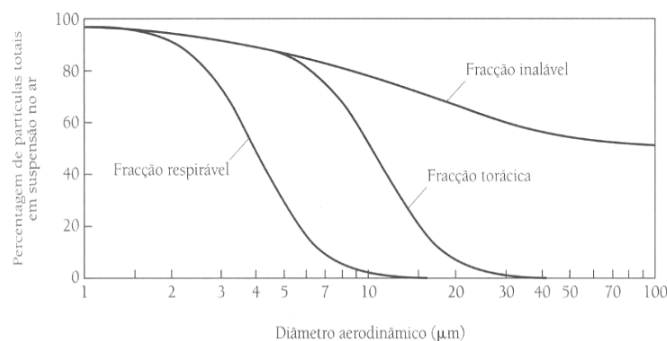
## **Poeiras**

Segundo o glossário de termos Químicos atmosféricos IUPAC, poeiras são pequenas partículas secas projectadas no ar por forças naturais, como a eólica, vulcânica, erupção, e por processos mecânicos ou artificiais, tais como britagem, moagem, moagem, perfuração, demolição, normalmente na faixa de tamanho de cerca de 1-100  $\mu\text{m}$  de diâmetro, e que assentam lentamente sob a influência da gravidade.

Podemos classificar as poeiras segundo o tamanho, a forma, a composição ou os seus efeitos.

De acordo com o tamanho, as poeiras classificam-se em:

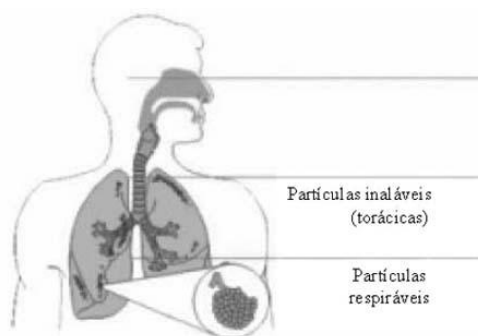
- Sedimentável: deposita-se rapidamente devido ao seu peso, têm um comprimento entre 10 e 15  $\mu\text{m}$ ;
- Inalável: pode penetrar no sistema respiratório, com tamanho inferior a 10  $\mu\text{m}$ ;
- Respirável: pode penetrar nos pulmões e atingir os alvéolos, com tamanho inferior a 5  $\mu\text{m}$ ;
- Visível: facilmente distinguível à vista desarmada, com tamanho superior a 40  $\mu\text{m}$ .



Fonte: (Miguel, 2010)

Figura 7 – Fracções inalável torácica e respirável expressa como percentagem de partículas totais expressas no ar.

A figura seguinte ilustra a deposição de partículas ao longo do sistema respiratório em função da sua dimensão.



Fonte:Verlag Dashaer

Figura 8 - Disposição das partículas no sistema respiratório

De acordo com a forma, as poeiras, classificam-se em:

- Fibras: partículas com comprimento superior a 5  $\mu\text{m}$ , com um diâmetro da secção transversal inferior a 3  $\mu\text{m}$  e uma relação comprimento/diâmetro da secção transversal superior a 3;
- Pó propriamente dito: partículas sólidas em suspensão que não sejam fibras.

De acordo com a composição, as poeiras, classificam-se em:

- Animal: Partículas de origem animal como lã, moer, caxemira, couro, osso, penas, etc.;
- Vegetal: Partículas de origem vegetal como algodão, cereais, palha, tabaco, etc.;
- Mineral: Partículas de origem mineral como metais, sílica, etc.;
- Sintética: Partículas de origem sintética como: poliéster, poliamida etc.;

De acordo com os efeitos, as poeiras classificam-se em:

- Pneumoconiótico: partículas que produzem alterações irreversíveis nos pulmões, como por exemplo a silicose (sílica) e a bissiose (algodão);
- Tóxico: Partículas que têm uma acção tóxica primária no organismo, como por exemplo o saturnismo;
- Cancerígeno: partículas que podem produzir ou induzir a tumores malignos, como por exemplo o fibras de amianto;
- Inerte: Poeiras que, não produzindo degeneração do tecido pulmonar, podem provocar afecções respiratórias benignas. Actuam devido à acumulação de grandes quantidades nos alvéolos pulmonares, impedindo a difusão de oxigénio através dos mesmos, como por exemplo alguns carbonatos.

As características das poeiras acima descritas são factor preponderante na sua perigosidade e nos seus efeitos adversos [Carvalho, Maia, Cunha, Maia and Jácome 2002].



Figura 9- Algodão

Na indústria têxtil as poeiras designam-se de poeiras de algodão. Esta poeira, além das poeiras propriamente ditas, têm também presentes as fibras de algodão que se vão libertando durante as transformações e tratamentos que sofre durante o processamento. As fibras de algodão são células do tegumento, camada exterior das sementes. A característica acresce o facto de poderem estar associadas outras substâncias que vão potenciar os seus efeitos adversos [OSHA].

A tabela seguinte apresenta os principais factores de risco responsáveis pelo desenvolvimento de doenças respiratórias nos trabalhadores da indústria têxtil.

Tabela 6 – Factores de risco responsáveis pelo desenvolvimento de doenças respiratórias nos trabalhadores da indústria têxtil (adaptado de [Costa 2004])

<b>Contaminantes das fibras de algodão</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bactérias gram negativas</li> <li>▪ Endotoxinas das bactérias gram negativas</li> <li>▪ Outros contaminantes das poeiras de algodão               <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Taninos</li> <li>▪ Organofosforados</li> <li>▪ Ácaros de armazenamento</li> <li>▪ Fungos</li> </ul> </li> </ul>
<b>Área de exposição</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tipos de operação/transformação               <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cardagem</li> <li>▪ Bobinagem</li> <li>▪ Tecelagem</li> <li>▪ ...</li> </ul> </li> </ul>
<b>Tipo de Fibra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sintética</li> <li>▪ Algodão</li> <li>▪ Sisal</li> <li>▪ Fiações</li> <li>▪ Tecelagem/Confecção</li> </ul>
<b>Duração da exposição</b>	
<b>Hábitos tabágicos</b>	
<b>Atopia e Hiperreactividade brônquica</b>	

Os primeiros sintomas respiratórios associados à exposição a poeira de algodão vêm já desde o século XVII. Desde essa data vários estudos têm-se debruçado sobre este tema. Alguns exemplos

das patologias respiratórias associadas são a Síndrome Tóxica, a Bronquite Crónica, a Asma Brônquica e a Bissinose. Segundo a literatura existente são vários os factores que podem influenciar o seu desenvolvimento, entre eles, a concentração de poeiras, a exposição acumulada, a atopia e os hábitos tabágicos [Costa et al. 1997].

Em Portugal o valor limite de exposição para poeiras é de  $0,2\text{mg}/\text{m}^3$  (VLE-MP) [NP1796:2007]. No sector da indústria têxtil as concentrações de poeiras de algodão podem variar muito em função do tipo de sistema de ventilação mas, geralmente ultrapassam o valor limite de exposição em particular nas diversas fases do processo de fição e tecelagem. Esta situação é mais gravosa nas primeiras fases da fição (limpeza/cardação) e quando se procede à limpeza das máquinas com ar comprimido. Relativamente às poeiras inaláveis, normalmente o valor limite de exposição,  $10\text{mg}/\text{m}^3$  (VLE-MP) [NP1796:2007] não é ultrapassado [Carvalho, Maia, Cunha, Maia and Jácome 2002].

Um estudo realizado na região norte de Portugal em 20 empresas do sector, analisou a prevalência de sintomas respiratórios em função do tipo poeiras de algodão e tempo de exposição acumulado e concluiu que 34,5 % dos trabalhadores apresentavam sintomas das vias aéreas, 24,5% com sintomas nasais e 22,6% com sintomas brônquicos. No que concerne ao tipo de fibras foi verificado que as fibras de algodão tem um maior potencial nocivo que as fibras sintéticas e que os trabalhadores das tecelagem e confecções apresentam maior incidência dos sintomas brônquicos. Relativamente a sintomas nasais não foram observadas diferenças significativas [Costa, Henrique Barros, Maccedo, Ribeiro and Olga Mayan 1997].

Neste contexto a caracterização das condições ambientais existentes é preponderante para avaliação e identificação de factores de risco. Trabalhos realizados, observaram que estas condições, no mesmo posto de trabalho, variam muito ao longo da semana pelo que as avaliações devem ser realizadas ao longo do período de laboração semanal para incluir todas as actividades que contribuem para estas oscilações como a manutenção limpeza [Costa et al. 2004].

O declínio dos débitos expiratórios pode eventualmente levar ao desenvolvimento de uma doença respiratória. Estudos efectuados sobre a relação entre débitos expiratórios e condições ambientais, nomeadamente níveis de empoeiramento e endotoxinas apontou para que as concentrações destas influenciam o débito expiratório mas não se observou uma relação com o empoeiramento [Wang et al. 2005]; [Costa et al. 2003].

### 3.3.2 Controlo de contaminantes químicos

A estratégia de controlo dos contaminantes químicos deve seguir preferencialmente a ordem apresentada a tabela seguinte:

Tabela 7: Medidas de controlo dos contaminantes químicos

<b>Na fonte:</b>	Os procedimentos de controlo na fonte baseiam-se em impedir ou reduzir a formação ou a propagação do contaminante em causa.
<b>No meio:</b>	Os procedimentos de controlo no meio visam evitar que o contaminante já gerado se propague pelo ambiente de trabalho e atinja níveis de concentração perigosos para a saúde dos trabalhadores expostos.
<b>No receptor:</b>	Os procedimentos de controlo no receptor baseiam-se na protecção do trabalhador, para que o contaminante não penetre no seu organismo. Algumas das medidas de actuação no receptor, são indicadas a seguir: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formação e informação;</li> <li>• Diminuição do tempo de exposição;</li> <li>• Utilização de EPI;</li> <li>• Proibição de comer no local de trabalho.</li> </ul>

### 3.3.3 Ventilação Industrial

A qualidade do ar em ambientes fechados tem sido amplamente estudada devido aos danos causados quando existe má qualidade, nomeadamente em ambientes industriais, onde há uma carga elevada de poluentes fruto das actividades desenvolvidas e consequente exposição a substâncias tóxicas. Esses estudos relacionaram a poluição interna com efeitos adversos à saúde. A qualidade do ar nesses ambientes faz parte da saúde ocupacional [Neto 2003].

A ventilação é uma das medidas que podem ser aplicadas no controle das condições ambientais de um determinado edifício ou área. Dependendo das características do edifício e das actividades desenvolvidas podemos ter dois tipos: Ventilação Geral e Ventilação Localizada.

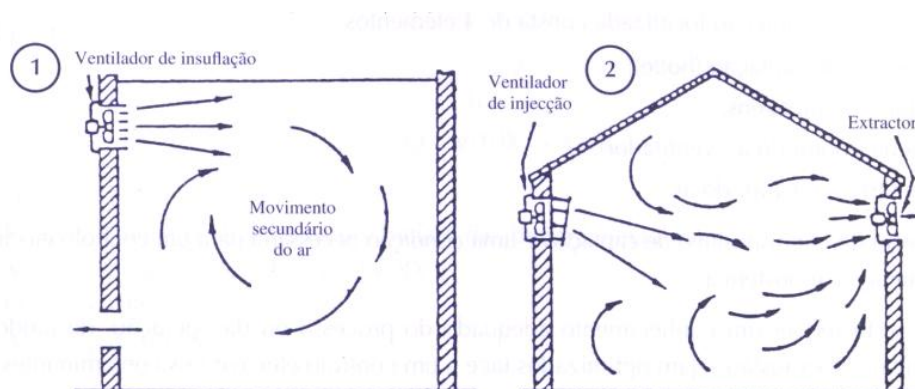
A ventilação geral possui algumas limitações:

- A quantidade de contaminantes presentes não deve ser grande, pois seria necessário uma maior quantidade de ar para a diluição.
- Os trabalhadores devem estar suficientemente afastados das fontes.
- A toxicidade do poluente deve ser baixa.
- A emissão de poluente deve ser baixa.

Desta forma a ventilação geral não é eficaz para o controle das poeiras e fumos uma vez que estamos perante contaminantes com altas toxicidades e velocidade de geração elevadas. [Miguel 2010]

Desta forma é pertinente caracterizar as fontes de emissão e os locais de trabalho para poder projectar uma a solução de ventilação que melhor se adequa a cada situação.

A figura seguinte apresenta alguns sistemas de ventilação geral.



Fonte: (Miguel, 2010)

Figura 10 – Sistema de ventilação geral: 1 Sistema de insuflação simples, 2 Sistema combinado de insuflação e extracção

A ventilação localizada capta os poluentes directamente na fonte evitando desta forma a dispersão dos mesmos no ambiente de trabalho. Desta forma a quantidade de ar externo envolvida no processo é pequena em comparação com o processo de ventilação geral. Este tipo de ventilação é mais adequado à protecção da saúde do trabalhador [Assunção 1989].

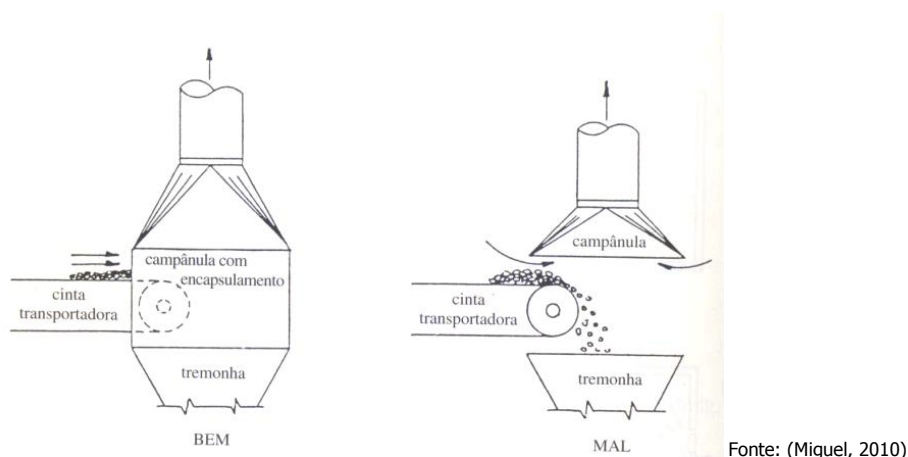


Figura 11 – Sistema de ventilação localizada

Quanto melhor for o envolvimento da fonte de contaminação, menor será o caudal de ar necessário para o controlo higiénico [Miguel 2010].

### 3.3.4 Equipamento Monitorização

As técnicas e equipamentos utilizados na avaliação das concentrações de contaminantes são muito diversificadas e têm vindo a ser aperfeiçoadas ao longo dos anos acompanhando a evolução tecnológica. Obviamente a técnica e/ou equipamento utilizado está directamente ligado ao tipo de contaminante a avaliar e a forma física como se encontra presente no local da avaliação. Ampola para gases, frascos absovedores simples (impinger) ou tubos de carvão activado são alguns exemplos que são apresentados nas figuras seguintes.

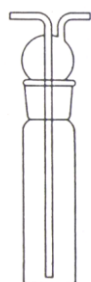
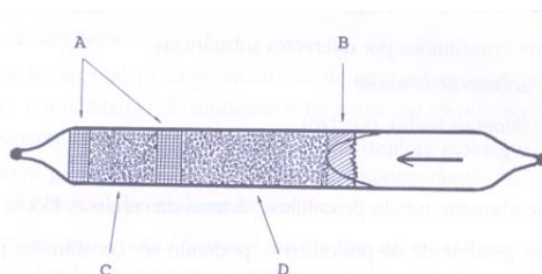


Figura 13 – Frasco absorvedor (Impinger)

(Fonte: Miguel 2010)



Figura 12 – Ampola para gases



(Fonte: Miguel, 2010)

Figura 14 – Tudo de Carvão activado

- A – Separador de poliuretano
- B – lâ de vidro
- C – secção posterior (50mg, granulometria de 20mesh)
- D – secção frontal (100 mg, granulometria de 20 mesh)

Para a caracterização dos níveis de empoeiramento existem equipamentos que utilizam várias técnicas analíticas:

- Dispersão óptica (UV; Laser);
- Absorção por Radiação Beta;
- Micro balança de oscilação de peso (TEOM);
- Ressonância piezoelétrica
- Gravimetria

Para captação de poeiras o mais utilizado são os filtros (gravimetria). Estes pode ser de papel, microfibras e membrana (policarbonato, nitrato de celulose, ésteres de celulose, PVC). Os filtros de PVC pelas suas características são os mais adequados pois são os mais hidrofóbicos e mais estáveis sobre o ponto de vista da contaminação da amostra com as suas próprias fibras.[SKC 2003]

A figura seguinte apresenta alguns equipamentos para avaliação dos níveis de empoeiramento, quer por métodos de leitura directa quer por métodos indirecto.



Figura 15 – EMV7 Quest Technologies – Gravimetria (metodo directo e indirecto)

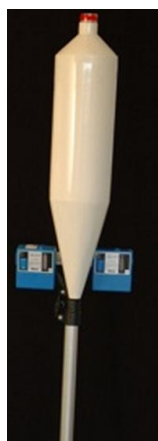


Figura 17 – Elutriador Vertical - Gravimetria (método indirecto)



Figura 16 – Dust Trak II Aerosol Monitor - light scattering laser photometers (método directo)



Figura 18 – Amostrador pessoal gravimetria (método indirecto)

### **Amostrador pessoal**

O amostrador pessoal, é uma bomba de aspiração de ar, que é acoplada ao vestuário ou ao cinto do colaborador que vai ser avaliado e que no caso está regulada a um caudal de 2L/mim. Junto às vias respiratória (Max 30cm) está o filtro<sup>2</sup> montado numa cassette. O ar passa o filtro no qual ficam retidas as partículas existentes. No caso das partículas respiráveis, é conectado um ciclone que vai fazer a selecção por tamanho. A separação de partículas baseia-se no princípio do equilíbrio, entre a força gravitacional aplicada sobre a partícula e a força de arraste aerodinâmico decorrente do fluxo de ar forçado pela bomba.

### **Elutriador Vertical**

O Elutriador Vertical é método de pré-recolha ou separação da fracção de partículas respiráveis das não respiráveis à semelhança do amostrador pessoal com a utilização do ciclone. A faixa de poeira seleccionada pelo Elutriador Vertical foi definida para partículas de tamanho aerodinâmico inferior a 15 µm (diâmetro), que são retidas no filtro<sup>2</sup> para posterior análise. As maiores acabam posteriormente por se sedimentarem naturalmente. O equipamento foi projectado para manter as características de separação de partículas necessárias com um caudal de 7,4 L/min. A altura da entrada da amostra, deve ser proporcional à da zona respiratória, que segundo a OSHA deve estar entre 137 cm a 168cm.

Estudos realizados para comparar a eficiência de cada um dos equipamentos mencionados anteriormente, revelou que existem diferenças substanciais.

Tabela 8 – Comparação entre os valores de empoeiramento do Elutriador Vertical e do empoeiramento

<b>Equipamento</b>	<b>Concentração média (mg/m3)</b>	<b>Desvio padrão</b>
<b>Elutriador Vertica</b>	0,17	0,04
<b>Amostrador Pessoal</b>	0,36	0,18

Os valores obtidos com o amostrador pessoal foram maiores do que com o Elutriador Vertical. Apesar da diferença poder resultar da movimentação dos colaboradores, a consistência de resultados obtidos indica que as diferenças entre eles são verídicas. [DHHS (NIOSH) 1974].

### **3.3.5 Doenças profissionais**

A doença profissional decorre de uma alteração bastante definida do estado de saúde, provocada por um agente ou processo específico. Segundo a definição constante no Decreto Regulamentar nº 6/2001 de 5 de Maio alterado pelo Decreto Regulamentar n.º 76/2007, de 17 de Julho é aquela que resulta directamente das condições de trabalho e causa incapacidade para o exercício da profissão ou morte, contudo a relação entre a exposição profissional e o surgimento de uma doença não é uma tarefa simples.

A existência dum nexó de causalidade entre a exposição ao risco e a doença depende, da realização de estudo epidemiológico. Esta análise requer a comparação entre a incidência duma doença numa determinada categoria profissional com a de outro grupo profissional ou com uma população de referência. Posteriormente, tenta-se identificar o factor causal, que está na origem da doença, com recurso a métodos epidemiológicos ou a ou a investigação laboratorial [Costa 2004].

A tabela seguinte apresenta os factores que determinam uma doença profissional:

Tabela 9 - Factores que determinam uma doença profissional (Fonte:[Freitas 2008])

<b>Concentração do agente contaminante</b>	Existem valores máximos estabelecidos para os vários agentes, abaixo dos quais não deverá ocorrer qualquer dano para o trabalhador exposto, em condições normais.
<b>Tempo de exposição</b>	Os limites reportam-se a tempos de exposição de referência, associados a um dia normal de trabalho e a um período médio de vida activa.

<sup>2</sup> Filtro de PVC 37mm com 5µm

<b>Características individuais</b>	Os níveis de concentração e o tempo de exposição dizem respeito a uma população laboral tipo, havendo, por isso, que atender às especificidades de cada trabalhador.
<b>Simultaneidade de agentes</b>	As lesões causadas por um determinado agente originam um decréscimo das defesas do indivíduo; os valores-limite aceitáveis devem ser revistos pontualmente quando ocorre a presença simultânea de vários contaminantes.

A manifestação de uma doença profissional assume três momentos até se converter num quadro crónico. Numa primeira fase há a deterioração funcional durante o período de exposição (ou seja, durante o trabalho), ainda que a situação do organismo não apresente um índice anormal. A etapa seguinte é a anormalidade no final do período de exposição (8h-dia de trabalho), havendo uma recuperação durante o repouso, que conduz o indivíduo a um nível normal. Por último, já não há recuperação durante o repouso (16h-dia trabalho), a que se segue ausência de recuperação durante o repouso semanal (considera-se a carga semanal de trabalho 40h); verifica-se uma deterioração progressiva do estado de saúde, até à doença crónica de natureza profissional.

O Decreto Regulamentar nº 6/2001 de 5 de Maio classifica as agressões que podem estar na origem de problemas nas seguintes categorias:

- Doenças provocadas por agentes químicos (incluindo tóxicos inorgânicos e tóxicos orgânicos);
- Doenças do aparelho respiratório (incluindo pneumoconioses por poeiras minerais, granulomatoses pulmonares extrínsecas provocadas por poeiras ou aerossóis com acção imunoalérgica, broncopneumopatias provocadas por poeiras ou aerossóis com acção imunoalérgica ou irritante);
- Doenças cutâneas (causadas por produtos industriais, por medicamentos, por produtos químicos e biológicos e por fungos);
- Doenças provocadas por agentes físicos (causadas por radiação, ruído, por pressão superior à atmosférica, por vibração e por agentes mecânicos);
- Doenças infecciosas e parasitárias (causadas por bactérias e afins, por vírus, por parasitas, por fungos e por agentes biológicos causadores de doenças tropicais);
- Tumores;
- Manifestações alérgicas das mucosas (conjuntivites, blefaroconjuntivites, rinites, rinofaringites e asma brônquica).

A listagem das doenças profissionais apresenta ainda a relação entre o agente causal e:

- A forma clínicas, sintomas lesões.
- Os trabalhos susceptíveis de provocar a doença.
- Prazo indicativo para a caracterização



## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Materiais e Equipamentos utilizados

Foram utilizados os seguintes equipamentos:

#### Bombas de amostragem de ar



Gilian Gilair-3/Clock



Gilian HFS 513A



Casella Tuff 3

#### Suportes de amostragem



Cassete de PVC de 37 mm



Base de Filtro



Filtro SKC de PVC 37mm 5,0 µm

#### Calibradores



Calibrador de bolha de sabão - Gilian Gilibrator 2



Calibrador digital TSI 4100 series

#### Material /Equipamentos laboratório



Balança analítica –Chyo JL 180  
Max: 180g Sensibilidade: 0,1mg



Esxicador

## Material / Equipamentos laboratório



Termohigrometro



Mala de transporte de amostras

Foram ainda utilizados:

- Folha de campo registo de dados (em anexo);
- Cronógrafo (tempos de amostragem);
- Pinça e luvas de látex (manuseamento de amostras);
- Suporte para pesagem.

## 4.2 Procedimentos

### 4.2.1 Local de estudo

A empresa alvo de estudo conta já com uma história superior a 75 anos dedicados exclusivamente à actividade têxtil. Teve, no auge da exploração deste sector mais de um milhar de colaboradores. Com as dificuldades que se sentiram nos últimos anos e com as remodelações a que se foi submetendo emprega actualmente cerca de 450 trabalhadores, com uma média de idades de 46 de anos distribuídos por:

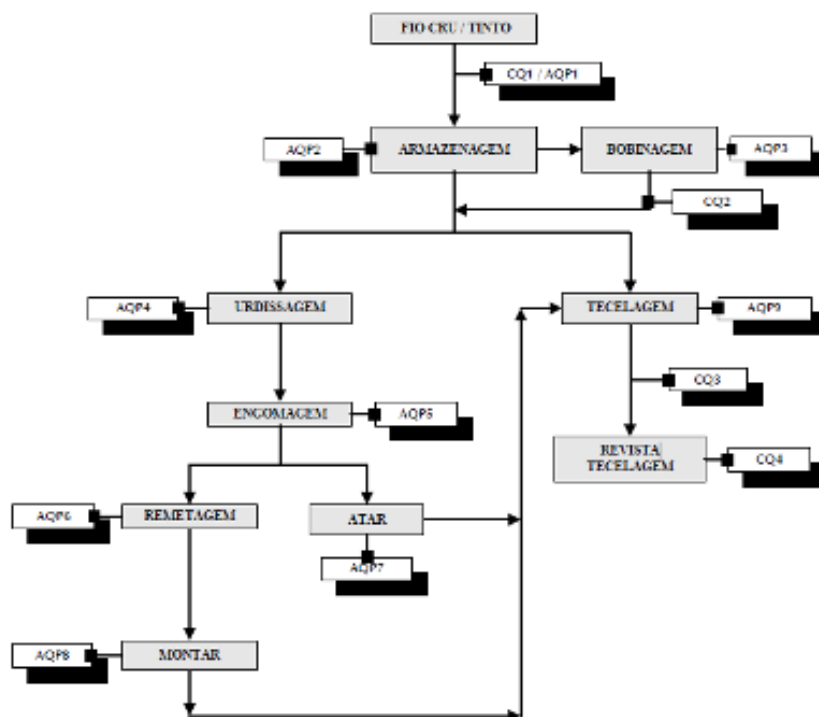
- Tecelagem – 212
- Centro de Bobinagem – 33
- Tinturaria e Acabamentos – 75
- Revista Final – 15
- Outros – Administrativos / Armazéns / Transportes – 115

Trata-se pois de uma empresa experiente e que utiliza a mais moderna tecnologia na produção de tecido e tinturaria de fio. Tem implementado um Sistema de Gestão da Qualidade segundo o referencial NP EN ISO 9001:2008 desde 2000.

A produção da tecelagem anual é 7,2 milhões m/ano sendo que 80% da sua produção actualmente é destinada ao mercado externo. Os Principais produtos da empresa são Tecidos - 100% Algodão para camisaria Clássica, Algodão/Polyester e Lyocel;

O processo da empresa conta com três sectores: Tinturaria de fio, Tecelagem e Tinturaria de peças. Este estudo incidiu sobre a Tecelagem e em particular com 3 actividade deste processo produtivo: Bobinagem, Urdissagem e Tecelagem propriamente dita.

A figura seguinte esquematiza o processo de tecelagem existente:



Fonte: Manual da qualidade da empresa

Figura 19 – Processo produtivo da empresa – Tecelagem

A tecelagem tem por objectivo a construção do tecido. Para tal, existe todo um conjunto de operações destinadas a [Carvalho, Maia, Cunha, Maia and Jácome 2002]:

- Prepara a teia, isto é, a componente longitudinal de um tecido;
- Preparar a trama, isto é, a componente transversal de um tecido;
- Entrecruzar os fios da trama com os fios da teia.

A tecelagem, genericamente, agrupa-se em três grandes fases:

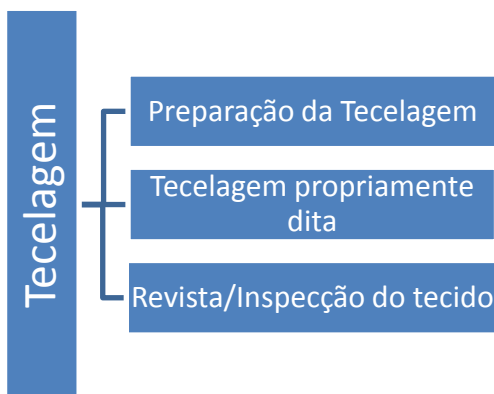


Figura 20 – Fases da Tecelagem

A preparação da tecelagem é constituída pelas operações de bobinagem, urdissagem, engomagem e de montagem da teia.

## 4.2.2 Definição dos postos de trabalho a analisar

Após a definição do local, foram definidos os postos de trabalho que seriam analisados no desenvolvimento do estudo. Face às várias hipóteses colocadas foram escolhidas aquelas que apresentavam maior potencial de estudo, ou seja, que em virtude das suas características operacionais, informação histórica e relatórios de medições anteriores davam melhores condições na persecução dos objectivos definidos.

Desta forma foi seleccionado um colaborador de um turno de cada actividade alvo, Bobinagem, Urdissagem e Tecelagem

## 4.2.3 Caracterização dos postos de trabalho avaliados

### Tecelagem

Esta operação corresponde ao entrelaçamento dos fios da teia com os fios da trama, originados pelos movimentos da máquina de tecer.

Estes movimentos são três:

- 1º Abertura da cala;
- 2º Inserção da trama (da passagem);
- 3º Batimento do pente.

Para se efectuar a abertura da cala, há necessidade de separar os fios da teia em duas lâminas. Esta separação consegue-se através do movimento dos liços, os quais podem ser comandados por uma maquina rotativa electrónica.

Os de sistemas de inserção utilizados são: Pinças, Projétil, Jacto de ar e Jacto de água. A pinça de entrada insere a trama na cala, segurando-a pela ponta e transporta-a até metade do percurso, onde se encontra com a pinça de saída. Dá-se então a transferência da trama para a pinça de saída, que a arrasta até à extremidade do tecido. Existem dois grandes tipos de sistemas de inserção por pinças: pinças flexíveis e pinças rígidas. O sistema de projecteis utiliza projecteis de aço polido, de dimensões e massas reduzidas. Os projecteis são disparados de um dos lados da máquina, utilizando um sofisticado sistema que liberta a energia acumulada numa barra que foi previamente torcida. Animado com energia cinética, o projectil passa por um sistema de guias, transportando o fio de trama para o lado oposto da máquina, inserindo-se assim a passagem.

No sistema de jacto de ar, a inserção da trama é efectuada através de jactos de ar. O fio de trama é alimentado positivamente, passa dentro de um canal constritor, e os jactos de ar vão movimentando a trama até a extremidade oposta da máquina de tecer.

No sistema de Jacto de água a inserção de trama é efectuada através de jacto de água.

No caso de estudo os sistemas utilizados são o de pinças e jacto de ar.

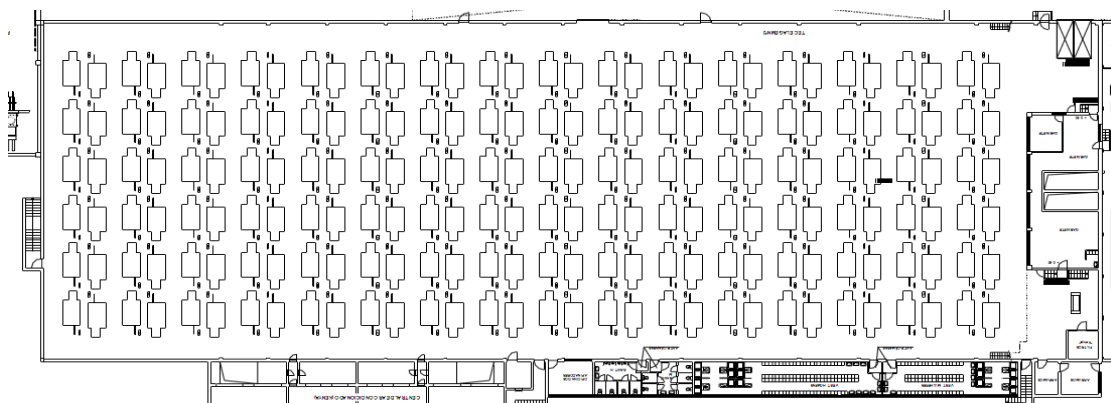


Figura 21 – Edifício da Tecelagem

O edifício da tecelagem é composto por 125 teares e em média estão em funcionamento simultâneo 100 teares, que são operados por 35 colaboradores.



Figura 22 – Tecelagem

Ocupa uma área de 4 177 m<sup>2</sup> com um pé direito de 4,9 m. Está equipado com 4 centrais de ventilação que insuflam e aspiram o ar do edifício.



Figura 23 – Sistema de ventilação da Tecelagem: A-Insuflação, B-Aspiração

A capacidade total deste sistema é de 650 000 m<sup>3</sup>/hora [KENYA 2004]. O ar é insuflado pelo tecto (A) e aspirado pelos canais existentes sob os teares (B).

### **Urdissagem**

A urdissagem destina-se a enrolar os fios da teia num suporte – órgão do tear – com uma tensão tão uniforme quanto possível e mantendo os fios em posição entre si.



Figura 24 – Urdissagem

No sector algodoeiro utilizam-se os sistemas de:

- Urdissagem directa;
- Urdissagem seccional.

Para a realização destas operações, têm que se considerar:

- A esquinadeira, que funciona como armazém de fios;
- A urdideira, directa ou seccional, que constitui o órgão motriz.

A esquinadeira é constituída pelo conjunto de suportes de bobines que se destinam a alimentar a urdideira. Para além dos próprios suportes das bobines, a esquinadeira dispõe ainda de dois subsistemas:

- Na urdissagem directa, o fio proveniente das bobines dispostas na esquinadeira é passado num pente aberto e depois enrolado directamente num rolo na parte dianteira da urdideira. Há necessidade de se produzirem vários rolos de urdideira que, usualmente reunidos na operação posterior de encolagem, formam um órgão de teia completo.
- Na urdissagem seccional, os fios provenientes da esquinadeira, passam pelas puas do pente fixo e seguidamente pelas puas do pente de cruz. Os fios são fixados ao tambor da urdideira, é feita a cruz e enrolada a faixa. Sucessivamente uma parte dos fios da teia – faixas – são enrolados sob a forma de camadas sobrepostas.

No final, todos os fios são repassados conjuntamente para o órgão do tear.

A Urdissagem ocupa uma área de 3 285 m<sup>2</sup> tendo este edifício um pé direito de 4,9 m. As máquinas existentes são: Engomadeira, Remetedeira, Urdideira, Máquinas de Revistar Tecido. No manuseamento destes equipamentos encontram-se 9 trabalhadores.

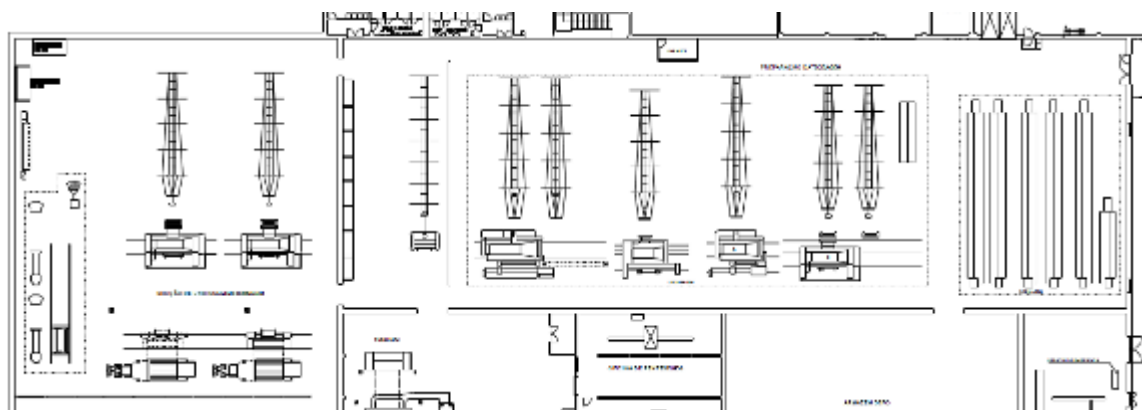


Figura 25 – Edifício da preparação da Tecelagem/Urdissagem

Está equipada com três ventiladores com uma capacidade de 8 500 m<sup>3</sup>/h ou seja com uma capacidade de insuflação de ar de 25 500m<sup>3</sup>/h.



Figura 26 – Sistema Ventilação Urdissagem

### **Bobinagem**

A bobinagem só é realizada se o fio procedente da fição não estiver no suporte adequado. A bobinagem é necessária para transferir o fio de um determinado tipo de suporte para outro com características mais adequadas ao processo de tecelagem. Pode eventualmente, efectuar-se depuração e lubrificação do fio. Esta operação efectua-se em máquinas denominadas bobinadeiras.



Figura 27 – Bobinagem

Esta operação encontra-se num edifício com uma área de 2 568 m<sup>2</sup> com um pé direito de 4,5 m.

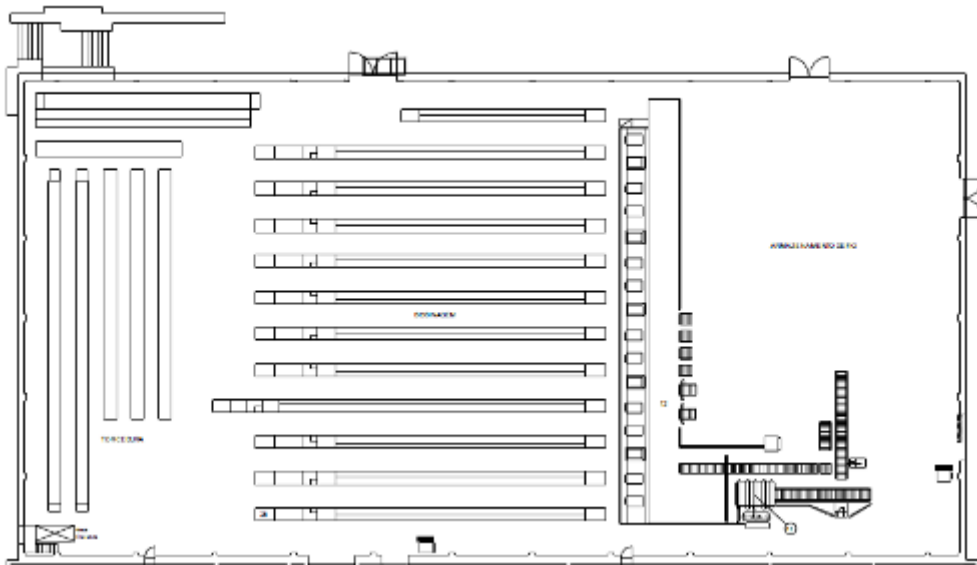


Figura 28 – Edifício da Bobinagem

Esta equipada com os seguintes equipamentos: Bobinadeiras; Torcedores; Electrojet – Máquina de Paletizar; Empilhador, tendo um total de 31 trabalhadores

O sistema de ventilação é composto por insuflação e aspiração de ar, tendo uma capacidade de 130 000 m<sup>3</sup>/h.



Figura 29 – Sistema de ventilação Bobinagem: insuflação (sup.), coluna de ventilação (esq.) grelhas de aspiração (dir.)

O ar é insuflado nas aberturas existentes no tecto e nas colunas de ventilação que percorrem a bobinadeira e é aspirado pela base dessa mesma coluna e pelas grelhas existentes no chão do edifício.

De referir que todos os sistemas de ventilação todos têm termóstatos e higrómetros para controlo da temperatura e da humidade.

## **Manutenção e limpeza**

Existem procedimentos de limpeza e manutenção dos espaços definidos apesar de não haver um rigor na data e execução dos mesmos. Estes vão-se efectuando de forma mais ou menos aleatória e de acordo com a organização e gestão do processo produtivo.

A limpeza dos canais de aspiração é realizada uma vez por semana preferencialmente às segundas-feiras ou sextas-feiras, a aspiração das condutas, tectos, luminárias, grelhas e difusores é realizada com uma periodicidade semanal de forma aleatória, a limpeza do tear é realizada quando é terminada uma teia (recorrendo a ar comprimido), esta operação pode ter uma periodicidade de 3 dias ou 15 de acordo com o tamanho da teia.

Estão alocados colaboradores estritamente à tarefa de limpar as áreas dos postos de trabalho pelo que diariamente executam essas operações.

## **4.2.4 Carga de trabalho/Produção**

### **Horário de laboração**

A empresa labora 24h/dia, existem 3 turnos, 6:00h -14:00h, 14:00h-22:00h e 22:00h-6:00h sendo que alguns sectores reduzem ou param a sua actividade no turno das 22:00h-6:00h ou ao fim de semana. O estudo decorreu durante o turno das 6:00h -14:00h de maior intensidade laboral.

Durante a realização do trabalho foi observado que os colaboradores em questão ausentavam-se do posto de trabalho 30 minutos estando assim 7:30h no seu posto de trabalho.

### **Produção**

A tabela seguinte apresenta a capacidades produtivas dos sectores analisados:

Tabela 10 – Capacidade produtiva dos sectores analisados

<b>Sector/actividade</b>	<b>Produção diária</b>
<b>Tecelagem:</b>	17.000m
<b>urdissagem:</b>	20.000m
<b>Bobinagem:</b>	3.000Kg

## **4.3 Metodologia**

A metodologia consistiu na utilização de uma bomba de amostragem colocada no vestuário dos colaboradores e a extremidade do equipamento, que continha a cassette com o filtro, era colocada no ombro de forma a ficar próxima das vias respiratórias tendo a mostragem decorrido durante os períodos de tempo definidos enquanto o colaborador levava a cabo as suas tarefas normais. A bomba de aspiração faz passar o ar pela estrutura que contém um filtro previamente pesado, o qual foi posteriormente re-pesado após o término da amostragem.

Esta metodologia teve por base as linhas e orientações definidas na NIOSH 0500. A figura seguinte esquematiza as várias fases do processo de amostragem, trabalho de campo e de análise em laboratório.

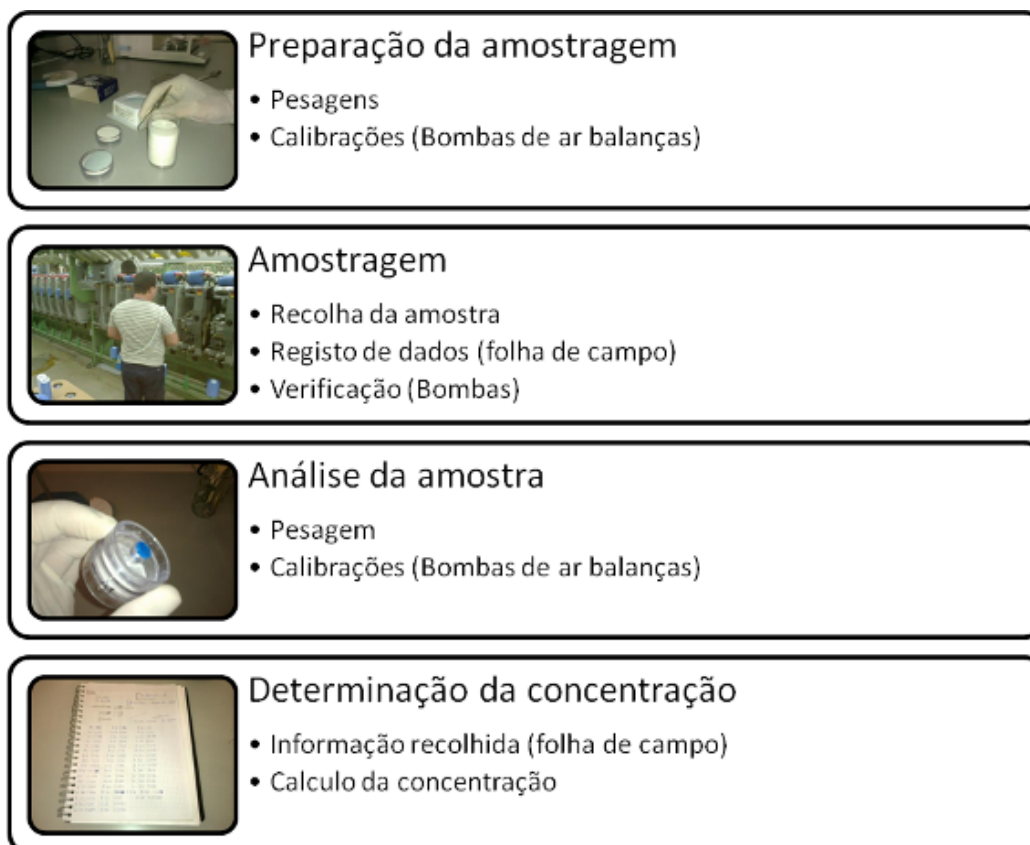


Figura 30 – Fases do processo de amostragem

Segundo os métodos analíticos, a sala de pesagens deve apresentar uma temperatura e humidade óptimas nas gamas  $T = 20 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $\text{HR} = 50 \% \pm 5 \%$ . As pesagens foram realizadas no laboratório do departamento de Engenharia de Minas da Faculdade de Engenharia do Porto. Durante estas operações foram registadas as medições pontuais desses parâmetros.

#### 4.3.1 Preparação da amostragem

Os passos a seguir na pesagem dos filtros são:

1. Estabilizar os filtros em sala de ambiente controlada (2 horas simiexpostos (no ambiente da balança - evitar contaminações);
2. Verificar se a balança analítica está convenientemente limpa no sentido de evitar a contaminação do filtro;
3. Proceder à pesagem dos mesmos num suporte (vidro de relógio ou folha de alumínio)
4. Deixar estabilizar o valor da balança anotar e referencia filtro;
5. Entre cada pesagem deve-se proceder ao Zero da balança (TARE)

#### 4.3.2 Assemblagem dos filtros e suportes

Após as pesagens os filtros são montados nos porta-filtros como ilustrado na figura seguinte:



Figura 31 – Assemblagem de filtros e suportes

Montar o filtro, o suporte e o porta-filtros de PVC como ilustrado na figura anterior e fechar firmemente modo que o vazamento ao redor do filtro não ocorra (se necessário colocar fita adesiva para evitar fugas).

Coloque uma Tampa em cada abertura do cassete de filtro, entrada e saída e marque de forma inequívoca a referência do filtro.



Figura 32 – Filtro e suporte montado

O armazenamento dos filtros antes e depois da amostragem deve ser feito num exsiccador.



Figura 33 – Exsiccador

### 4.3.3 Calibração das Bombas de amostragem

Antes e no fim de das amostragens as bombas são calibradas, (procedimento de calibração em anexo). Neste trabalho utilizaram-se dois calibradores, de bolha e sabão digital. Optou-se por utilizar o calibrador bolha e sabão apenas em laboratório tendo sido utilizado o calibrador digital no trabalho de campo uma vez que este é mais prático. A diferença entre as calibrações inicial e final não deve ser superior a 5%, caso contrário deve-se invalidar a amostra

### 4.3.4 Amostragem

Foi realizada a recolha da amostra, durante o período de tempo predefinido. Colocou-se a bomba no vestuário do colaborador e a o porta-filtros contento o filtro na proximidade das vias respiratórias (ombro), sendo registado na folha de campo, hora de inicio e hora de fim, calibração inicial e final da bomba, nome do colaborador e posto de trabalho.

### 4.3.5 Condições ambientais

Durante os trabalhos de campos e laboratório foi registada a humidade e temperatura de operação dos ensaios e das pesagens.

### 4.3.6 Condições de medição

As medições do foram efectuadas durante o horário normal de trabalho. Procurou-se que, durante a avaliação, os trabalhadores desempenhassem as suas tarefas usando os métodos e as cadências habituais, a fim de assegurar representatividade à avaliação.

### 4.3.7 Cálculo da concentração

O calculo da concentração de poeiras totais, C (mg/m<sup>3</sup>), é dado por:

$$C = \frac{[(W_2 - W_1) - (B_2 - B_1)]}{Q \times t} \times 10^6$$

Em que:

- W<sub>1</sub> = Massa do filtro antes da pesagem (g);
- W<sub>2</sub> = Massa do filtro após a amostragem (g);
- B<sub>1</sub> = Massa inicial do filtro utilizado como branco (g);
- B<sub>2</sub> = Massa final do filtro utilizado como branco (g);
- Q = Caudal da bomba de amostragem (L/min);
- t = Tempo de amostragem (min).
- C = Concentração (mg/m<sup>3</sup>)

## 5 TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

### 5.1 Caracterização da amostra

Os resultados obtidos são expressão de 7 dias de avaliação dos níveis de empoeiramento dos postos de trabalho de 3 colaboradores em cada um dos locais de estudo, Tecelagem, Urdissagem e Bobinagem tendo sido aplicados os métodos e técnicas anteriormente descritos.

Durante o período de mostragem foram ainda monitorizadas as condições ambientais, humidade e temperatura.

### 5.2 Tratamento de dados

#### 5.2.1 Condições ambientais

A tabela seguinte apresenta os valores médios para o 3 postos de trabalho. De referir que os valores diários apresentados são a média aritmética do valor inicial e final do início e fim dos trabalhos.

Tabela 11 – Variação das condições ambientais – Médias semanais

		segunda-feira	terça-feira	quarta-feira	quinta-feira	sexta-feira	Média semanal	Desvio padrão
<b>Tecelagem</b>	Temperatura (°C)	23,7	23,7	23,35	23,7	24,5	23,8	0,3
	Humidade (%)	69,9	67,75	68,15	70,5	66,6	68,6	1,3
<b>Urdissagem</b>	Temperatura (°C)	23,75	25,2	22,7	24,7	24,9	24,3	0,8
	Humidade (%)	49,05	47,7	47,7	56,9	61,8	52,6	5,2
<b>Bobinagem</b>	Temperatura (°C)	24,2	24,8	24,45	25,1	24	24,5	0,4
	Humidade (%)	65,7	60,55	61,95	61	66,2	63,1	2,2

Nas figuras seguintes apresentamos a variação das condições ambientais ao longo de uma semana de monitorização (5 dias úteis) para cada um dos postos.

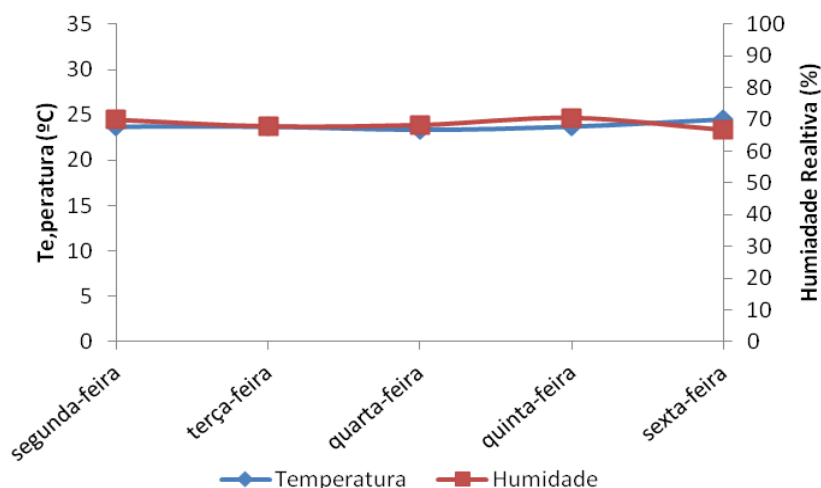


Figura 34 – Variação das condições ambientais na Tecelagem

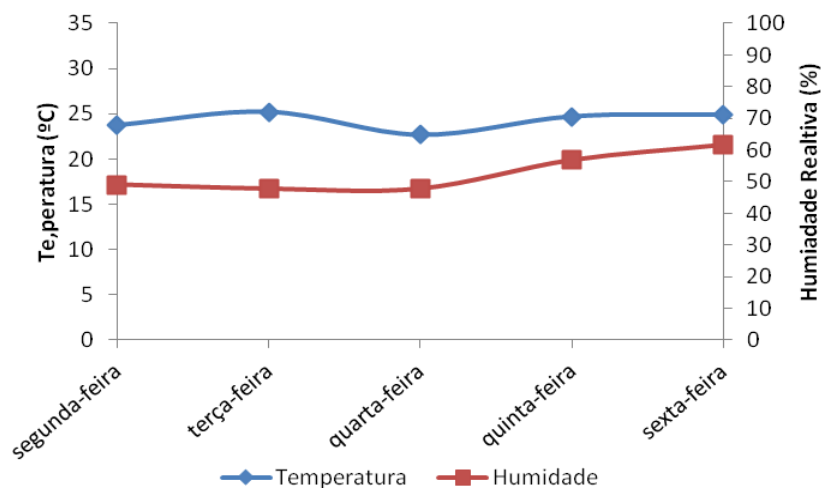


Figura 35 – Variação das condições ambientais da Urdissagem

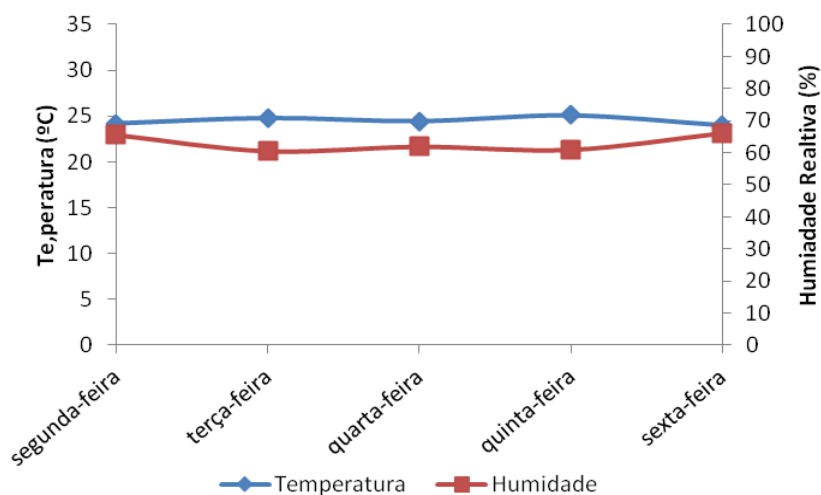


Figura 36 – Variação das condições ambientais da Bobinagem

Para controlo do processo de pesagem foram registadas as variações das condições ambientais, Temperatura e Humidade, da sala de pesagens. Estes valores são a média aritmética dos valores inicial e final dos dias em que ocorreram os trabalhos de laboratório. Foi ainda analisado a variação do peso de um filtro que se manteve, durante este período, na sala de pesagem no exsiccador e foi sendo registado o seu peso.

Na tabela seguinte apresentamos as médias dos valores de temperatura e humidade sala de pesagens.

Tabela 12 – Variações das condições ambientais

	13-Set	15-Set	19-Set	21-Set	23-Set	27-Set	Média	Desvio - Padrão
<b>Temperatura (°C)</b>	26,9	25,9	25,4	25,1	26,4	27,2	26,2	0,83
<b>Humidade (%)</b>	53,7	58,0	57,3	59,2	52,9	60,1	56,9	2,9

A figura seguinte apresenta as variações das condições ambientais, Temperatura e humidade, da sala de pesagens.

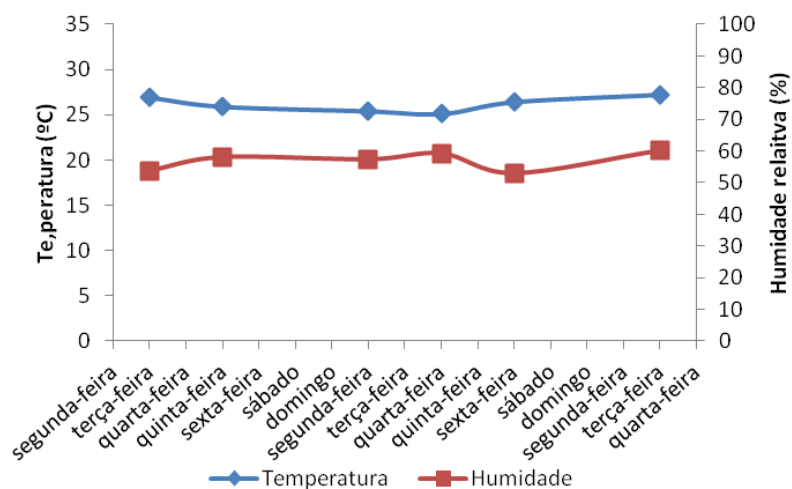


Figura 37 – Variação das condições de ambientais da sala de pesagens

## 5.2.2 Caudais dos equipamentos

Na tabela seguinte apresentamos as variações de caudal verificadas durante a realização dos ensaios de campo.

Tabela 13 – Variação dos caudais (L/mim) dos equipamentos utilizados

		Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira	Média semanal
<b>Gilian Gilair-3/Clock</b>	Início	2,043	2,002	2,001	1,998	1,941	
	Fim	2,020	1,962	1,973	1,972	1,925	-1,3%
<b>Casella Tuff 3</b>	Início	1,997	2,055	2,039	2,033	2,014	
	Fim	1,984	2,045	1,967	1,994	1,972	-1,8%
<b>Gilian HFS 513A</b>	Início	2,039	1,985	1,999	1,956	1,978	
	Fim	2,028	2,023	1,987	1,961	1,921	-1,1%

## 5.2.3 Níveis de empoeiramento

As tabelas seguintes apresentam os resultados obtidos para os níveis de empoeiramento diários para os três postos de trabalho.

Tabela 14 – Tempos de amostragem e concentração de poeiras na Tecelagem ao longo do turno

Amostra nº	Massa (g) (w2-w1)	Tempo de Amostragem (min)	Concentração (mg/m³)
1	0	44	0,0
2	0,0001	45	1,1
3	0,0001	50	1,0
4	0,0001	44	1,1
5	0,0001	40	1,3
6	0,0002	45	2,2

Tabela 15 - Tempos de amostragem e concentração de poeiras na Urdissagem ao longo do turno

Amostra nº	Massa (g) (w2-w1)	Tempo de Amostragem (min)	Concentração (mg/m <sup>3</sup> )
1	0,0001	44	1,1
2	0,0000	43	0
3	0,0000	46	0
4	0,0000	32	0
5	0,0002	50	2,0
6	0,0000	40	0

Tabela 16 - Tempos de amostragem e concentração de poeiras na Bobinagem longo do turno

Amostra nº	Massa (g) (w2-w1)	Tempo de Amostragem (min)	Concentração (mg/m <sup>3</sup> )
1	0,0002	42	2,4
2	0,0000	43	0,0
3	0,0001	51	1,0
4	0,0001	39	1,3
5	0,0001	40	1,3
6	0,0000	40	0,0

Na tabela seguinte apresentamos os valores obtidos para diferentes tempos de amostragem realizados no mesmo dia no mesmo posto de trabalho.

Tabela 17 – Variação dos tempos de amostragem e concentração na Tecelagem

Amostra	Massa (g)	Tempo (min)	Concentração (mg/m <sup>3</sup> )
1	0,0002	413	0,2
2	0,0001	82	0,6

Tabela 18 - Variação dos tempos de amostragem e concentração na Bobinagem

Amostra	Massa (g)	Tempo (min)	Concentração (mg/m <sup>3</sup> )
1	0,0000	76	0,0
2	0,0001	83	0,6
3	0,0001	90	0,6
4	0,0000	90	0,0

A tabela seguinte tabela apresenta as variações da concentração de poeiras ao longo de uma semana.

Tabela 19 - Variação da concentração (mg/m<sup>3</sup>) de poeiras nos postos em estudo

	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5
<b>Tecelagem</b>	0,9000	0,7928	0,2876	0,3118	0,3160
<b>Urdissagem</b>	1,4401	0,8293	0,4358	0,8969	0,5951
<b>Bobinagem</b>	0,2663	0,4580	0,1529	0,4807	0,1567

Na figura 38 ilustra a variação dos níveis de empoeiramento ao longo da semana.

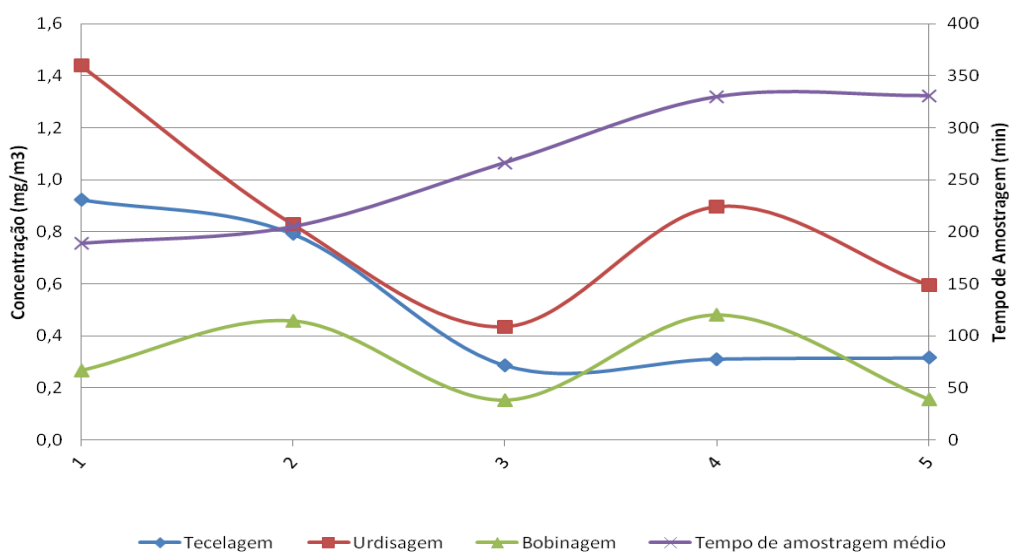


Figura 38 - Variação da concentração de poeiras nos postos em estudo e tempo de amostragem

A tabela seguinte apresenta os níveis de empoeiramento e a respectiva média para os tempos de amostragem superiores a 250 minutos.

Tabela 20 – Níveis de empoeiramento ( $g/m^3$ )

	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Média	Desvio Padrão
<b>Tecelagem</b>	0,2876	0,3118	0,316	0,31	0,02
<b>Urdissagem</b>	0,4358	0,8969	0,5951	0,64	0,23
<b>Bobinagem</b>	0,1529	0,4807	0,1567	0,26	0,19

## 5.2.4 Taxa de renovação de ar dos locais de estudo

Na tabela seguinte apresenta-se as taxas de renovação de ar de cada um dos edifícios função da sua área e do sistema de ventilação

Tabela 21 – Taxa de renovação de ar dos locais de estudo

	Área ( $m^2$ )	Altura (m)	Sistema de Ventilação ( $m^3/h$ )	Taxa de renovação de ar
<b>Tecelagem</b>	4177	4,9	650000	31,8
<b>Urdissagem</b>	3285	4,9	25500	1,6
<b>Bobinagem</b>	2568	4,5	130000	11,2



## 6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para controlo da metodologia utilizada e para poder avaliar a possibilidade das interferências, causadas pelas diferentes condições ambientais nos diferentes locais onde foi sendo desenvolvido o presente estudo, foram registadas a variáveis Temperatura e Humidade.

Segundo a metodologia seguida, Norma NIOSH 0500, as condições ideais da sala de pesagem devem ser  $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  de temperatura e  $50\% \pm 5\%$  de Humidade [NIOSH 1994]. Na sala de pesagem utilizada a temperatura média foi de  $26,2^{\circ}\text{C} \pm 0,8^{\circ}\text{C}$  e a Humidade foi de  $56,9\% \pm 2,9\%$ . Estes valores estão um pouco acima dos valores recomendados mas por outro lado estas condições mantiveram-se constantes, com variações relativamente baixas, desta forma, podemos considerar que não interferiram com os valores obtidos. (Tabela 12).

Para além disso, as condições dos locais de amostragem também não variavam de forma significativa com valores médios de Temperatura de  $23,8^{\circ}\text{C} \pm 0,3^{\circ}\text{C}$  para a Tecelagem,  $24,3^{\circ}\text{C} \pm 0,8^{\circ}\text{C}$  para a Urdissagem e  $24,5^{\circ}\text{C} \pm 0,4^{\circ}\text{C}$  para a Bobinagem. No caso da humidade os valores médios fora de  $68,6\% \pm 1,3\%$  para Tecelagem,  $52,6\% \pm 2,2\%$  para a Urdissagem e  $63,1\% \pm 1,3\%$  para a bobinagem. (Tabela 11) Os desvios as valores obtidos nestas variáveis também não foram muito significativos sendo a maior variação registada na Urdissagem.

Para a linearidade dos resultados de Temperatura e Humidade obtidos contribui o facto de todos estes locais terem sistemas de ventilação equipados com termómetros e higrómetros. Os processos produtivos existentes requerem também o controlo atmosférico destes parâmetros.

Foi ainda registado ao longo do período em que se desenvolveram os trabalhos de campo a massa do branco de laboratório, no sentido de avaliar as possíveis interferências quer do acto de pesagem quer das variações que pudessem existir na sala de pesagens fruto da possíveis alterações das condições ambientais. Foi verificado que este se manteve constante tendo para uma massa de  $13,3 \text{ mg} \pm 0,04 \text{ mg}$ . Este facto comprova a baixa probabilidade de interferência com os resultados (Tabela 12).

Um outro parâmetro controlado foi o caudal das bombas de amostragem. O valor de referência utilizado durante todo o processo de amostragem foi de 2L/mim (NIOSH0500). As bombas foram sempre calibradas inicialmente e verificado o seu caudal no final de cada ensaio. De acordo com as orientações das normas e guias técnicos seguidos a diferença inicial e final do caudal nunca deve ser superior a 5%, sob pena de não considerar a amostra [DHHS (NIOSH) 1974]. Com os equipamentos utilizados os registos obtidos foram sempre inferiores ao valor limite e com um decaimento de caudal médio, inferior a 2%, tendo todas as recolhas sido válidas (Tabela 13).

Na avaliação dos níveis de empoeiramento começou-se por fazer 6 amostragens por turno (6:00-14:00), no sector da Tecelagem Urdissagem e Bobinagem. Isto resultou num tempo de amostragem de 40 a 50 mim o que equivale a 80L a 100L de ar recolhido. Os valores de concentração de poeiras obtidos foram muito baixos, o que resulta numa grande sensibilidade dos resultados a interferências e num aumento do grau de incerteza, tornando inviável esta forma de recolha (Tabelas 14, 15 e 16).

Uma das primeiras constatações prende-se com as variações das concentrações existentes para o mesmo ponto de amostragem e com tempos de colheita semelhantes. Outro factor parece ser a interferência analítica e sensibilidade do método. Os valores mássicos das amostras são de 0,1 mg que é a sensibilidade máxima da balança utilizada. Foi realizado um ensaio com dois equipamentos em simultâneo na Tecelagem (Tabela 17) e outro ensaio aumentado o tempo de amostragem na Bobinagem (Tabela 18). Os resultados apontam que os tempos de amostragem definidos, nas condições em que o ensaio foi realizado, debilitavam coerência dos resultados.

Por outro lado a bibliografia e estudos existentes indicam que uma série de amostras tiradas num só local podem variar ao longo do tempo em resultado das alterações das condições de operação com a ausência ou presença de perturbações mas também de variáveis desconhecidas. Ou seja, uma serie de amostras recolhidas no mesmo local podem não dar necessariamente os mesmos resultados [DHHS (NIOSH) 1974].

Foi então definido aumentar o tempo de amostragem no sentido de ultrapassar as limitações encontradas e fazer a monitorização durante uma semana de trabalho. Para interpretação dos resultados obtidos, foi tida em consideração o sistema de ventilação em cada um dos locais de estudo. Em qualquer deles o sistema de ventilação é diferente, quer do ponto de vista de projecto quer na capacidade de ventilação. Após análise da informação existente sobre os sistemas de ventilação pode determinar-se os valores da taxa de renovação de ar de cada um. O sistema de ventilação da tecelagem apresenta uma capacidade total de 650 000m<sup>3</sup>/h que se traduz numa taxa de renovação de ar de 31,8 renovações por hora. Já a Urdissagem apresenta uma capacidade de 25 500 m<sup>3</sup>/h ou seja uma taxa de renovação de ar de 1,6 renovações por hora. No caso da Bobinagem este sistema de ventilação apresenta uma taxa de renovação de ar de 11,2 renovações de ar por hora (Tabela 21). Na literatura os valores encontrados para a taxa de renovação de ar apontam para que no interior de edifícios a condição de referência deve ser de 0,6 renovações por hora, [Decreto-Lei nº 80 2006]. Para instalações fabris a taxa de renovação sugerida é de 6 renovações por hora. [Lisboa 2007] e a Portaria nº 53/71 alterada pela portaria nº 702/80 refere uam taxa de 30 a 50 m<sup>3</sup> por colaborador.

Assim poderemos dizer que a Tecelagem, com o seu sistema de ventilação, (insuflação e aspiração e taxa de renovação de ar elevada, 31,8) mantém uma atmosfera com parâmetros ambientais constantes, 23,8°C ±0,3, Humidade 68,6% ±1,3%. Tendo a produção mantido a sua cadência e as operações de manutenção e limpeza realizados de uma forma continua e aleatória ao longo da semana, os níveis de empoeiramento manter-se-iam constantes. O que nos leva a considerar que um tempo de amostragem ideal para este tipo de ensaios nestas condições seria superior a 250 mim ou 500 litros. De referir que o volume mínimo e máximo recomendado na NIOSH 0500 é de 7L a 133L para concentrações na ordem dos 15mg/m<sup>3</sup>.

As variações das concentrações de poeiras no mesmo posto de trabalho variam ao longo do dia e da semana de trabalho, como consequência da variação das condições ambientais e fontes de emissão [DHHS (NIOSH) 1974]. De acordo com os valores registados há uma correlação directa com a taxa de renovação de ar, que, a partir de um determinado ponto parece assumir o controlo destas variáveis [Woods 1992].

Dos 3 pontos analisados a Tecelagem é aquele cuja concentração de poeiras é a mais baixa, como consequência dos aspectos já referidos mas também por características da operação produtiva. Na tecelagem o fio utilizado nos teares já sofreu tratamentos, (ex.: Engomagem) que inibem a libertação das fibras soltas, sendo a principal fonte o fio da trama que não foi processado da mesma forma. Já no caso da Bobinagem e da Urdissagem as características da matéria-prima utilizadas nestas operações está mais propícia à libertação das fibras.

Os resultados obtidos referem-se a poeiras totais e desta forma este valores podem/contam outras fontes de contaminantes para além das poeiras de algodão. Durante a pesagem dos filtros, por observação, foi notória a presença outras partículas inertes e com resultados idênticos aos que tinham quantidades de fibras. A correlação entre poeiras totais e fibras é difícil de fazer uma vez que ela vai depender de muitas variáveis que se alteram até no mesmo local. A fonte de emissão, o produto/matéria-prima utilizada, o ritmo produtivo, as medidas de prevenção (ventilação manutenção e higiene) são alguns desses exemplos.

## 7 CONCLUSÕES

Na persecução dos objectivos inicialmente propostos chegamos às seguintes conclusões:

As condições ambientais registadas durante o estudo não interferiram de forma significativa nos resultados.

Na utilização desta técnica analítica, gravimetria, a concentração de poeiras é um factor condicionante do tempo de amostragem, no sentido de se obterem resultados fiáveis com taxas de incerteza reduzidas. Quanto menor for a concentração de poeiras maior deverá ser o tempo de amostragem.

O sistema de ventilação é uns dos factores que mais influencia os níveis de empoeiramento num determinado local. Existem variações das concentrações ao longo da semana ou da jornada de trabalho ou mesmo dentro do mesmo local [DHHS (NIOSH) 1974]. No processo de amostragem devemos ter em consideração o perfil destas alterações com o objectivo de que a amostragem apanhe pelo menos um ciclo. O período de amostragem deve ser definido em função disso.

Os resultados obtidos indicam que o aumento da taxa de renovação de ar, para além de reduzir os níveis de empoeiramento tem tendência a homogeneizar estas oscilações.

A gravimetria apresenta limitações que se prendem com o volume e respectiva concentração de poeiras recolhidas. Quanto maior fora massa recolhida, dentro do limites máximos admitidos, menor será a contribuição da incerteza associada à ao procedimento e técnica analítica.

Uma das limitações deste estudo prende-se com o facto de contabilizar apenas poeiras totais, sem quantificar qual a percentagem de fibras presentes. A impossibilidade de estabelecer uma correlação precisa entre a concentração de poeiras e número de fibras condiciona a caracterização dos locais quanto à presença de fibras de algodão.

Uma comparação com os VLE, permite referir que os valores encontrados estão muito abaixo dos 10 mg/m<sup>3</sup> definidos para poeiras totais. Contudo para poeiras de algodão, os resultados obtidos não permitem afirmar que estamos abaixo dos VLE de poeiras de algodão de 0,2 mg/m<sup>3</sup>.



## 8 PERSPECTIVAS FUTURAS

Na gravimetria, um factor chave da metodologia é a massa de amostra recolhida. Esta por sua vez está condicionada por estas três variáveis, a concentração, o tempo de amostragem e o caudal. Neste estudo foi analisado o aumento do tempo de amostragem, mantendo constantes as restantes variáveis. Mas, sabemos que o aumento do tempo de amostragem muitas vezes conduz a um aumento dos custos. Será possível nestas condições aumentar o caudal sem comprometer a técnica utilizada? No caso das poeiras respiráveis esta hipótese é inviabilizada pelo uso do ciclone que funciona a um caudal definido, sobe o risco de uma alteração alterar o diâmetro das poeiras recolhidas. Poderíamos testar outros equipamentos como o elutriador vertical cujo caudal é significativamente superior?

Os resultados de estudos de comparação do elutriador vertical e o amostrador pessoal apontam para diferenças entre os equipamentos. Esses estudos apontam algumas limitações como homogeneização do local de amostragem. De futuro essa comparação poderia ser feita numa atmosfera particularmente homogénea como é o caso da Tecelagem aqui relatada.

Dentro das várias técnicas metodologias e equipamento utilizados as nossas empresas, têm cada vez mais, orçamentos mais reduzidos seria interessante identificar qual a metodologia mais eficaz e menos onerosa para por em prática.

## 9 BIBLIOGRAFIA

ALVES, J.F. Cruzar os fios - a Fábrica Têxtil Riopele no contexto empresarial do Vale do Ave. Estudos do Século XX, 2004, vol. 4, p. 437-468.

ASSUNÇÃO, J.V. Ventilação industrial: proteção à saúde do trabalhador. In *Saude ocupacional e segurança*. 1989, p. 9-22.

BAGATIN, E. AND COSTA, E.A.D. Doenças das vias aéreas superiores. In. Campinas BRasil: Universidade Estadual de Campinas, 2006.

CARVALHO, M.J., MAIA, E., CUNHA, G., MAIA, J. AND JÁCOME, V. *Algodoeira: Manual de prevenção dos riscos profissionais*. Edtion ed.: IDICT - Instituto de Desenvolvimento e Inspeção das Condições de Trabalho, 2002. 196 p.

CONFEDERAÇÃO EMPRESARIAL DE PORTUGAL, C. Estudo de Caraterização dos Recursos Humanos do Setor Têxtil e Vestuário [online]. 2010.

COSTA, J.C.T.D. Sintomas respiratórios na industria têxtil Análise de factores de risco. In *Unidade de Imunoalergologia, Hopital de S.João*. Porto: Faculdade de Medecina da Universidade do Porto, 2004, vol. Doutor.

COSTA, J.C.T.D., HENRIQUE BARROS, MACCEDO, J.A., RIBEIRO, H. AND OLGA MAYAN, A.S.P. Sintomas respiratórios na indústria têxtil. *Acta Médica Portuguesa*, 1997, vol. 10, no. 7-14.

COSTA, J.T., CASTRO, E., FERREIRA, J.A., VAZ, M., BARROS, H. AND MARQUES, J.A. Declínio anual dos débitos espiratorios em tralhadores de uma fição de algodão. *Revista Portuguesa de Imunoalergologia* 2003, vol. XI, no. 358-369.

COSTA, J.T., FERREIRA, A., CASTRO, E., VAZ, M., BARROS, H. AND MARQUES, J.A. Variação ao longo de uma semana dos niveis de empoeiramento e endotoxinas numa fição de algodão. Relação com a variação diária dos débitos expiratórios. *Acta Médica Portuguesa*, 2004, vol. 17, no. 149-156.

COSTA, J.T., FERREIRA, J.A., CASTRO, E., VAZ, M., BARROS, H. AND MARQUES, J.A. Níveis de empoeiramento e emdotoxinas numa fição de algodão. Relação com a variação diária dos débitos expiratórios. *Acta Médica Portuguesa*, 2004.

DECRETO-LEI Nº 80 Regulamento das Caracteristicas de Comportamento Térmico de Edifícios. Diário da República, 2006.

DECRETO-LEI Nº 381. Decreto-Lei nº 381/2007 de 14 de Novembro

Classificação das Actividades Económicas. In. Diário da República, 2007.

DEI - UNIVERSIDADE DO MINHO. História da Industria. In.: Departamento de Engenharia Industrial Universidade do Minho, 2009.

DHHS (NIOSH). Occupational exposire to cotton dust. In E. U.S. DEPARTMENT OF HELTH, AND WELFARE. Washington: National Institute for Occupational Safety and Health, 1974, vol. 20402.

FREITAS, L.C. *Manual Segurança e Saúde do Trabalho*. Edtion ed. Liboa: Edições Sílabo, 2008.

GABINETE DE ESTRATÉGIA E PLANEAMENTO, G. Boletim Estatístico *Mensal* [Type of Work]. 2011.

IPAC. Circular nº 8/2009. In C.O.D. LABORATÓRIOS. Instituto Português de Acreditação 2009.

KENYA. Realtório: Central de ar condicionado KENYA. In. Santo Tirso, 2004.

LISBOA, H.D.M. Ventilação Industrial. In MONTREAL. *Controlo da Poluição atmosférica* 2007.

MIGUEL, A.S.S.R. *Manual de Higiene e Segurança do Trabalho*. edited by 11ª. Edtion ed.: Proto Editora, 2010.

NETO, A.G.E.F.R.D.A. Considerações sobre estudos de ambientes industriais e não industriais no Brasil: uma abordagem comparativa. In *Cad. Saúde Pública*. 2003, p. 1389-1397.

NIOSH. NIOSH 05000 Total particulates not otherwise regulated. In

NIOSH Manual of Analytical Methods, 1994.

NP1796:2007 Segurança e saúde do trabalho

Valores limites de exposição profissional a agentes químicos.

OSHA. 1910.1043 Occupational Safety and Health Standard. In.: Occupational Safety & Health Administration

PINHEIRO, C., LANGE, E., GOMES, P. AND COSTA, T. Inovação e desenvolvimento no sector têxtil e Vestuário. I Edição Revista GeoPlanUM I, Guimarães, 2010, p. 29-36.

PORTAL EMPRESARIAL DA MAIA. Indústria têxtil em Portugal In.: Portal Empresarial da Maia 2006, vol. 2011.

QUALIDADE, I.P.D. NP EN 689:2008 Atmosferas dos locais de trabalho. Guia para a apreciação da exposição por inalação a agentes químicos. In., 2008.

SKC Application Guide: Sampling Train - Filters 2003, p. 2.

WANG, X.-R., ZHANG, H.-X., SUN, B.-X., DAI, H.-L., HANG, Q., EISEN, E.A., WEGMAN, D.H., OLENCHOCK, S.A. AND CHRISTIANI, D.C. A 20-year follow-up study on chronic respiratory effects of exposure to cotton dust. *Journals Ltd*, 2005, no. 16, p. 881-886.

WOODS. Pratical Guide to fan Engineering [online]. 1992.

## Sitiografia

<http://www.osha.gov/index.html>

<http://www.dre.pt/>

<http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/>

<http://www.cdc.gov/niosh/>

<http://paginas.fe.up.pt/~sdinf/>

<http://www.min-saude.pt/portal/conteudos/informacoes+uteis/saude+no+trabalho/doencasprofissionais.htm>

<http://www.actamedicaportuguesa.com/pdf/2004-17/2/149-156.pdf>

<http://www.det.uminho.pt/pt-PT/geral/historia/>

<http://www.atp.pt/gca/index.php?id=263>



---

## **10 ANEXOS**

---

## 10.1 Procedimentos

### Procedimento para preparação dos filtros

- 1) Previamente limpa-se as cassetes/porta-filtros
- 2) Antes da pesagem colocar os filtros em placas de petri numeradas e semi-abertas cerca de duas horas em equilíbrio com o ambiente. Deve-se verificar se a balança analítica está convenientemente limpa no sentido de evitar a contaminação do filtro;
- 3) Os filtros devem ser manuseados com a ajuda de uma pinça
- 4) Os filtros para amostragem de poeiras são pesados, em balança analítica. Os filtros testemunhos devem ser escolhidos aleatoriamente ao conjunto pesado.
- 5) Os filtros escolhidos para amostragem e seus testemunhos devem ser colocados em recipientes fechados, tipo caixa de Petri e identificados, antes da pesagem;
- 6) Os filtros devem ser estendidos, antes da pesagem, no mesmo ambiente da balança, juntamente com os filtros testemunhos escolhidos para o conjunto.
- 7) Os filtros (após pesagem) devem estar colocados em recipientes fechados, tipo caixa de Petri em exsicadores;

Nota: Os filtros de membrana, pesados na balança analítica, são carregados electrostaticamente durante o manuseamento e a amostragem. Assim, os filtros são colocados no mínimo 2 horas a estabilizar no mesmo ambiente da balança (segundo os métodos analíticos). Havendo necessidade é utilizado um dispositivo que elimina a electricidade estática.



### Procedimento de Calibração

- 1) Montar o equipamento a calibrar de acordo com o método de amostragem a que corresponde.
- 2) Montar o calibrador conforme se pode ver na imagem anexa (calibrador montado)
- 3) Conectar o outlet do aparelho de amostragem à entrada do calibrador por um tubo flexível como se pode ver no exemplo apresentado pela imagem, saída da bomba de amostragem pessoal a uma extremidade de um tubo de ligação flexível
- 4) Ligar a bomba de amostragem pessoal.
- 5) Colocar a bomba de amostragem pessoal a debitar o fluxo de ar pretendido.
- 6) Ligar o calibrador
- 7) Verificar se o amostrador do calibrador nos indica que o fluxo que por lá passa é exactamente o fluxo pretendido.
- 8) Caso o amostrador nos indique um valor diferente do pretendido, regular o caudal de forma a obter esse valor no final.



NOTA 1: A calibração deve ser efectuada antes da utilização e deve-se confirmar se a bomba continua calibrada no fim da amostragem.

---

## **Procedimento de Amostragem**

- 1) A informação do ensaio deve ser registada na folha de registo de campo.

Parâmetros a registar:

- Data da Amostragem
  - Local / Zona de Amostragem
  - Referência da Amostra
  - Caudal de Amostragem
  - Hora de início da Amostragem
  - Hora de fim da Amostragem
  - Tempo de Amostragem
  - Observações relevantes para o estudo
- 2) Conectar a extremidade do tubo de borracha do à saída da cassette de filtros (outlet). Conectar o tubo flexível que vem do suporte da cassette de filtros à entrada da bomba.
  - 3) Anotar o tempo de início da amostragem.
  - 4) Amostrar a caudal de 2 L/min durante o tempo previamente definido. Ter o cuidado de não colmatar o filtro, capacidade máxima de 2 mg.
  - 5) No final do período de amostragem, anotar a hora do fim. Remover a cassette de filtros, fechar a entrada e saída da cassette de filtros com as tampas, registar qualquer informação pertinente sobre a amostragem.
  - 6) Calibrar novamente a bomba seguindo o procedimento de calibração para verificar se o fluxo não se alterou mais do que 5%. Se a margem for ultrapassada, a amostra é considerada inválida, fazer nova amostragem.
  - 7) Submeter os brancos de campo do mesmo lote dos filtros de amostragem. Os brancos de campo devem ser sujeitos exactamente às mesmas condições que os filtros de amostragem (carga, selagem, transporte) à excepção da recolha da amostra.
  - 8) Empacotar os filtros de amostragem, os brancos de campo, e toda a informação pertinente da amostragem com segurança para posterior análise.

## 10.2 Folha de Campo

Data \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

### Registos de Campo

Local:	Local:	Local:
Bomba:	Bomba:	Bomba:
Nome Colab:	Nome Colab:	Nome Colab:
Amostra nº	Amostra nº	Amostra nº
Início: ___:___ Fim: ___:___	Início: ___:___ Fim: ___:___	Início: ___:___ Fim: ___:___

Local:	Local:	Local:
Bomba:	Bomba:	Bomba:
Nome Colab:	Nome Colab:	Nome Colab:
Amostra nº	Amostra nº	Amostra nº
Início: ___:___ Fim: ___:___	Início: ___:___ Fim: ___:___	Início: ___:___ Fim: ___:___

Local:	Local:	Local:
Bomba:	Bomba:	Bomba:
Nome Colab:	Nome Colab:	Nome Colab:
Amostra nº	Amostra nº	Amostra nº
Início: ___:___ Fim: ___:___	Início: ___:___ Fim: ___:___	Início: ___:___ Fim: ___:___

Local:	Local:	Local:
Bomba:	Bomba:	Bomba:
Nome Colab:	Nome Colab:	Nome Colab:
Amostra nº	Amostra nº	Amostra nº
Início: ___:___ Fim: ___:___	Início: ___:___ Fim: ___:___	Início: ___:___ Fim: ___:___

Calibração		
Ref. <sup>a</sup> Bomba	Calibração Inicial (L/min)	Calibração Inicial (L/min)

OBS: