



MESTRADO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA E HIGIENE OCUPACIONAIS



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

AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL A POEIRAS E ADITIVOS NUMA INDÚSTRIA TRANSFORMADORA DE CEREAIS

Ricardo Teixeira Cardoso

Orientador: Professora Doutora Maria Luísa Pontes da Silva Ferreira de Matos (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)

Arguente: Doutora Susana Patrícia Bastos de Sousa (Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial)

Presidente do Júri: Professor Doutor Mário Augusto Pires Vaz (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)

2022



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto PORTUGAL

VoIP/SIP: feup@fe.up.pt ISN: 3599*654



Telephone: +351 22 508 14 00



Fax: +351 22 508 14 40



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



Correio Eletrónico: feup@fe.up.pt

AGRADECIMENTOS

Breve e sucinto quero apresentar os meus agradecimentos a quem fez com que a conclusão de mais uma dissertação pudesse ser possível.

Aos meus pais, Maurício e Arminda e ao meu irmão, Miguel a quem dedico todas as minhas conquistas. Sem o apoio deles seria impossível conseguir conciliar a vida profissional com mais um projeto académico e, por essa razão, um grande agradecimento aos três.

A mim, sem parecer arrogante, uma vez que me obriguei a realizar mais um mestrado sabendo que não iria ser fácil conciliar a vida profissional, académica e pessoal. No final, “Agir, eis a inteligência verdadeira. Serei o que quiser. Mas tenho que querer o que for”.

À minha orientadora, professora Maria Luísa Pontes da Silva Ferreira de Matos que me ajudou com comentários e opiniões sempre com o objetivo de melhorar a dissertação. Sem a ajuda preciosa nos momentos de preparação das amostragens e discussão de resultados seria impossível ter tido sucesso durante o processo e todo esse apoio merece o meu grande agradecimento.

Aos 3 amigos de sempre, Tiago, João e Tomás, que apesar de manter um contacto contido nos últimos 2 anos, fruto dos diferentes trajetos profissionais, são pessoas que sempre me apoiaram na concretização deste projeto e a quem eu sempre darei uma palavra amiga. Obrigado aos 3.

“Agir, eis a inteligência verdadeira. Serei o que quiser. Mas tenho que querer o que for. O êxito está em ter êxito, e não em ter condições de êxito.

Condições de palácio tem qualquer terra larga, mas onde estará o palácio se não o fizerem ali?”

Fernando Pessoa 1888-1935

DESTAQUES

Exposição Ocupacional a poeiras numa indústria da moagem de cereais

Valores Limites de Exposição

Perigosidade associada aos locais de trabalho

Aditivos

Farinha

HIGHLIGHTS

Occupational exposure to dust in a cereal milling industry

Exposure Limit Values

Hazards associated with workplaces

Additives

Flour

RESUMO

Ao longo deste trabalho foi discutido um problema de risco ambiental em contexto laboral, a exposição ocupacional de trabalhadores a poeiras, misturas de poeiras e aditivos numa fábrica de moagem de cereais.

O principal objetivo deste trabalho é conseguir perceber de que forma a exposição a poeiras, misturas de poeiras e aditivos afeta a saúde dos trabalhadores e se, atualmente, correm riscos na saúde ocupacional relacionada com o seu posto de trabalho.

A empresa onde foi realizada a dissertação chama-se Moagem Ceres A.de Figueiredo & Irmão S.A. Existe nesta instalação uma área onde os trabalhadores são particularmente expostos a poeiras e misturas de poeiras com aditivos envolvidos, a zona de misturas dos aditivos. Nesta área existem partículas de aditivos que, devido às suas características físicas e químicas provocam reações alérgicas aos trabalhadores. Por essa razão, um dos grandes objetivos deste trabalho é perceber se estes trabalhadores correm riscos ocupacionais associados aos seus momentos laborais devido ao contacto com as poeiras em suspensão nos seus postos de trabalho focando, sempre que possível, atenção especial a esta área.

Tendo como objetivo realizar uma análise quantitativa de partículas suspensas no ar foi realizada uma amostragem de partículas em suspensão no ar através de bombas de sucção colocadas nos colaboradores em três locais de trabalho diferentes, permitindo assim fazer uma comparação quantitativa. Seguiu-se uma análise gravimétrica através de um método normalizado para este tipo de análise, o NIOSH 0500:1994 permitindo assim calcular a concentração média de poeiras totais nestes locais de trabalho.

Numa fase seguinte os resultados obtidos foram comparados com a norma portuguesa 1796:2014 que resume os valores limites de exposição para este tipo de material que permitiu avaliar o cumprimento legal nos locais de trabalho.

Obteve-se uma concentração média de 17,27 mg/m³ no local de preparação de misturas, uma concentração média de 1,35 mg/m³ e uma de 2,25 mg/m³ no local de ensaque de usos industriais-farinha simples e farinha aditivada, respetivamente.

É possível perceber que todos os valores estão acima do Valor Limite de Exposição proposto pela norma portuguesa que apresenta um valor calculado na média ponderada de 0,5 mg/m³. A atenuação com o uso dos equipamentos de proteção individual, as máscaras do tipo FFP3, é suficiente para proteger os colaboradores. Em alguns casos nem seria necessário um equipamento de proteção individual tão eficaz, bastando o uso de uma máscara autofiltrante do tipo FFP2.

Conclui-se que as poeiras totais presentes na indústria da moagem de cereais são um problema ocupacional grave no âmbito da higiene industrial e deve ser tratado com a urgência que merece pelos empregadores. A a empresa tem de adotar medidas preventivas e de proteção para diminuir a concentração calculada, uma vez que, foi possível perceber que os trabalhadores que laboram nas zonas de amostragem correm risco ocupacional de exposição a poeiras e misturas de poeiras.

Palavras-Chave: Poeira Ocupacional, Exposição, Cereais, Indústria, Amostragem

ABSTRACT

Throughout this work, an environmental risk problem in a work context was discussed, the occupational exposure of workers to dust, dust mixtures and additives in a cereal milling plant.

The main objective of this work is to understand how exposure to dust, mixtures of dust and additives affects the health of workers and whether, currently, they are at risk in occupational health related to their job.

The company where the dissertation was carried out is called Moagem Ceres A.de Figueiredo & Irmão S.A. There is an area in this facility where workers are particularly exposed to dust and mixtures of dust with additives involved, the additive mixing zone. In this area there are particles of additives that, due to their physical and chemical characteristics, cause allergic reactions to workers. For this reason, one of the main objectives of this work is to understand whether these workers are at occupational risks associated with their working hours due to contact with suspended dust in their workstations, focusing, whenever possible, special attention to this area.

Aiming to carry out a quantitative analysis of particles suspended in the air, a sampling of particles suspended in the air was carried out through suction pumps placed on employees in three different workplaces, thus allowing a quantitative comparison to be made. This was followed by a gravimetric analysis using a standardized method for this type of analysis, NIOSH 0500:1994, thus allowing to calculate the average concentration of total dust in these workplaces.

In a subsequent phase, the results obtained were compared with the Portuguese standard 1796:2014, which summarizes the exposure limit values for this type of material, which allowed the assessment of legal compliance in the workplace.

An average concentration of 17,27 mg/m³ was obtained in the place of preparation of mixtures, an average concentration of 1,35 mg/m³ and one of 2,25 mg/m³ in the bagging place of industrial uses - plain flour and added flour, respectively.

It is possible to notice that all values are above the Exposure Limit Value proposed by the Portuguese standard, which presents a value calculated as a weighted average of 0,5 mg/m³. Mitigation with the use of personal protective equipment, type FFP3 masks, is sufficient to protect employees. In some cases, it would not even be necessary to have such effective personal protective equipment, just using a self-filtering mask, type FFP2.

It is concluded that the total dust present in the cereal milling industry is a serious occupational problem within the scope of industrial hygiene and must be treated with the urgency it deserves by employers. The company has to adopt preventive and protective measures to reduce the calculated concentration, since it was possible to perceive those workers who work in the sampling areas are at occupational risk of exposure to dust and dust mixtures.

Keywords: Occupational Dust, Exposure, Cereals, Industry, Sampling

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	3
1.1	Enquadramento do tema	3
1.2	Objetivos da Dissertação	5
1.3	Estrutura da Dissertação	7
2	FUNDAMENTAÇÃO DO TRABALHO	9
2.1	O caso de estudo- Moagem Ceres A. de Figueiredo & Irmão S.A.....	9
2.1.1	Apresentação da entidade onde a Dissertação é realizada	10
2.1.2	Riscos Associados a Nível Laboral	11
2.1.3	Aditivos na Zona de Mistura	13
2.2	Exposição ocupacional: poeiras e partículas	15
2.2.1	Poeiras e Partículas.....	15
2.2.2	Entrada no Organismo.....	16
2.2.3	Influência da Temperatura e da Humidade	18
2.2.4	Equipamentos de Proteção Individual.....	19
2.3	Enquadramento Legal e Normativo.....	21
2.3.1	Valor Limite de Exposição- Farinhas e Poeiras	22
2.3.2	Valor Limite de Exposição para Misturas.....	23
2.4	Nível de Ação	24
2.5	O Tabagismo e as consequências na regeneração dos pulmões	25
2.6	Conhecimento científico.....	25
2.6.1	Palavras-Chave.....	25
2.6.2	Critérios de Exclusão	26
2.6.3	Construção do PRISMA.....	27
2.6.4	Resumo de Artigos Consultados	28
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	33
3.1	Materiais e Métodos	33
3.2	Amostragem.....	36
3.2.1	Localização.....	37
3.2.2	O tipo e a duração da amostragem;	40

3.2.3	A altura em que se deve proceder a essas colheitas	40
3.2.4	Quantidade de amostras	41
4	RESULTADOS	45
4.1	Resultados da Amostragem	45
4.2	Comparação com a Norma Portuguesa e Atenuação de Equipamentos de proteção individual	46
4.3	Nível de Ação	47
5	DISCUSSÃO	49
5.1	A Norma Portuguesa e os valores obtidos	49
5.1.1	Zona de Mistura de Aditivos	49
5.1.2	Zona de ensaie de usos industriais- Farinha Simples	50
5.1.3	Zona de ensaie de usos industriais- Farinha Aditivada	50
5.2	O Nível de Ação e as Medidas Preventivas	51
6	CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS	53
6.1	Conclusões	53
6.2	Perspetivas Futuras	54
6.3	Limitações	55
7	BIBLIOGRAFIA	57
8	ANEXOS	1

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Imagem Panorâmica da empresa	10
Figura 2: Manutenção a Rolos de Moinhos	12
Figura 3: Ensaque de Embalagens Industriais.....	12
Figura 4: Equipamentos de Trabalho- Empilhador	13
Figura 5: Tipos de partículas presentes no ar interior, classificados em função das suas gamas de tamanho	16
Figura 6: Diâmetro das partículas e sua classificação	17
Figura 7: Classificação dos aparelhos de proteção respiratória autofiltrantes	20
Figura 8: Fatores de proteção nominal para filtros de partículas	20
Figura 9: Ficha técnica de uma máscara filtrante FFP3 da marca 3M	21
Figura 10: Combinação de Palavras-Chave e Expressões	26
Figura 11: Diagrama baseado no PRISMA.....	28
Figura 12: Amostrador Pessoal (à esquerda e ao centro) e Calibrador (à direita)	34
Figura 13: Porta Filtro de 37 mm	34
Figura 14: Zonas propostas para a amostragem	38
Figura 15: Zona da Mistura de Aditivos	38
Figura 16: Zona de ensaques de farinha para usos industriais- Farinha Simples	39
Figura 17: Zona de ensaques de farinha para usos industriais- Farinha Aditivada	39
Figura 18: Amostrador pessoal com porta-filtros	41

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Medições totais de poeira nas áreas de trabalho obtidas por amostragem de área	4
Tabela 2: Aditivos maioritariamente manuseados em 2021	14
Tabela 3: Tamanho das partículas de farinha de trigo	18
Tabela 4: Valor de referência para a exposição	23
Tabela 5: Nível de Ação.....	24
Tabela 6: Quantidade de artigos excluídos por critérios.....	27
Tabela 7: Quantidade de artigos encontrados, excluídos, selecionados e repetidos	27
Tabela 8: Tabela síntese de conhecimento científico pesquisado.....	29
Tabela 9: Resumo por artigo/livro	30
Tabela 10: Calibração das bombas usadas no Local: Zona de Mistura de Aditivos.....	35
Tabela 11: Calibração das bombas usadas no Local: Ensaque de Usos Industriais- Farinha a Simples.....	35
Tabela 12: Tabela 9: Calibração das bombas usadas no Local: Ensaque de Usos Industriais- Farinha Aditivada.....	35
Tabela 13: Data, local e caudal médio de cada amostragem.	41
Tabela 14: Dados e resultados da concentração medida na zona de mistura de aditivos	45
Tabela 15: Dados e resultados da concentração medida na zona de ensaques de usos industriais- Farinha Simples.....	45
Tabela 16: Dados e resultados da concentração medida na zona de ensaques de usos industriais- Farinha Aditivada.....	46
Tabela 17: Comparação com a NP 1796:2014 e atenuação dos EPI's na zona de mistura de aditivos	46
Tabela 18: Comparação com a NP 1796:2014 e atenuação dos EPI's na zona de ensaques de usos industriais- Farinha Simples.....	46
Tabela 19: Comparação com a NP 1796:2014 e atenuação dos EPI's na zona de ensaques de usos industriais- Farinha Aditivada.....	47
Tabela 20: Cálculo do nível de ação na zona de mistura de aditivos.....	47
Tabela 21: Cálculo do nível de ação na zona de ensaques de usos industriais- Farinha Simples ..	47
Tabela 22: Cálculo do nível de ação na zona de ensaques de usos industriais- Farinha Aditivada	48

GLOSSÁRIO

Tarara - É um equipamento complexo, munido de crivos de perfuração variada, que lhe permite separar os grãos de cereais de outros de maiores dimensões;

Moega - Zona de descarga de cereais a granel;

Planchisters - Equipamento de industrial de peneiração que permite separar a farinha moída granulometricamente.

SIGLAS

EPI – Equipamento de Proteção Individual;

ACGIH - *American Conference of Governmental Industrial Hygienists*

SST – Segurança e Saúde no Trabalho;

VLE – Valor Limite de Exposição;

IPQ - Instituto Português da Qualidade;

FFP1 - *Filtering Face Piece 1*;

FFP2 - *Filtering Face Piece 2*;

FFP3 - *Filtering Face Piece 3*;

PPM - Partes por milhão;

PSOC - Partículas insolúveis ou fracamente solúveis sem outra classificação;

CAS - Chemical Abstracts Service;

FPN - Fator de Proteção Nominal;

NPN - o Nível de Proteção Necessária;

SR - Sensibilidade Respiratória;

VLE-PI - Valor-limite de exposição para partículas inaláveis;

VLE-PT - Valor-limite de exposição para partículas torácicas;

VLE-PR - Valor-limite de exposição para partículas respiráveis;

OSHA - *Occupational Safety and Health Administration*;

NP - Norma Portuguesa

NIOSH - *National Institute for Occupational Safety & Health*.

PARTE 1

1 INTRODUÇÃO

A indústria transformadora de cereais caracteriza-se por expor os seus trabalhadores a riscos laborais diversos. Em particular, podemos encontrar trabalhadores expostos a poeiras e misturas de poeiras com aditivos que se encontram em suspensão nos seus locais de trabalho (Stobnicka & L. Górný, 2015).

O primeiro capítulo tem como principal objetivo justificar a escolha do tema no contexto do mestrado em questão. Nos subcapítulos que se seguem será apresentada alguns casos práticos que fazem do tema pertinente assim como os objetivos propostos para a dissertação. O capítulo termina com a estrutura do relatório.

1.1 Enquadramento do tema

“O trabalhador tem direito à prestação de trabalho em condições que respeitem a sua segurança e a sua saúde, asseguradas pelo empregador ou, nas situações identificadas na lei, pela pessoa, individual ou coletiva, que detenha a gestão das instalações em que a atividade é desenvolvida” (Lei n.º 3/2014, 2014). É a partir da citação da lei portuguesa que a presente dissertação foi desenvolvida já que é nas condições de segurança e de saúde no trabalho dos trabalhadores que esta dissertação se foca.

Os riscos profissionais são inerentes ao ambiente ou ao processo operacional das diferentes atividades. As condições inerentes ao ambiente podem ser chamadas de riscos de ambiente onde estão incluídos os riscos associados ao contacto dos trabalhadores com gases e o ruído ocupacional, por exemplo. Já as condições relativas ao processo operacional têm especial importância na análise do trabalhador e dos seus equipamentos de trabalho ou infraestruturas sendo esses riscos denominados de riscos de operação (Miguel, 2014). Tal como foi descrito anteriormente a exposição ocupacional a partículas é um risco ambiental que deve ser medido, controlado e mitigado sempre que possível ainda mais numa indústria onde a presença de partículas suspensas no ar é predominante e existe em todas as fases de produção (Stobnicka & L. Górný, 2015).

A consulta de diversos relatórios que resumem os perigos associados ao contacto com agentes perigosos no trabalho mostram que no setor alimentar existe a possibilidade de criação de diversos problemas associados a alergias cuja fonte podem ser bolores, bactérias, ácaros, pó orgânicos de grãos, leite em pó ou farinha contaminada por agentes biológicos. A resolução descrita passa por isolar os processos de produção, evitar a formação de aerossóis, a separação de áreas de trabalho onde possa existir contaminação e medidas de higiene adequadas, que, por norma, são a correta utilização de equipamentos de proteção individual (Rim & Lim, 2014).

O processo da moagem de cereais gera partículas que permanecem suspensas no ar e que podem advir de diversos processos. A farinha que existe suspensa no ar em processos de ensaque, mistura, manutenção e limpeza, por exemplo, contacta direta ou indiretamente com o trabalhador podendo,

em certos casos, causar diversos problemas de saúde, desde conjuntivites a casos graves de asma e problemas no trato respiratório superior.

A Conferência Governamental Americana de Higienistas (*ACGIH*) define a farinha como um pó orgânico complexo constituído por trigo, centeio, cereais de milho, ou uma combinação destes, que, quando processados ou moídos, podem conter um grande número de contaminantes incluindo sílica, fungos e seus metabólitos (aflatoxina), endotoxinas bacterianas, insetos, ácaros, detritos e vários aditivos químicos, como pesticidas e herbicidas (Hamdy, Mona, & Raafat, 2013). Estudos realizados no campo da qualidade do ar interior mostram que essas condições laborais geram doenças respiratórias, como asma e inflamação respiratória principalmente quando os colaboradores são expostos a partículas por um longo período num edifício (Han, Hu, & Qian, 2011). O nível de exposição é condicionado pelo tamanho da empresa e pela sua capacidade de produção e varia consoante o tempo de exposição dos trabalhadores. Estudos mostram que na indústria da moagem de cereais a concentração observada de farinha total chegou até mais de 400 mg/m³ no caso da análise ao pico de exposição (Stobnicka & L. Górný, 2015). Para além de todos estes problemas, existe, ainda, em indústrias deste tipo um histórico de doenças profissionais associados ao contacto com as poeiras, especificamente pneumoconioses e a existência de trabalhadores que adquirem asma crónica.

Um trabalho recente no Sul da Etiópia onde se realizou um estudo comparativo transversal em algumas indústrias transformadores de cereais mostrou a existência de um elevado número de trabalhadores com graves sintomas de doenças pulmonares. A principal conclusão do estudo é que é necessária uma redução da exposição a poeiras e partículas assim como métodos de controlo em fábricas de moagem de cereais que permitam diminuir ou mitigar por completo os problemas de saúde associados ao contacto com estas substâncias (BMC Public Health, 2020).

A consulta de bibliografia científica sobre o tema em questão mostra que das diferentes fases de produção de farinha através de cereais são as fases de ensaque e de limpeza do grão onde existe resultados de concentração de partículas mais elevados, tal como é possível verificar na Tabela 1.

Tabela 1: Medições totais de poeira nas áreas de trabalho obtidas por amostragem de área

Fonte: Adaptado de, (Talini, et al., 2002)

Fábricas de Moagem de Cereais				Percentagem de amostras com: (%)	
	Amostras (n)	Concentração Média (mg/m ³)	Intervalo (mg/m ³)	>1 (mg/m ³) (%)	>4 (mg/m ³) (%)
Carregamento e descarregamento de Grão	11	1,1	0,1-6,9	54,5	27,3
Zona de Limpeza do Grão	6	1,0	0,3-15,8	50	33,3
Fábrica	6	0,2	0,3-0,4	0	0
Ensaque e Transporte	15	2,2	0,1-8,7	86,6	46,6

Na Tabela 1 é possível perceber que as áreas de ensaque e transporte são os locais onde a concentração média é mais elevada. Estudos realizados mostram que a área de ensaque de farinha é um local onde deve ser incidir a amostragem já que é um local onde a quantidade de partículas suspensas no ar pode ser mais elevada. (Khodadadi, Abdi, Aliabadi, & Mirmoeini, 2011) . Algumas áreas de ensaque envolvem a distribuição e mistura prévia de diferentes substâncias como farinha e aditivos, sendo nessas condições onde se verificam as maiores concentrações de substâncias dispersas no ar (Stobnicka & L. Górny, 2015).

Estes factos fazem com que seja uma zona onde a discussão deve incidir já que é possível perceber que são zonas onde existe uma perigosidade acrescida e uma quantidade de partículas mais elevada. Por estas e por outras razões que serão discutidas ao longo deste trabalho se torna tão importante caracterizar alguns postos de trabalho na empresa em questão.

Em 2020 existiam cerca de 121 empresas de moagens de cereais inseridas naquilo que é a indústria de transformação de cereais e leguminosas; fabricação de amidos, de féculas e de produtos afins (Instituto Nacional de Estatística, 2022). Tendo em conta que a Moagem Ceres é uma das maiores indústrias de moagem de cereais que existe em Portugal (Bio-Based Industries Consortium, 2021) tal facto faz com que seja ainda mais importante que a discussão incida na empresa em questão.

Este trabalho centrar-se-á na zona de laboração onde existe o ensaque e a mistura de aditivos com a farinha. Essencialmente, o foco foi analisar quais os níveis de exposição que existem para o trabalhador face ao contacto diário com estes tipos de substâncias.

A Norma Portuguesa 1796 de 2014 descreve que a análise do risco da exposição a agentes químicos associada ao desenvolvimento de atividades profissionais inclui a determinação da concentração daqueles agentes no ar dos locais de trabalho. Esta concentração, quando representativa da exposição profissional em estudo, é comparada com valores de referência que representam limiares de exposição correspondentes a níveis de risco aceitáveis (NP 1796:2014, 2014).

Para poder realizar essa análise quantitativa foi necessário realizar uma amostragem de material particulado, uma mistura de farinha e de aditivos em determinados locais. Foi também analisada a relação que existe entre a concentração de partículas de um local onde existirá apenas farinha suspensa no ar para com outro local onde existe mistura de farinha e de aditivos.

1.2 Objetivos da Dissertação

O principal objetivo deste trabalho é conseguir perceber de que forma a exposição a poeiras, misturas de poeiras e aditivos afeta a saúde dos trabalhadores e se, atualmente, correm riscos na saúde ocupacional relacionada com o seu posto de trabalho.

A contextualização do trabalho presente na introdução mostra que este risco ambiental é um problema ocupacional grave, talvez o mais grave de todos os problemas ocupacionais na indústria em questão (Stobnicka & L. Górny, 2015). A dissertação tem também como objetivo específico fazer essa caracterização.

Para concretizar o objetivo principal desta dissertação foi necessário medir a concentração ponderada de partículas inaláveis no ar em três zonas de trabalho distintas, duas zonas de ensaque de sacos de farinha a 25 kg e a zona de mistura de farinha com aditivos sendo este um dos objetivos específicos da dissertação. A consulta das fichas de segurança dos aditivos mostra que a zona de mistura de farinha com aditivos é uma área especialmente perigosa, existindo o perigo de contaminação química de aditivos que, quando inalados, são extremamente perigosos para os trabalhadores. Um objetivo específico é fazer essa caracterização.

Para enquadrar o tema em questão foi realizado um levantamento bibliográfico de tudo o que existe em Portugal, na Europa e no Mundo acerca de um problema ocupacional que não é novo, a exposição ocupacional a partículas em indústrias transformadoras de cereais. Fazendo esta dissertação em contexto industrial foi também possível caracterizar os espaços de trabalho dando à empresa uma ferramenta importante que vise a melhoria continua das condições de trabalho dos seus trabalhadores.

Em relação a outros objetivos específicos foi também possível descrever a metodologia proposta e os métodos analíticos escolhidos para analisar as partículas suspensas no ar. Foi utilizado como base o método *NIOSH 0500:1994* que é usado neste tipo de análises para quantificar a concentração de partículas a que os trabalhadores estão expostos. É um aspeto fulcral para caracterizar as condições ambientais a nível ocupacional para os trabalhadores e permitirá estabelecer uma ponte com a Norma Portuguesa que estabelece os valores limites de exposição e os índices biológicos de exposição para substâncias nocivas existentes no ar dos locais de trabalho.

De seguida, analisando os resultados que foram obtidos através de uma amostragem criteriosa de diferentes locais de trabalho foi possível verificar se os trabalhadores se encontram expostos ou não a partículas de poeiras e misturas de aditivos acima dos valores limites de exposição definidos pela norma. O cálculo da exposição ponderada segundo a NP 1796:2014 foi realizada e, adicionalmente, foi também considerada a atenuação do uso dos equipamentos de proteção individual, as máscaras autofiltrantes FFP1, FFP2 e FFP3.

O último passo foi definir diferentes níveis de ação para cada local de trabalho focando a atenção sempre que possível na zona de mistura dos aditivos, zona onde existe uma elevada concentração de farinha e aditivos alimentares prejudiciais. Neste contexto existiu um trabalho prévio para perceber de que forma as misturas de aditivos com a farinha suspensa no ar, aumentam a perigosidade do risco ocupacional nesta zona de trabalho essencialmente a nível da consulta das fichas de aditivos originais que a instalação mantém.

As conclusões deste trabalho académico permitirão à empresa perceber se tem ou não que tomar ações imediatas ou preventivas para eliminar por completo ou diminuir o risco ambiental que os trabalhadores correm ao laborar em zonas de perigo ocupacional. A nível académico é um trabalho importante tendo em vista que o autor deste projeto é testemunha em primeira mão daquilo que são as condições laborais e a exposição ocupacional a poeiras de trabalhadores do setor da moagem dos cereais.

1.3 Estrutura da Dissertação

No primeiro capítulo é realizado um enquadramento do tema no setor em questão que justificará a razão pela escolha do tema e a sua relevância no contexto da segurança e da saúde ocupacional.

Num segundo capítulo é realizada uma apresentação da empresa em questão com o levantamento de alguns dos riscos laborais que existem na instalação focando-se naquilo que é o risco químico do contacto dos trabalhadores às poeiras.

No terceiro capítulo é descrita a metodologia adotada no processo de amostragem assim como o tratamento dos dados que foi possível realizar após a sua organização.

No quarto capítulo verifica-se os resultados esperados, essencialmente, dados analíticos e comparação dos dados obtidos com os Valores Limites de Exposição.

É no quinto capítulo que são discutidos todos os resultados descritos anteriormente, é realizada a comparação dos valores de concentração obtidos com a NP 1796:2014, a atenuação dos equipamentos de proteção individual e os níveis de ação encontrados.

No sexto capítulo verifica-se a apresentação das conclusões do trabalho, de algumas limitações encontradas ao longo da pesquisa bibliográfica e ao longo do processo de amostragem assim como perspectivas de trabalhos que poderiam ter sido realizados e que serão considerados como trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO DO TRABALHO

Neste capítulo é descrito, numa primeira fase, o enquadramento do local onde se realizou a presente dissertação, o caso de estudo da Moagem Ceres, uma indústria transformadora de cereais com diversos problemas ocupacionais. O subcapítulo termina com uma descrição detalhada das substâncias presentes numa zona problemática da empresa em questão, a zona de mistura de aditivos.

De seguida foi analisado o problema ocupacional que se pretende medir, a exposição ocupacional a poeiras e a partículas. Foi realizado um levantamento de dados em relação aos diferentes tipos de partículas que existem tendo em conta a sua perigosidade acabando por descrever os equipamentos de proteção individual que existem para mitigar este nível de perigosidade.

O enquadramento legal e normativo realizado tem como objetivo descrever os documentos, normas e técnicas que foram utilizadas para sustentar esta dissertação tanto a nível legal como a nível normativo.

O nível de ação recomendado pelo *Occupational Safety and Health Administration (OSHA)* é também um dos temas abordados já que a sua contextualização é importante para que se possa perceber a urgência na eliminação dos riscos químicos associados aos diferentes locais de trabalho.

O capítulo termina com o conhecimento científico, um trabalho realizado maioritariamente durante a cadeira de Projeto de Dissertação, que ocorreu durante setembro de 2021 a fevereiro de 2022.

2.1 O caso de estudo- Moagem Ceres A. de Figueiredo & Irmão S.A

A presente dissertação foi elaborada no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacional (MESHO) pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacional. O projeto resultou num trabalho académico na empresa chamada Moagem Ceres A. de Figueiredo & Irmão S.A, situada no concelho do Porto, freguesia de Campanhã, entre o período de fevereiro a julho de 2022. Todos os colaboradores que farão parte deste trabalho científico através da disponibilização de exemplos gráficos concordaram em serem fotografados para efeitos meramente académicos.

Neste capítulo é feita uma descrição daquilo que é o processo de fabrico da indústria transformadora de cereais e serão apresentados os riscos laborais que existem. Aproximando-nos do problema ocupacional em questão foi feito um levantamento dos aditivos que existem na zona de mistura de aditivos. Por último foi possível verificar quais os equipamentos de proteção individual utilizados pelos colaboradores assim como a percentagem de atenuação face ao contacto com partículas e poeiras suspensas no ar.

2.1.1 Apresentação da entidade onde a Dissertação é realizada

A Moagem Ceres A. de Figueiredo & Irmão S.A é uma empresa transformadora de cereais com mais de 100 anos de existência. É uma indústria com diversos desafios relacionados com a segurança e a saúde no trabalho. A exposição a partículas é apenas um dos muitos desafios com vista à melhoria contínua das condições laborais, no entanto, o objetivo é que este trabalho seja utilizado inclusivamente como base para trabalhos futuros a este nível. É uma empresa de referência na indústria de moagem de cereais em Portugal tendo atualmente cerca de 80 trabalhadores.

Uma imagem panorâmica da empresa encontra-se apresentada na Figura 1.



Figura 1: Imagem Panorâmica da empresa
Fonte: (Moagem Ceres A.de Figueiredo & Irmão S.A)

De seguida encontra-se descrito o processo da moagem de cereais de trigo. É um processo que se divide em 6 grandes fases:

1. **Receção da matéria-prima.** Os cereais são importados da América do Norte e da Europa maioritariamente, sendo transportados desde os silos de Leixões de camião até à fábrica, onde o cereal é descarregado numa *moega*. A empresa trabalha exclusivamente com trigo.
2. **Pré-Limpeza:** A Pré-Limpeza é o processo seguinte onde são separadas as substâncias que estão misturadas com o cereal, como a pedra, palha, outros cereais e metais recorrendo a equipamentos como uma *tarara* e um canal de aspiração;
3. **Limpeza de Trigo:** Nesta fase o cereal continua a ser limpo retirando-se substâncias como pedras e outros cereais. Recorre-se a equipamentos como uma máquina da pedra, classificadora ótica e, uma vez mais, uma *tarara*, que, através de movimentos oscilatórios faz com que o trigo passe por crivos deixando para trás todas as impurezas. É também nesta fase que se faz a mistura do trigo com água. Quanto mais seco o cereal se apresentar mais água terá de ser misturada;
4. **Moagem:** Durante esta operação o trigo é moído pelos moinhos e passa por diversos equipamentos sendo posteriormente encaminhado para os *Planchisters* nos quais são

separados granulometricamente os diferentes produtos secundários (Gérmen, Sêmola, Sêmea Fina e Grossa). O processo de moagem desenvolve-se em altura, em 5 pisos distintos. O trigo vai sendo transportado pneumaticamente num movimento “*cima-baixo*”, até estarem cumpridos os requisitos da moagem, isto é, ter passado pelos equipamentos necessários até ser atingido o produto final pretendido. A farinha e os seus subprodutos já separados são armazenados em silos de grande dimensão;

5. **Ensaque:** Último estágio antes da expedição de farinha e sêmea em sacos. É um processo manual onde a farinha e a sêmea são ensacadas em sacos de diversas quantidades. É também neste processo onde existe o manuseamento de diversos aditivos que servem de mistura para um grande número de diferentes referências de farinhas.
6. **Expedição:** Transporte do produto acabado em sacos de diferentes tamanhos e formas assim como a granel.

É possível, ainda, verificar uma descrição gráfica do processo no Anexo I desta Dissertação.

2.1.2 Riscos Associados a Nível Laboral

Vários estudos no campo da avaliação de riscos de acidentes, atualmente, apontam para o facto de a atividade da moagem dos cereais ser considerada um trabalho arriscado para a saúde humana (International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 2015).

Envolve, essencialmente, o risco de doenças ocupacionais relacionadas com as partículas suspensas no ar muitas vezes fontes de doenças respiratórias nos trabalhadores (Talini, et al., 2002). O cereal é a matéria-prima predominante utilizada na indústria transformadora de cereais. Tendo esse facto em conta é de prever que é nessas atividades profissionais que existe a exposição mais severa ao pó da farinha (Stobnicka & L. Górný, 2015).

Todos os riscos de acidentes no trabalho associados à limpeza de silos de farinha e de cereais e à manutenção de sistemas de rolamentos devem ser tidos em conta quando se analisa os riscos que existem em indústrias deste tipo. Por outro lado, a existência de zonas ATEX representam por si só um enorme risco para o colaborador e é uma outra situação que também deve ser considerada (Kuracina, Szabová, Pangrácová, & Balog, 2017).

O objetivo deste capítulo é mostrar que para além dos riscos associados à exposição de partículas, tema central desta Dissertação, e que será descrito posteriormente, existem também outros riscos que devem ser tidos em conta quando se realiza uma análise crítica a este assunto. Alguns destes riscos encontram-se representados pelas Figuras 2, 3 e 4.



Figura 2: Manutenção a Rolos de Moinhos

Na Figura 2 é possível verificar o trabalho da equipa de manutenção que deve, constantemente, abrir as comportas dos rolamentos dos moinhos para analisar a granulometria do cereal moído, fazendo-o com recurso aos membros superiores. É uma tarefa que é realizada no mínimo 2 vezes por dia durante 1 hora existindo o risco real de lesões nos membros superiores.

Na Figura 3 encontra-se representado mais um risco laboral associado a movimentos repetidos dos membros superiores.



Figura 3: Ensaque de Embalagens Industriais

Um outro exemplo de riscos associados ao trabalho é a existência de movimentações repetidas dos membros superiores no ensaque dos usos industriais. É um trabalho que é monótono e é realizado durante 7 horas com pausas que vão sendo intercalados durante o trabalho.

Na Figura 4 encontra-se representado um risco real do contacto dos trabalhadores com equipamentos de trabalho.

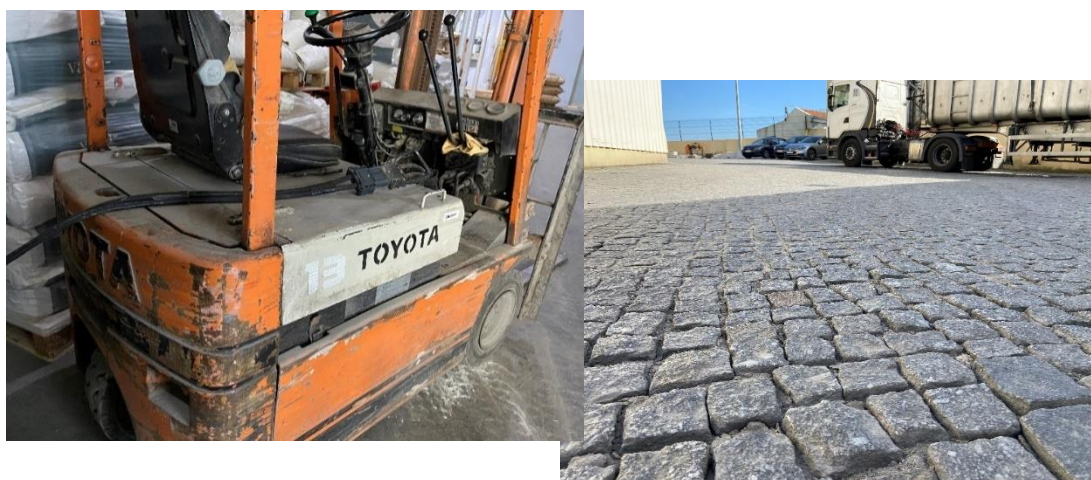


Figura 4: Equipamentos de Trabalho- Empilhador

Na Figura 4 é possível perceber que alguns dos empilhadores, equipamentos importantes em contexto laboral, encontram-se deteriorados e com falta de manutenção periódica, sendo por si só, um risco para os trabalhadores. Por outro lado, os operadores sempre que se deslocam de empilhador no exterior da fábrica circulam num piso em paralelo onde podem correr acidentes devido à irregularidade do terreno.

A utilização de empilhadores, por si só, gera problemas associados às vibrações na relação trabalhador-máquina, facto que se revela como um problema ocupacional que deve ser também considerado na análise dos problemas ocupacionais na indústria em questão.

São apenas alguns exemplos que mostram que a Indústria da Transformadora de Cereais é, em geral, uma indústria com bastantes questões a nível de segurança e higiene no trabalho.

2.1.3 Aditivos na Zona de Mistura

Um dos objetivos deste trabalho é centrar-se numa zona onde existe a mistura de aditivos com a farinha e tentar perceber qual a relação e as consequências que existem para o trabalhador face ao contacto diário com estes tipos de substâncias.

A indústria em questão possui uma zona de mistura e ensaque de referências de farinhas aditivadas, como farinha para a preparação de bolo-rei, pão de forma e *croissant*. O desenvolvimento destas referências não é o foco desta dissertação, mas esta contextualização serve para explicar que a existência de aditivos suspensos no ar é uma realidade e que a amostragem de particulado no ar terá esse facto em consideração.

Alguns dos aditivos que são utilizados na fábrica são perigosos para a saúde e esse conhecimento existe porque todos os aditivos utilizados são catalogados cumprindo assim as obrigações inerentes

à existência de um sistema de gestão alimentar. No Anexo II da presente dissertação encontra-se o exemplo de uma ficha de segurança resumida assim como o exemplo de uma ficha de segurança de um aditivo disponibilizada pelo fabricante, no Anexo III.

Por essa razão, neste capítulo foi realizado um levantamento dos aditivos que são majoritariamente manuseados pelos colaboradores. A informação organizada encontra-se disponível na Tabela 2.

Tabela 2: Aditivos majoritariamente manuseados em 2021

Nome Comercial	Substância	Número CAS	VLE associado (NP 1796:2014)
Carbonato Cálcio	Substância Química	471-34-1	Anexo B
Pirofosfato de Sódio	Emulsionante	7758-16-9	Anexo B
Emulsionante E472e - Panodan	Emulsionante	1317-65-3	Anexo B
Fosfato Monocálcico	Substância Química	10031-30-8	Anexo B
Emulsionante E472e - Lametop	Emulsionante	471-34-1; 7631-86-9	Anexo B
Bicarbonato Sódio	Substância Química	144-55-8	Anexo B

Conforme informação recolhida na empresa, existem cerca de 100 aditivos utilizados na empresa, no entanto, encontram-se na Tabela 2 apenas aqueles que foram mais utilizados durante o ano de 2021. É possível verificar que eles se dividem entre substâncias químicas e emulsionantes alimentares com um determinado número CAS que é uma designação numérica atribuída a substâncias químicas pelo US Chemical Abstracts Service (CAS). Cada número individual permite a identificação inequívoca de uma substância (ChemWatch, 2021).

Tal como referenciado anteriormente, um dos objetivos específicos da dissertação é comparar os valores de concentrações de poeiras em suspensão em determinadas zonas, com os valores limites de exposição para o tipo de partículas que existem nesses locais.

Aí surge uma das limitações deste trabalho. As partículas que existem suspensas no ar, provenientes dos aditivos alimentares manuseados pelos colaboradores não possuem um valor específico na norma que foi usada como referência, a NP 1796:2014, por essa razão, os aditivos mais utilizados na indústria em questão, enquadram-se no Anexo B da mesma norma, para as Partículas insolúveis ou fracamente solúveis sem outra classificação. A ACGIH está convicta que mesmo partículas biologicamente inertes, insolúveis, ou fracamente solúveis podem originar efeitos adversos e recomenda que as suas concentrações no ar devem ser mantidas abaixo de 3 mg/m³ para partículas respiráveis e de 10 mg/m³ para partículas inaláveis, até que se verifique o estabelecimento de um VLE para uma dada substância (NP 1796:2014, 2014).

2.2 Exposição ocupacional: poeiras e partículas

A poluição do ar medida como material particulado (MP) tem-se mostrado prejudicial à saúde humana e leva ao aumento das taxas de mortalidade. A Organização Mundial da Saúde recomenda um limite de orientação de longo prazo de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para as PM₁₀ (média anual) para fornecer um nível mínimo de proteção contra o risco de saúde a longo prazo (Hernandez, Berry, L. Wallis, & Poyner, 2017).

O tema central desta dissertação é a exposição ocupacional a poeiras, partículas e aditivos na indústria transformadora de cereais, nesse sentido, foi esse o risco laboral evidenciado durante este capítulo.

2.2.1 Poeiras e Partículas

Este subcapítulo da dissertação tem como principal objetivo mostrar a razão pela qual a discussão e amostragem irá incidir sob as partículas inaláveis. Para além de ser a indicação que a NP 1796 de 2014 ao descrever as partículas de farinha e de poeiras, este facto é também confirmado, através da bibliografia consultada, como o tipo de material particulado que existe na indústria em questão.

O diâmetro das partículas suspensas no ar está diretamente relacionado com o seu grau de perigosidade e com o seu potencial de causar problemas de saúde. A medida de tamanho de partícula, dada pelo seu diâmetro aerodinâmico, é definida pelo diâmetro de uma hipotética esfera de densidade $1\text{g}/\text{cm}^3$ com a mesma velocidade de sedimentação que a partícula em questão, independentemente do seu tamanho geométrico, forma e densidade real (World Health Organization, 1999). Neste capítulo serão descritas algumas considerações acerca dos diferentes tipos de partículas que existem, o seu tamanho, a sua perigosidade e as implicações que têm no ser humano.

Importa realçar ainda que existe uma diversidade de partículas a que um determinado trabalhador numa qualquer indústria pode estar exposto, são elas (Miguel, 2014).:

- Partículas Inertes- partículas que não produzem alterações fisiológicas significativas, com exceção dos casos em que ficam retidas nos pulmões como alguns carbonatos e a celulose;
- Partículas fibrogénicas- partículas suscetíveis de provocar reações químicas ao nível dos alvéolos pulmonares podendo causar em certos casos pneumoconioses são um exemplo a sílica livre e o amianto;
- Partículas Sensibilizantes- partículas que podem atuar sobre a pele ou sobre o aparelho respiratório como as madeiras tropicais e resinas;
- Partículas tóxicas- partículas que podem causar lesões de uma forma rápida e em concentrações elevadas ou lentamente e em concentrações relativamente baixas como a maiores das poeiras metálicas.

No caso prático da Indústria em questão, tratando de partículas de farinha e de aditivos que são utilizados na mistura das diferentes referências alimentares, pode ser admitido que os trabalhadores estarão em contacto com partículas inertes, sensibilizantes e até fibrogénicas no caso

de alguns aditivos alimentares. As fichas de segurança dos aditivos foram essenciais para realizar esta caracterização.

2.2.2 Entrada no Organismo

A penetração dos poluentes industriais efetua-se por três vias principais (Macedo, 1988):

- Via percutânea: através da pele quando das operações de manipulação de produtos;
- Via digestiva: penetração que só acontece acidentalmente;
- Via pulmonar: todas as matérias ou suspensões no ar, quer sob a forma de aerossóis líquidos ou sólidos, assim como os gases que penetram nas vias respiratórias.

Na indústria transformadora de cereais pode existir penetração pelas três diferentes formas anteriormente descritas, no entanto, foi a via pulmonar a forma evidenciada e descrita.

De um modo generalista, na Figura 5 é possível verificar os diferentes tipos de partículas com os seus diâmetros correspondentes.

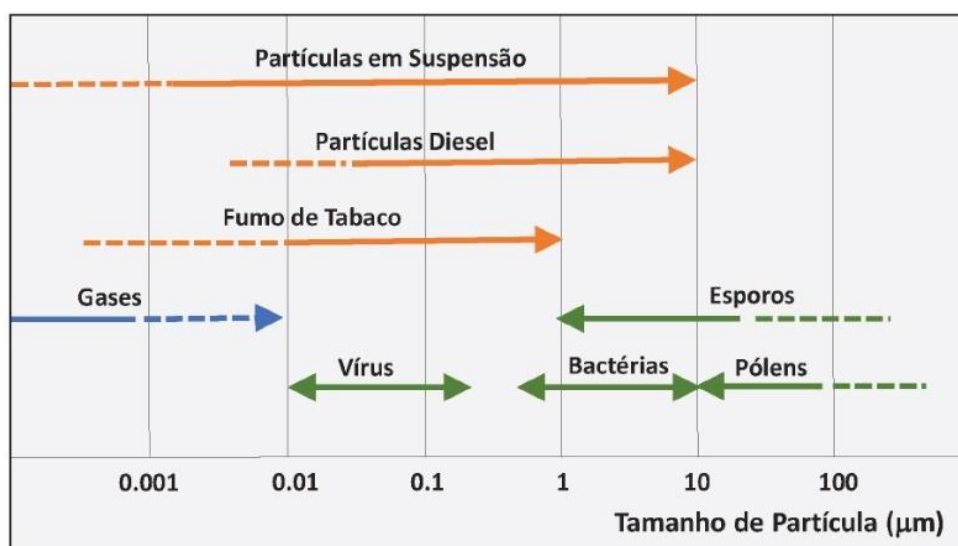


Figura 5: Tipos de partículas presentes no ar interior, classificados em função das suas gamas de tamanho

Fonte: (SICFLUX, 2020)

É possível verificar através da Figura 5 que existe uma grande variedade de partículas que podem advir de uma elevada quantidade de substâncias.

É possível ainda classificar as partículas face ao seu grau de penetração no sistema respiratório humano, estando tal classificação representada na Figura 6.



Figura 6: Diâmetro das partículas e sua classificação

Fonte: (SICFLUX, 2020)

Tal como é possível perceber através da análise da Figura 6 o diferente diâmetro das partículas está relacionado com o nível de penetração dessas mesmas partículas no sistema respiratório do ser humano.

A Organização Mundial de Saúde e diversas organizações como a ACGIH, definiram as frações de partículas representadas anteriormente, de acordo com os locais de deposição e ação no sistema respiratório. Deste modo, as partículas são definidas como:

- Fração inalável – fração de uma nuvem de poeira que pode ser soprada e/ou inalada para dentro do nariz ou da boca;
- Fração Torácica – fração total de partículas inaláveis que entra no sistema respiratório para além da laringe, alcançando o tórax. No que se refere a medidas, estas apresentam um diâmetro aerodinâmico de $10\mu\text{m}$, logo denominadas de PM₁₀;
- Fração Respirável – corresponde à fração de partículas capaz de penetrar até a região alveolar e que apresentam um diâmetro aerodinâmico inferior ou igual a $2,5\mu\text{m}$ (PM_{2,5}) (Pinto, 2012).

A ACGIH tem diretrizes que recomendam que as concentrações de poeira inalável no ar sejam mantidas abaixo de 10 mg/m^3 . A fração inalável é um termo que significa partículas de vários tamanhos. Algumas das partículas podem ser muito grandes para entrar nas áreas mais profundas dos pulmões, mas podem entrar no nariz, boca e vias aéreas superiores durante a respiração (National Institute for Occupational Safety and Health, 2018). A NP 1796:2014 utiliza estas recomendações e qualifica estas partículas como PSOC (Partículas insolúveis ou fracamente solúveis sem outra classificação) remetendo tais informações para o Anexo B da presente norma (NP 1796:2014, 2014).

A consulta de bibliografia mostra que o diâmetro aerodinâmico das partículas de farinha varia entre 4 e $30 \mu\text{m}$ (Stobnicka & L. Górny, 2015) o que quer dizer que a maior parte das partículas que irá ser discutido se encontra no campo das partículas inaláveis.

Estudos relacionados com o grau de explosividade de partículas de farinha de trigo mostram que o tamanho de partículas varia da forma bastante variável. Tal informação encontra representado na Tabela 3.

Tabela 3: Tamanho das partículas de farinha de trigo

Fonte: (Kuracina, Szabová, Pangrácová, & Balog, 2017)

Tamanho da partícula	%
>500 µm	0 %
250-500 µm	0,13 %
150-250 µm	5,76 %
90-150 µm	33,94 %
71-90 µm	24,18 %
56-71 µm	22,53 %
0-56 µm	9,05 %
Valor médio	84 µm

Importa salientar que o artigo científico citado mostra uma caracterização de partículas naquilo que é a perigosidade face à presença destas substâncias em atmosferas de trabalho explosivas. A ordem de grandeza é diferente daquela que é apresentada quando o tema é o contacto destas substâncias com os trabalhadores.

Verifica-se, através da análise da Tabela 3, que a grande parte das partículas amostradas se situam entre os 50 e os 150 µm, valores consideravelmente acima daquilo que são classificadas as partículas inaláveis.

Por outro lado, a consulta de bibliografia não foi clara em relação ao tamanho dos aditivos alimentares que são utilizados na instalação não tendo sido encontrados casos de estudos que descrevam a exposição ocupacional à mistura da farinha e dos aditivos.

Informações transmitidas pelos profissionais da empresa e o próprio contacto com este tipo de substâncias mostram que os aditivos usados dispersam com grande facilidade no ar, sedimentando com muita mais dificuldade quando comparadas com as partículas de farinha. Pode, por essa razão, ser admitido que estes aditivos se encontram suspensos no ar sob diversos tamanhos podendo ser caracterizados como fração inalável, torácica e respirável.

2.2.3 Influência da Temperatura e da Humidade

A temperatura e a humidade são dois fatores que, naturalmente, influenciam a concentração de partículas suspensas no ar (Han, Hu, & Qian, 2011). O clima em Portugal é quente e seco no verão e frio e húmido no inverno, uma vez que, vivemos num país com um clima temperado. A discussão

teria um relevo mais significativo se as amostragens que foram realizadas tivessem sido feitas num local exposto ao ar livre e não num local em que a discussão se centra no ar interior.

Estudos relacionados com a exposição ocupacional a partículas realizados no inverno e no verão mostram que os valores de exposição para ambas as frações de partículas, inaláveis e respiráveis, são maiores no inverno do que no verão (Aidoo, et al., 2018). Este estudo foi realizado em padarias e pastelarias em que a concentração de partículas de farinha, poeiras e aditivos são similares aquelas que existem numa fábrica de moagem de cereais.

Estes parâmetros não foram medidos ao longo da amostragem, mas foram constantes do início até ao fim do período em que foram realizadas, por essa razão, é possível admitir que não é uma condição que altera a fiabilidade dos resultados.

2.2.4 Equipamentos de Proteção Individual

Este subcapítulo tem como objetivo descrever os equipamentos de proteção individual utilizados pelos colaboradores na empresa em questão focando-se naquilo que é a proteção respiratória. Estes equipamentos atuam na proteção das vias pulmonares e do trato respiratório superior dos trabalhadores e tendo como objetivo calcular a sua atenuação na análise das amostragens realizadas a sua contextualização é importante e é discutida neste subcapítulo.

A Sociedade de Higiene e Tecnologia Alimentar assume que as orelhas, olhos e nariz de um trabalhador exigem proteção. Descrevem também, no seu relatório, que manusear ingredientes empoeirados, como a farinha, a utilização de uma máscara facial protegerá os pulmões da poeira inalada (The Society of Hygiene and Technology, 2009).

O guia de seleção de equipamentos do IPQ (Instituto Português da Qualidade), descreve que as máscaras são constituídas pelo próprio material filtrante e podem ter um formato plano ou moldado. A sua eficácia depende principalmente de dois fatores:

- A capacidade de se conseguir um bom ajuste facial;
- A eficácia do material filtrante para reter as partículas sólidas ou líquidas.

São uma opção a considerar em situações em que se pretenda proteção respiratória para uma tarefa de curta duração e/ou pontual, tendo ainda necessidades reduzidas de manutenção do equipamento. As máscaras autofiltrantes podem ter incorporadas, ou não, válvulas de exalação (Instituto Português da Qualidade, 2016).

Existem diversos tipos de máscaras de proteção que conferem diversos níveis de proteção. A nível europeu, a Norma Europeia de Respiradores (EN 149:2001) distingue três classes:

- FFP1- eficiência de filtração mínima de 80 %;
- FFP2- eficiência de filtração mínima de 94 %;
- FFP3- eficiência de filtração mínima de 99 %.

Para estes testes são usados agentes com um diâmetro aerodinâmico de massa mediana de 0,4 e 0,6 μm (Illes & Gordon, 2021).

Tal como é possível perceber os diâmetros da farinha, material que existe suspenso no ar no ambiente em questão, é superior aquele que foi utilizado no teste de eficiência de filtração das máscaras em questão tendo por essa razão uma eficiência ainda mais evidente.

Na Figura 7 encontram-se representados os diferentes tipos de máscaras autofiltrantes de acordo com o guia de seleção do Instituto Português da Qualidade.

Classe	Eficiência	Fuga total para o interior* (testada em laboratório)	Penetração no material filtrante (% máxima)	Exemplos
FFP1	Baixa	22 %	20 %	Algumas partículas metálicas; Poeiras de reboco; Poeiras de betão
FFP2	Média	8 %	6 %	Trabalhos com madeira; Terraplanagens; Pintura à pistola com tinta de base aquosa; Bolores, fungos
FFP3	Alta	2 %	1 %	Típico em trabalhos com produtos perigosos, como nas indústrias química, farmacêutica e papelreira; Vírus e bactérias; Serração; Substituição de filtros

Figura 7: Classificação dos aparelhos de proteção respiratória autofiltrantes

Fonte: Adaptado de (Instituto Português da Qualidade, 2016)

Tal como é possível perceber através da análise da Figura 7 as máscaras autofiltrantes possuem uma percentagem de eficácia que cresce desde as FFP1 até às FFP3.

De acordo com a norma Britânica EN529:2005, para uma adequada seleção das máscaras a usar deverá ser utilizado o Fator de Proteção Nominal (FPN) das peças faciais e dos filtros. Esse fator deve ser comparado com o Nível de Proteção Necessária (NPN), que expressa a relação entre as concentrações das contaminantes medidas nos locais de trabalho e os VLE aplicáveis a cada contaminante. Os FPN estão estabelecidos no Anexo C da norma EN 529:2005 (British Standard, 2005) conforme valores apresentados na Figura 8.

	FPN PARTÍCULAS		
	AUTOFILTRANTES	SEMIMÁSCARA	MÁSCARA COMPLETA
FFP1 / P1	4	4	5
FFP2 / P2	12	12	16
FFP3 / P3	50	48	1000

Figura 8: Fatores de proteção nominal para filtros de partículas

Fonte: Adaptado de (Instituto Português da Qualidade, 2016)

A Figura 8 mostra os diferentes níveis de FPN. É possível perceber que, podendo quantificar a concentração do contaminante químico da atmosfera de trabalho a que o trabalhador se encontra exposto, o cálculo do NPN deverá ser efetuado através da Equação 1:

$$NPN = \frac{\text{Concentração média medida no posto de trabalho}}{VLE \text{ das partículas}} \quad \text{Equação 1}$$

Calculando o NPN através da Equação 1 e comparando o valor com o FPN representado na Figura 8 é possível perceber que a máscara recomendada deve apresentar sempre um nível de FPN superior ao NPN obtido para assegurar a segurança do colaborador. Nos capítulos seguintes serão calculados e discutido os resultados obtidos.

Foi possível ter acesso às fichas técnicas das máscaras utilizadas pelos colaboradores da empresa em questão tendo como objetivo perceber o seu grau de atenuação face ao contacto com as poeiras e as misturas de poeiras. Essa informação encontra-se na Figura 9.

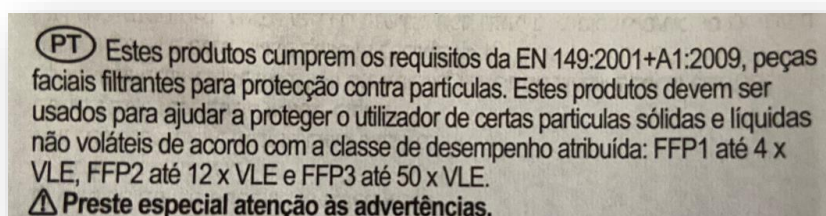


Figura 9: Ficha técnica de uma máscara filtrante FFP3 da marca 3M

Fonte: (3M, 2022)

Verifica-se, a partir da Figura 9, que a protecção das máscaras está relacionada com os valores limites de exposição para um qualquer contaminante tal como referenciado anteriormente pelo guia de seleção de máscaras do IPQ. Foi possível verificar que nos casos das partículas de farinha e poeiras esse valor conforme a norma 1796 de 2014 define é de $0,5 \text{ mg/m}^3$.

Na prática isto quer dizer que uma máscara FFP1 protege até 2 mg/m^3 da concentração num determinado local, a FFP2 até 6 mg/m^3 e a FFP3 até 25 mg/m^3 . As máscaras usadas no setor em questão são todas FFP3 e o exemplo da sua utilização encontra-se representado no Anexo IV.

2.3 Enquadramento Legal e Normativo

A segurança nos locais de trabalho constitui uma das principais preocupações sociais que impulsionaram a criação da legislação laboral. Esta preocupação em criar um enquadramento legal para todos os problemas que existiam em regime laboral focou-se essencialmente durante alguns anos na protecção da vizinhança deixando de parte os riscos derivados das instalações e dos estabelecimentos industriais. A prevenção como a conhecemos nos dias de hoje apareceu posteriormente (Miguel, 2014).

De alguns dos documentos normativos nacionais é possível realçar o Decreto-Lei nº 24/2012 que esclarece acerca das prescrições mínimas em matéria de protecção dos trabalhadores contra os

riscos para a segurança e saúde devido à exposição a agentes químicos no trabalho e a Lei nº 3 de 2014 que é o regime jurídico da promoção da segurança e da saúde no trabalho. São dois documentos legislativos gerais que são guiões para a criação de políticas a nível de segurança e higiene no trabalho em qualquer instalação ou estabelecimento industrial (Decreto-Lei nº 24/2012, 2012) (Lei n.º 3/2014, 2014).

De carácter também geral, tendo em consideração que a dissertação foi realizada em sede industrial a Portaria 53/71, de 3 de fevereiro é também muito importante. É uma portaria que aprova o Regulamento Geral de Segurança e Higiene no Trabalho nos Estabelecimento Industriais. É um documento que acompanhará a elaboração da dissertação já que algumas das referências poderão advir desse documento (Portaria 53/71, 1971).

A nível de terminologia associada à exposição dos locais de trabalho foi consultada a norma portuguesa NP EN 1540 de 2014 que especifica termos e definições relativos à apreciação da exposição a agentes químicos e biológicos nos locais de trabalho (NP EN 1540 , 2014). O objetivo do uso de referências desta norma é normalizar os conceitos assumindo à partida que sempre que forem utilizados conceitos específicos do problema que é a exposição ocupacional a agentes químicos e biológicos todas as referências foram consultadas na norma referenciada.

Por outro lado, aproximando-nos do problema em questão, o documento normativo mais importante naquilo que é a exposição a poeiras no local de trabalho é a NP 1796 de 2014. Esta norma estabelece os valores limites de exposição e os índices biológicos de exposição para substâncias nocivas existentes no ar dos locais de trabalho, expressas quer em mg/m^3 quer em ppm. É uma norma prática que permite comparar os valores da concentração encontrados através de amostragens em locais de trabalho com uma base legal. É, inclusivamente, uma norma que foi utilizada e referenciada ao longo desta dissertação na medida em que será utilizada como termo de comparação face aos resultados que serão obtidos na amostragem que foi realizada. Aqueles valores de referência, designados na presente Norma por “valores-limite de exposição”, são estabelecidos para cada agente químico identificado e constituem critérios do risco, no âmbito da avaliação do risco da exposição a agentes químicos (NP 1796:2014, 2014).

A parte prática da dissertação passará por uma fase de amostragem, com colheitas de partículas suspensas no ar que possam influenciar a saúde dos trabalhadores. A partir da pesquisa de bibliografia nesta área foi possível verificar que neste tipo de análises segue-se um guião descrito através da determinação laboratorial da quantidade de poeiras recolhidas, por gravimetria através do método NIOSH 0500:1994 (NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), Fourth Edition, 1994). Foi, por essa razão, um documento a ter em conta se for escolhido este método para analisar o contacto dos trabalhadores com as poeiras envolventes.

2.3.1 Valor Limite de Exposição- Farinhas e Poeiras

No caso prático da indústria de moagem de cereais foi tido como referência a substância “farinhas e poeiras (2001)”, já que não existe na norma, uma referência para a grande complexidade de

aditivos que são manuseados. Na Tabela 4, apresenta-se o valor limite de exposição e a base do VLE pela qual ele se rege.

Tabela 4: Valor de referência para a exposição
Fonte: Adaptado de (NP 1796:2014, 2014)

Substância		VLE			M _r	Base do VLE
Designação [Ano]	N.º CAS	MP	CD	Notação		
Farinhas, poeiras [2001]	—	0,5mg/m ³⁽¹⁾	—	SR	—	Asma; irritação do TRS; bronquite

I-Fração inalável

É possível verificar através da Tabela 4 que o valor limite de exposição para farinhas/poeiras é de 0,5 mg/m³ calculados com uma base de média ponderada, ou seja, para um dia de trabalho de 8 h e uma semana de 40 h. Tem em consideração partículas de farinha e poeiras dentro daquilo que é considerado fração inalável, tal como é possível perceber através da notificação. Verifica-se através da notação “SR” que, com base na norma, a substância analisada é caracterizada com uma substância que pode causar sensibilização respiratória tendo como base de VLE problemas já identificados anteriormente.

Os valores-limite de exposição seletivos por tamanho de partícula são expressos de três formas:

- Valor-limite de exposição para partículas inaláveis (VLE-PI), para os agentes que são potencialmente perigosos quando se depositam em qualquer região do trato respiratório;
- Valor-limite de exposição para partículas torácicas (VLE-PT), para os agentes que são potencialmente perigosos quando se depositam na região dos canais pulmonares e na zona de trocas gasosas;
- Valor-limite de exposição para partículas respiráveis (VLE-PR).

Ao longo da dissertação serão caracterizados os tipos de partículas que existem no setor em questão e sendo discutido o facto de serem as partículas inaláveis os tipos de partículas que serão quantificadas.

2.3.2 Valor Limite de Exposição para Misturas

A maioria dos valores-limite de exposição (VLE) são desenvolvidos para uma única substância química. Contudo o ambiente de trabalho é muitas vezes composto por diversas substâncias originando exposições múltiplas, quer simultânea quer sequencialmente (NP 1796:2014, 2014). O Anexo E da presente norma esclarece acerca do cálculo de um valor limite de exposição para misturas, condição que existe num dos locais de trabalho amostrados.

Na Equação 2 é apresentada a fórmula de cálculo para perceber se o Valor limite de Exposição de um determinado local de trabalho com a existência de misturas de contaminantes, ultrapassa o VLE.

$$\frac{C_1}{VLE_1} + \frac{C_2}{VLE_2} \dots + \frac{C_n}{VLE_n} > 1 \quad \text{Equação 2}$$

onde:

C_n concentração atmosférica encontrada para o agente n

VLE_n valor-limite de exposição correspondente ao agente n

então o VLE para essa mistura quando superior a 1 é considerado excedido

As informações recolhidas na empresa mostram que não é apenas a farinha e poeiras que os colaboradores estão sujeitos, essencialmente, na zona de mistura e preparação de aditivos. Como referido anteriormente os aditivos utilizados na mistura e preparação de diferentes referências alimentares encontram-se suspensos no ar, apresentando diâmetros inferiores aos da farinha.

O conhecimento científico e a consulta das normas irão mostrar que apesar de se saber à partida que existe um número elevado de aditivos presentes nos locais de trabalho, a sua quantificação nem sempre é fácil de ser realizada. A Norma Portuguesa não esclarece em relação a aditivos alimentares tão específicos como aqueles que existem na indústria da moagem de cereais e, por essa razão, será um assunto que será abordado apenas teoricamente.

2.4 Nível de Ação

Segundo a *Ocupational Safety and Health Administration* (OSHA) o nível de ação corresponde a metade do valor limite de exposição- média ponderada e é o valor, a partir do qual, se devem tomar medidas de controlo das atmosferas perigosas (Miguel, 2014). Essa informação encontra-se exemplificada na Tabela 5.

Tabela 5: Nível de Ação

Fonte: (Miguel, 2014)

Nível de Ação	Nível de Ação para Farinha, Poeiras (2001)	Medidas de Ação
$\frac{\text{Concentração}}{VLE - MP} < 0,5$	$\text{Concentração} < 0,25$	A situação existente não provoca riscos assinaláveis para os trabalhadores.
$0,5 < \frac{\text{Concentração}}{VLE - MP} < 1$	$0,25 < \text{Concentração} < 0,5$	A situação existente poderá causar riscos de exposição profissional aos trabalhadores da zona de trabalho. Recomenda-se o controlo médico periódico destes trabalhadores.
$\frac{\text{Concentração}}{VLE - MP} > 1$	$\text{Concentração} > 0,5$	A situação existente é de risco. Deverá ser feito o controlo médico regular dos trabalhadores expostos, bem como a adoção de medidas organizacionais de modo a obter: $\text{Concentração} < 0,5$

Tal como é possível verificar na Tabela 5 o nível de ação é um referencial que é utilizado para estudar a gravidade da exposição ocupacional de um determinado local de trabalho e, consequentemente, a perigosidade associada à saúde ocupacional de um trabalhador. Foi um dos parâmetros avaliados depois de analisar as amostragens aos locais de trabalho na indústria em questão.

2.5 O Tabagismo e as consequências na regeneração dos pulmões

São diversos os fatores que influenciam os efeitos das partículas inaladas, desde logo as suas propriedades. Normalmente o seu tamanho é o fator crítico, pois é aquele que determina onde estas se vão depositar no sistema respiratório humano como foi possível perceber em subcapítulos anteriores. Por outro lado, a sua composição química é também um fator relevante porque algumas substâncias podem destruir os cílios que os pulmões têm para as remover e, por último, os hábitos tabagistas podem alterar a capacidade que os pulmões têm para se auto regenerarem. É neste último ponto que este subcapítulo se irá focar.

De acordo com estudos realizados no Egito, foi possível observar que os trabalhadores que fumam cigarros diariamente têm uma capacidade pulmonar muito abaixo daquilo que é normal e expectável. Nestes estudos foram realizados testes espirométricos, que são testes médicos que avaliam parâmetros como a força vital de expiração e o volume expirado num segundo (Hamdy, Mona, & Raafat, 2013).

São conhecidos os malefícios do tabaco e a influência que têm no decréscimo da capacidade respiratória de um ser humano. Em casos em que os trabalhadores estão constantemente sujeitos à exposição de partículas no ar não existe regeneração pulmonar durante o seu turno de trabalho e não existirá após esse turno pela inalação de substâncias presentes no tabaco (Said, AbdelFattah, & Almawardi, 2017).

2.6 Conhecimento científico

A pesquisa realizada para a elaboração da dissertação teve por base a metodologia de revisão sistemática referenciada pelo “*PRISMA Statement*” (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) de novembro de 2021 a janeiro de 2022 numa primeira fase e numa última fase de março a maio de 2022.

2.6.1 Palavras-Chave

Recorreu-se a duas bases de dados essenciais e bastante conhecidas como fonte de artigos científicos, a *Scopus* e a *Science Direct*. Como ponto de partida foi necessário, no âmbito do tema da dissertação, escolher palavras-chave que se adequassem ao tema, e as palavras escolhidas foram as seguintes:

- 1º Combinação- *Flour; dusts; Milling Industry;*

- 2º Combinação- *Occupational Exposure; dusts; Milling Industry;*
- 3º Combinação- *Occupational Exposure; dusts; Cereals;*
- 4º Combinação- *Sampling; particles; Milling Industry*

A escolha de palavras-chave é importante para estreitar a pesquisa permitindo que se encontre os artigos científicos que mais se adequam aos objetivos propostos.

Sendo esta dissertação relativa a um caso de estudo a presença de referências associados à indústria transformadora de cereais foi essencial para permitir encontrar artigos que pudessem apresentar problemas ocupacionais em tudo semelhantes aos encontrados neste espaço. A combinação das palavras-chave e das expressões procuradas encontra-se representado na Figura 10.

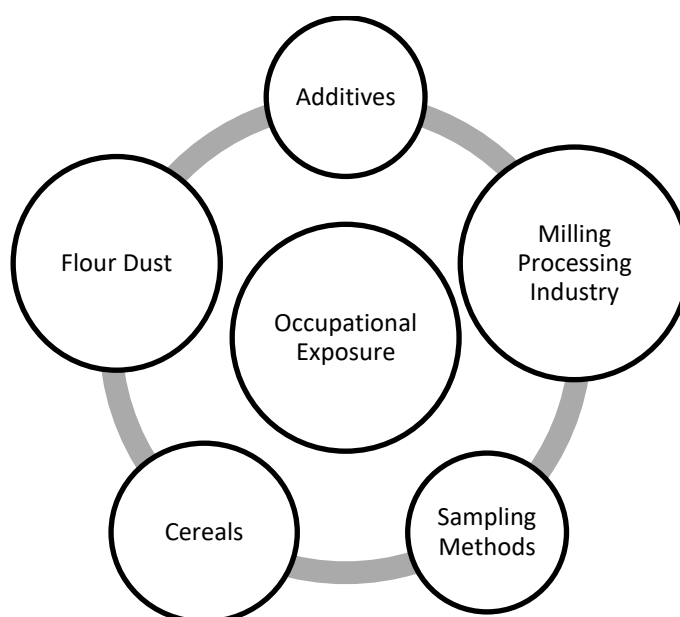


Figura 10: Combinação de Palavras-Chave e Expressões

Através da Figura 10 é possível perceber que todas as palavras-chave se centraram sobre as palavras “*Occupational Exposure*” assim como “*Milling Processing Industry*”.

2.6.2 Critérios de Exclusão

Os critérios de exclusão utilizados nas duas bases de dados permitiram eliminar documentos que não obedeciam às questões seguintes:

- Data – de 2002 a 2020;
- Tipo de documento – Artigo;
- Tipo de fonte – Revista;
- Idioma – Português e Inglês;
- Área Científica – Engenharia, Medicina, Saúde e Segurança
- Off Topic – Aqueles artigos que eram demasiado específicos ou que à partida não se enquadravam no assunto pretendido, essencialmente, aqueles em que se focavam nas

consequências em termos da medicina ocupacional para o trabalhador com termos enquadrados na área da medicina respiratória.

2.6.3 Construção do PRISMA

Na totalidade foram encontrados cerca de quatro mil seiscentos e cinquenta e um artigos científicos com as palavras-chaves anteriormente descritas. Essa informação encontra-se disponibilizada na Tabela 6:

Tabela 6: Quantidade de artigos excluídos por critérios

Data	Tipo de Documento	Tipo de fonte	Idioma	Fora do Tópico
4000	116	2	38	486

Da totalidade dos artigos analisados e excluídos foi possível definir a totalidade dos resultados que seguiram para análise. Tal informação encontra-se na Tabela 7.

Tabela 7: Quantidade de artigos encontrados, excluídos, selecionados e repetidos

Total de artigos encontrados	Totalidade de artigos excluídos	Total de artigos selecionados
4651	4642	16

Sendo o problema tratado na Dissertação um caso de estudo da exposição ocupacional na indústria transformadora de cereais, o objetivo com a utilização do método PRISMA foi encontrar artigos científicos que descrevessem o problema ocupacional no setor industrial em questão. Essa análise fez com que fosse possível encontrar dezasseis artigos.

Por outro lado, foi possível perceber através da construção do modelo PRISMA que foram utilizadas diversas normas do sistema ISO e livros técnicos para justificar o conhecimento científico associado ao tema em questão.

Da pesquisa bibliográfica resulta o diagrama PRISMA, que se encontra representado na Figura 11.

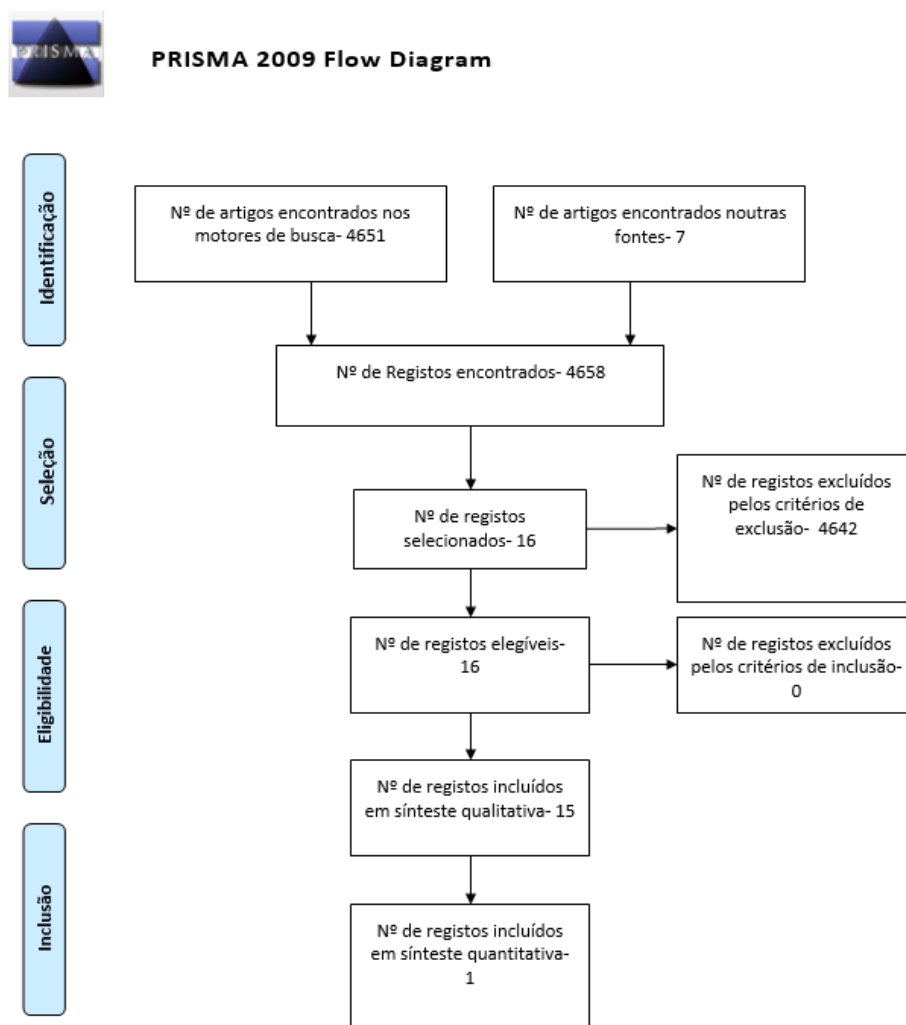


Figura 11: Diagrama baseado no PRISMA
 Fonte: (Ottawa Hospital Research Institute)

É possível perceber que a recolha de artigos científicos foi numerosa e que incluiu diversas fontes das duas bases de dados referenciadas tendo chegado a um resultado de dezasseis artigos científicos, quinze incluídos na análise qualitativa e um incluído na análise quantitativa. Os sete artigos recolhidos noutras fontes foram essencialmente teses de mestrado, doutoramento e livros técnicos que fortaleceram o conhecimento em técnicas de amostragem de partículas suspensas no ar.

2.6.4 Resumo de Artigos Consultados

A diversidade de artigos consultados incluiu temas como a exposição ocupacional a poeiras em diversos espaços físicos, estudos realizados no terreno de forma a estimar as consequências da saúde dos trabalhadores industriais assim como técnicas de amostragem de partículas e a sua influência da deposição tendo em conta diferentes condições de temperatura e humidade. A sistematização dessa informação encontra-se disponível na Tabela 8.

Tabela 8: Tabela síntese de conhecimento científico pesquisado

Autores	Publicado	Exposição Ocupacional	Doenças Ocupacionais	Indústria de Cereais	Partículas	Técnicas de Amostragem
Alberto Sérgio S.R. Miguel & J. Francisco Vasconcelos (2014)	-Livro- Porto Editora	X	X		X	X
Agata Stobnicka & Rafał L. Górny (2015)	“International Journal of Occupational Safety and Ergonomics”	X		X		X
D.Talini, et.al (2002)	Livro “Respiratory Medicine”	X	X	X		
Kunio Dobashi, et al. (2020)	“Allergology International”		X			
Zemachu Ashuro Lagiso, et al. (2020)	“BMC Public Health”	X		X	X	
Abhay Patwa, et al. (2014)	“American Society of Agricultural and Biological Engineers”			X	X	
Xiaping Fua, et al. (2021)	“Biosystems Engineering”			X	X	
Suresh D. Sakhare el al. (2013)	“Association of Food Scientists & Technologists”		X		X	
Luis F. Pieretti, et al. (2018)	“Toxicology Reports”	X				X
Adel Mohammed Said et al. (2017)	“Egyptian Journal of Chest Diseases and Tuberculosis”	X		X		
Yunlong Han el al. (2011)	“Chemical Engineering Research and Design”				X	
Estelle Mounier-Geyssant et al. (2007)	“BMC Public Health”	X		X	X	
Henry Aidoo, et al. (2013)	“Journal of Agricultural and Food Chemistry”	X				X
Iraj Khodadadi et al. (2011)	“Journal of Occupational Health”	X		X		
Abdollah Gholami el al. (2018)	“Asian Journal of Pharmaceutics ”	X	X	X		X
N. Krishna Dewangan et al. (2014)	“The Annals of Occupational Hygiene”	X	X	X		X
A. Mohammadien Hamdy el al (2013)	“Egyptian Journal of Chest Diseases and Tuberculosis”	X		X		

É possível perceber através da análise da Tabela 8 que foi dada uma especial atenção à exposição ocupacional na indústria transformadora de cereais, sendo um tema praticamente referenciado em todos os artigos selecionados.

É um tema que, a nível nacional, não se encontra suficientemente sustentado por artigos científicos sendo uma limitação para a comparação com a realidade portuguesa, mas sendo, ao mesmo tempo, uma oportunidade para o enriquecimento técnico/científico português. Na Tabela 9 encontra-se um pequeno resumo sobre alguns livros/artigos referenciados.

Tabela 9: Resumo por artigo/livro

Autores	Resumo
Alberto Sérgio S.R. Miguel & J. Francisco Vasconcelos (2014)	Um manual de segurança e higiene do trabalho escrito na língua nacional;
Agata Stobnicka & Rafał L. Górny (2015)	Um artigo científico que resume as características das poeiras da farinha, as consequências da saúde ocupacional das pessoas que contactam com este tipo de partículas, assim como métodos de amostragem e medidas preventivas para o problema em questão.
D.Talini, et.al (2002)	Um artigo científico que descreve conclusões importantes em relação às causas e à prevenção da asma ocupacional como doença profissional diagnosticada em trabalhadores expostos à poeira da farinha. Conclui que um diagnóstico precoce pode permitir uma remoção precoce do agente agressor e, possivelmente, um melhor prognóstico da asma ocupacional.
Kunio Dobashi, et al. (2020)	Um guia realizado no Japão cujo objetivo é gerir as doenças alérgicas ocupacionais no Japão.
Zemachu Ashuro Lagiso, et al. (2020)	Um estudo recente de campo que compara diferentes aspetos e locais de exposição de trabalhadores do setor da indústria dos cereais. O objetivo deste estudo foi avaliar a prevalência de sintomas respiratórios crónicos, a função pulmonar e os fatores associados entre trabalhadores da indústria transformadora de cereais. Este estudo sugeriu que métodos de redução e controle da exposição à poeira dos trabalhadores em fábricas de farinha precisam ser implementados
Abhay Patwa, et al. (2014)	Um trabalho científico que mostra que o método mais comum usado para a análise do tamanho das partículas de farinha de trigo na indústria de moagem de cereais é um agitador por camadas.
Xiaping Fua, et al. (2021)	Um estudo em relação ao tamanho de diferentes tipos de partículas. Mostra que a dimensão de diferentes tipos de partículas afeta a profundidade da penetração da luz.
Suresh D. Sakhare el al. (2013)	Um artigo científico que compara o tamanho das partículas da farinha de trigo com o seu grau de qualidade alimentar.
Luis F. Pieretti, et al. (2018)	Técnicas de amostragem de poeiras recorrendo a uma câmara de exposição. É realizada uma análise ao comportamento do corpo humano face a esta exposição química.
Adel Mohammed Said et al. (2017)	Um artigo científico que resume as consequências na saúde dos trabalhadores face à exposição ocupacional a poeiras orgânicas de farinha. A influência na capacidade respiratória dos trabalhadores industriais é também discutida.
Yunlong Han el al. (2011)	Um caso-estudo realizado para descrever a forma de afetação da temperatura e da humidade na deposição de partículas.
Estelle Mounier-Geyssant et al. (2007)	Este estudo descreve os níveis de exposição de aprendizes de padaria e confeitaria ao pó de farinha. Existe a descrição de um caso de estudo mostrando a influência da humidade e da temperatura nos trabalhadores.
Henry Aidoo, et al. (2013)	Este estudo teve como principal objetivo criar uma matriz de informação acerca da exposição ocupacional a partículas em trabalhadores de padarias. É possível analisar um capítulo em relação à amostragem de poeiras inaláveis no ar que sustentou a escolha do método de amostragem por bomba de sucção.

Iraj Khodadadi et al. (2011)	Este estudo teve como objetivo determinar as concentrações de poeiras respiráveis de farinhas e gliadina, em trabalhadores expostos de fábricas de moagem de cereais em Hamadan, no Irão.
Abdollah Gholami et al. (2018)	Mais um estudo de campo, de avaliação de exposição a poeiras numa fábrica de moagem de cereais.
N. Krishna Dewangan et al. (2014)	Um estudo de campo, de avaliação de exposição a poeiras numa fábrica de moagem de cereais no Nordeste da Índia.
A. Mohammadien Hamdy et al (2013)	Um artigo que resume as consequências na saúde dos trabalhadores face à exposição ocupacional a poeiras orgânicas de farinha. A influência na capacidade respiratória dos trabalhadores industriais é desenvolvida com o uso de questionários a diferentes tipos de trabalhadores. É efetuada uma análise aos trabalhadores que sofrem do vício do tabagismo e são comparados os resultados espirométricos que avaliam a saúde respiratória dos trabalhadores.

O Manual de Segurança de Higiene no Trabalho do Professor Alberto Sérgio S.R. Miguel foi um livro que ajudou a delinear a estrutura da dissertação e, apesar de não ser um artigo selecionado pelo método PRISMA, foi um referencial que deve ser evidenciado.

Os artigos referenciados dos autores Agata Stobnicka & Rafał L. Górny (2015) e D. Talini, et.al (2002) foram utilizados naquilo que é a introdução geral do tema da exposição química a partículas na indústria em questão e permitiram ajudar a definir os locais de amostragem na indústria da moagem de cereais tendo em conta o maior nível de exposição.

A saúde ocupacional e os problemas respiratórios associados a esta exposição são um tema que é referenciado em diversos artigos recentes como o do/s autor/es Adel Mohammed Said et al. (2017) e o do/s autores A. Mohammadien Hamdy et al (2013). Por outro lado, foi um tema referenciado em alguns tópicos da dissertação, mas que não foi exaustivamente mencionado visto que não é um objetivo do trabalho entrar no campo da medicina ocupacional e estudar as consequências da exposição para o trabalhador a longo prazo.

A pesquisa bibliográfica não se focou em norma técnicas pois a nível nacional elas estão bem referenciadas para o problema ocupacional em questão, essencialmente ao nível dos valores limites de exposição a partículas e ao método geralmente usado para amostrar ar contaminado por este poluente. No entanto foi possível perceber, por exemplo, através do artigo do/s autor/es Luis F. Pieretti, et al. (2018) técnicas de amostragem equivalentes e estudos gerais a resposta do corpo humano a estas agressões.

Em relação ao tamanho das partículas foi possível perceber através de um artigo do/s autor/es Henry Aidoo, et al. (2013) que as partículas que existem me padarias (idênticas às que existem na indústria de moagem de cereais) se enquadram no campo das inaláveis e que serão nessas partículas em que a análise se deve focar.

Uma consideração que foi possível obter ao longo da pesquisa bibliográfica é que existem bastantes casos de estudo da exposição ocupacional e das consequências na saúde ocupacional de trabalhadores industriais em países como a África do Sul, Egito e Irão, de grosso modo, continentes onde existem países em desenvolvimento. Alguns artigos foram mencionados ao longo da dissertação, principalmente, por darem informações acerca dos valores médios amostrados em colheitas de ar em trabalhadores industriais. No entanto, é possível perceber que são países com condições de trabalho bastante diferentes daquelas que existem em território nacional e mesmo na

Europa logo a consulta dos dados deve ter este fator em conta. Ainda assim, foi a bibliografia encontrada com a aplicação do método *PRISMA* que se tornou bastante útil na sensibilidade obtida na discussão dos valores de concentração obtidos no caso de estudo em questão.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A parte prática desta dissertação envolve a amostragem de partículas no ar em contexto laboral. Essa atividade não seria possível sem a ajuda e disponibilização de equipamento por parte do LNEG (Laboratório Nacional de Energia e Geologia), que, em parceria com a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), disponibilizou equipamento que permitiu realizar diversas amostragens na empresa entre os dias 9 e 27 de maio de 2022.

O objetivo principal da amostragem é recolher amostras de ar, representativas do ar inalado pelos trabalhadores, por amostragem pessoal utilizando para isso uma bomba aspirante colocada no trabalhador, que recolhe amostras de ar na sua zona de respiração durante um período previamente definido.

Neste capítulo serão descritos os materiais e a metodologia que foi definida para a amostragem das colheitas de ar na zona das misturas de aditivos com farinhas e do ensaque das farinhas.

3.1 Materiais e Métodos

A caracterização quantitativa de pó de farinha, alergénios e/ou aditivos é, geralmente, realizado com base na amostragem de ar ou poeira recorrendo a bombas de sucção de ar (Stobnicka & L. Górný, 2015). Uma empresa de consultoria em higiene ocupacional, no Canadá, realizou uma amostragem por turnos tendo como objetivo a colheita da poeira total ou inalável em padarias onde são predominantes as poeiras de farinha. Apenas a fração inalável das poeiras foram recolhidas usando uma bomba de amostragem com caudal de 2 L/min e um filtro de cloreto de polivinilo (PVC). A análise foi realizada por uma indústria americana e por um laboratório credenciado pela “Hygiene Association” (Aidoo, et al., 2018).

Partindo destes pressupostos o objetivo foi descobrir um método acreditado que descrevesse a forma de recolher amostras significativas de ar e poeira.

O método NIOSH 0500:1994 foi o método utilizado. Foi um método usado por empresas subcontratadas de segurança e higiene ocupacional na empresa e numa primeira análise das partículas existentes foi o método escolhido. É um método inespecífico e determina a concentração de poeiras totais à qual um trabalhador está exposto usando como principal técnica a gravimetria (NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), Fourth Edition, 1994).

O método NIOSH 0500:1994 define uma quantidade limitada de materiais que devem ser utilizados tanto na fase de amostragem de material particulado como na fase de pesagem dos filtros.

- Cabeça de Amostragem constituída por filtros de PVC de 37 mm;
- Membrana de tamanho de poro de 2 a 5 µm ou filtro hidrofóbico equivalente e almofada de suporte no porta-filtro cassete de 37 mm;
- Bomba de amostragem pessoal, 1 a 2 L/min, com tubulação de conexão flexível;
- Microbalança, capaz de pesar até 0,001 mg;

- Neutralizador estático: por exemplo, Po-210;
- Pinça (de preferência nylon);
- Câmara ambiental ou espaço para equilíbrio (por exemplo, $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $50\% \pm 5\% \text{ RH}$).

Nas figuras 12 e 13 é possível ver alguns dos equipamentos principais utilizados.



Figura 12: Amostrador Pessoal (à esquerda e ao centro) e Calibrador (à direita)



Figura 13: Porta Filtro de 37 mm

Nas Figuras 12 e 13 é possível visualizar alguns dos equipamentos usados. A bomba de amostragem em conjunto com o porta filtro foi colocado em contacto com o trabalhador durante o período de amostragem. Por outro lado, o calibrador foi usado no início e no fim de amostragem para inquirir acerca dos valores do caudal de sucção.

Este método descreve que depois da recolha do material particulado é possível determinar a nível laboratorial a quantidade de poeiras totais recolhidas, por gravimetria sob determinadas condições de medição e pesagem. A pesagem é realizada ao filtro virgem sem qualquer tipo de material e depois da amostragem esse filtro é pesado com o material recolhido, a diferença dos dois é o peso das partículas recolhidas.

O método obriga a determinadas condições de amostragem que serão descritos de seguida.

- Caudal de Sucção: 1 a 2 L/min;
- Volume mínimo recolhido: 7 L
- Volume máximo recolhido: 133 L

Nesta fase, uma vez mais, a consulta de bibliografia foi importante para inquirir acerca do caudal que deve ser imposto à bomba de sucção de forma a poder ter uma amostragem exemplificativa daquilo que é o problema ocupacional que se tenta auferir.

A capacidade pulmonar total de um ser humano com um ciclo de respiração normal pode variar dos 4 aos 6 L/min, uma quantidade bastante acima daquilo que é proposto pela norma (Kreider, 2010). Indivíduos em esforço têm maiores necessidade de ar muito acima do valor referido e que pode atingir em casos extremos os 110 L/min. Por essa razão, poder-se-á dizer que em médio um indivíduo em 8 horas de trabalho coleta 2 800 litros de ar e pode atingir trocas gasosas de ar nos pulmões de até 50 000 litros (Tecnitel, 2019).

É importante que tendo como principal objetivo simular as condições de respiração normal dos trabalhadores industriais se imponha no caudal de sucção da bomba máximo face ao estabelecido pelo método.

As calibrações das bombas de sucção foram realizadas no LNEG antes e após as amostragens. Os dados apresentam-se na Tabela 10, 11 e 12.

Tabela 10: Calibração das bombas usadas no Local: Zona de Mistura de Aditivos

Nº de filtro	Calibração (Valores médio) (L/min)			Caudal Médio (L/min)
	Início	Fim	Critério de Aceitação (%)	
15/22	2,0503	2,0496	0,034	2,0500
16/22	2,0270	1,9764	2,500	2,0017
17/22	1,9956	1,9803	0,768	1,9880
18/22	1,9956	1,9803	0,768	1,9880

Tabela 11: Calibração das bombas usadas no Local: Ensaque de Usos Industriais- Farinha a Simples

Nº de filtro	Calibração (Valores médio) (L/min)			Caudal Médio (L/min)
	Início	Fim	Critério de Aceitação (%)	
9/22	2,0297	2,0286	0,053	2,0292
10/22	2,0096	2,0036	0,297	2,0066
11/22	2,0138	1,9766	1,846	1,9952

Tabela 12: Tabela 9: Calibração das bombas usadas no Local: Ensaque de Usos Industriais- Farinha Aditivada

Nº de filtro	Calibração (Valores médio) (L/min)			Caudal Médio (L/min)
	Início	Fim	Critério de Aceitação (%)	
12/22	2,0424	2,0348	0,370	2,0386
13/22	1,9963	1,9936	0,135	1,9949
14/22	2,0293	2,0228	0,317	2,0261

É possível perceber através da análise das Tabelas, 10,11 e 12 que o caudal médio imposto a todas as bombas de sucção se aproxima daquele que foi proposto pelo método e foi esse que foi considerado no cálculo das concentrações médias a que todos os trabalhadores estiveram expostos.

O método NIOSH aconselha a que a diferença entre a calibração final e a calibração inicial não seja superior a 5% isto para que se possa admitir que um dos aspetos técnicos da amostragem, o caudal de sucção, seja uniforme durante toda a amostragem. Tal premissa foi respeitada tal como se pode perceber através da análise das Tabelas 10,11 e 12.

As pesagens dos filtros com e sem amostra foram realizados no LNEG e os resultados encontram-se representados no Anexo V e VI. O controlo de qualidade do método é também garantido através da diferença de pesos dos filtros brancos, que se supõe e espera, sem qualquer tipo de amostra. Foram efetuadas 5 amostragens denominadas brancos de campo coincidentes com os 5 dias de amostragens que foram realizadas na empresa. Foi necessário 4 deslocações ao LNEG para calibrações iniciais ou finais das bombas de amostragem usadas e, por essa razão, foram também usados 4 brancos de laboratório coincidentes com os 4 momentos de calibração. Este é um dos parâmetros a serem respeitados em relação à norma técnica, tal informação encontra-se representado no Anexo VII deste relatório.

O objetivo do método é obter a concentração de poeiras a que um trabalhador está exposto e para isso é necessário realizar o cálculo expresso na Equação 3.

$$C = \frac{(W_2 - W_1) - (B_2 - B_1)}{V} \times 10^3 \quad \text{Equação 3}$$

W_1 = tara do filtro antes da amostragem (mg);

W_2 = peso pós-amostragem do filtro contendo amostra (mg);

B_1 = peso médio da tara dos filtros em branco (mg);

B_2 = peso médio pós-amostragem dos filtros em branco (mg);

V = Volume de amostragem (L);

C = Concentração (mg/m³).

3.2 Amostragem

Neste subcapítulo serão descritos os fatores essenciais a considerar no desenvolvimento de uma estratégia de amostragem assim como as zonas escolhidas para a realização das amostragens na empresa em questão.

São quatro os fatores práticos que devem ser tidos em conta aquando da seleção dos locais de amostragem (Miguel, 2014):

- A localização;
- O tipo e a duração da amostragem;
- A altura em que se deve proceder a essas colheitas;

- O número respetivo.

Já a nível teórico são cinco as condições que devem ser tidas em conta aquando da realização da amostragem:

- Caudal de sucção da bomba;
- Tempo de amostragem;
- Tipo de Equipamento;
- Operador;
- Tarefa.

O tempo de amostragem e o caudal de sucção da bomba são os referidos pelo método e os possíveis tendo em conta a duração das tarefas. O tipo de equipamento escolhido como referido foram bombas de sucção. A amostragem foi executada durante o normal período de funcionamento da unidade industrial, nas condições consideradas como normais para o desenvolvimento da atividade. As tarefas realizadas durante o período de amostragem representam tarefas típicas para essa categoria de trabalho.

As medidas de controlo durante a amostragem são as normalmente mantidas, nomeadamente o uso de máscara autofiltrante FFP3.

O operador responsável pelas amostragens foi sempre o mesmo, por essa razão, o erro inerente ao processo de amostragem é constante.

É possível admitir, tendo em conta o descrito anteriormente, que as únicas condições que podem variar são as tarefas que os trabalhadores realizam. Ainda assim todos os trabalhadores foram instruídos em realizar a tarefa que estava a ser amostrada para que fosse possível ter uma amostra significativa da tarefa que se pretendeu amostrar.

3.2.1 Localização

A decisão dos locais de amostragem é coerente com os artigos descritos na introdução deste trabalho que assume como as áreas de ensaque de farinha e transporte as zonas onde há uma maior probabilidade de existir uma concentração de partículas no ar (Talini, et al., 2002). Para além disso, a partir de informações recolhidas na empresa foi possível perceber que os técnicos de segurança e higiene no trabalho subcontratam empresas que fazem medições de partículas suspensas no ar. Nessas ocasiões são discutidas as zonas onde é expectável que exista uma concentração de partículas no ar mais elevada que possam estar em contacto com os trabalhadores.

Sendo este trabalho académico e a disponibilidade de amostragem limitada serão realizadas amostragens em três locais diferentes, localizados na Figura 14.

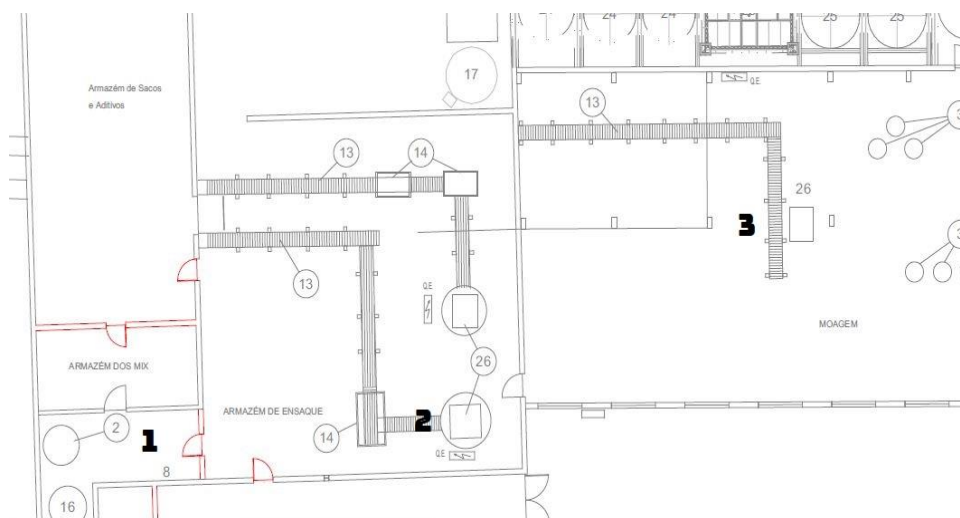


Figura 14: Zonas propostas para a amostragem

Tal como se verifica na planta representada na Figura 14 os locais onde se procedeu à amostragem. Situam-se no Rés-do-Chão da fábrica e todos os espaços são separados por divisões sólidas não sendo expectável que as partículas suspensas no ar se misturem entre os diversos locais de trabalho amostrados.

É expectável que através da análise das Figuras 15,16 e 17 se consiga perceber as condições de trabalho de ao mesmo tempo as condições da amostragem realizada.

- **1- Zona de mistura de aditivos;**



Figura 15: Zona da Mistura de Aditivos

Na Figura 15 verifica-se uma zona de preparação de misturas onde numa parte do dia (2 a 3 horas), os trabalhadores realizam pesagens e misturas de diversos aditivos com farinha para criar um número de mais de 50 tipos de referências alimentares. A receita é seguida através de um *tablet* ou um painel de visualização e as pesagens são realizadas com o auxílio de duas balanças diferentes, uma com um limite de 5 Kg para aditivos mais leves e uma outra de 25 kg para aditivos mais pesados.

Tal como é possível verificar na Figura 15 existe uma tubagem de aspiração localizada cujo objetivo é mitigar a exposição a partículas dos trabalhadores que contactam com este tipo de substâncias. A amostragem foi realizada com a ventilação desligada para além de ser prática comum a ventilação estar ligada. O objetivo foi amostrar partículas suspensas no ar na condição mais desfavorável de um determinado local de trabalho.

- **2- Zona de ensaque de usos industriais- Farinha simples;**



Figura 16: Zona de ensaque de farinha para usos industriais- Farinha Simples

Na Figura 16 verifica-se a zona de ensaque de farinha para usos industriais- farinha simples. Trata-se de um local de trabalho onde o trabalhador, de forma manual, coloca sacos de farinha de 25 Kg nas bocas de ensaque, fazendo assim com que os sacos rodem e sejam cheios com farinha. É um posto de trabalho com uma exposição moderada a partículas, no entanto, o facto de não existir qualquer tipo de aspiração faz como que seja um local de amostragem importante.

- **3- Zona de ensaque de usos industriais- Farinha aditivada**



Figura 17: Zona de ensaque de farinha para usos industriais- Farinha Aditivada

Na Figura 17 verifica-se mais uma zona de ensaque desta vez de farinha aditivada para usos industriais. A farinha que é pesada e misturada na zona de preparação de aditivos é encaminhada para o 4º andar da fábrica onde segue num misturador até à boca de ensaque, como se pode verificar na figura. O colaborador, também aqui, coloca os sacos vazios de diferentes quantidades na boca de ensaque e aciona um pedal que faz com que a farinha seja encaminhada para dentro do saco.

Para além de ser um local onde existe poeiras de farinha, existem também poeiras de aditivos alimentares e a boca de ensaque não está preparada para ensacar diferentes quantidades de sacos. A boca de ensaque foi montada para ensacar sacos de 25 Kg, mas, usualmente, é usada para ensacar sacos de 5 Kg. Foi possível perceber que, nestas situações, a dispersão de poeiras no ar é bastante elevada e, uma vez mais, não existindo uma aspiração local torna-se um posto de trabalho relevante para ser amostrado.

3.2.2 O tipo e a duração da amostragem;

Tendo como imposição do método o caudal de amostragem de 2 L/min e volume máximo de 133 L de amostra, é possível perceber que o tempo de amostragem máximo é 67 minutos.

As informações obtidas através dos profissionais da empresa e a própria experiência do autor em relação às atividades desenvolvidas pelos operadores foram dois aspetos importantes no acompanhamento das tarefas realizadas pelos trabalhadores. É importante que a duração da amostragem seja equivalente à atividade que se quer amostrar e, por essa razão, os colaboradores escolhidos para realizar a amostragem mantiveram-se a fazer a mesma atividade aproximadamente durante 60 minutos.

3.2.3 A altura em que se deve proceder a essas colheitas

Os operadores do ensaque dos usos industriais realizam, na grande maioria do seu dia, a mesma atividade, o ensaque de farinha. Podia-se, por essa razão, utilizar um amostrador estacionário adequado para quando os trabalhadores estão maioritariamente posicionados num único local (Miguel, 2014). Por outro lado, os operadores que estão responsáveis pela mistura dos aditivos realizam esta atividade apenas durante a pequena parte do seu dia, visto que, durante o resto do dia estão a fazer outras atividades como ensaque de farinha e transporte de misturas.

Tendo disponíveis bombas de sucção e amostradores pessoais como porta-filtros foram utilizados esses equipamentos para fazer todas as amostragens. Na Figura 18 apresenta-se uma das cabeças de amostragem (cassete de 3 corpos) utilizado nas bombas de amostragem utilizadas.



Figura 18: Amostrador pessoal com porta-filtros

Fonte: (ASA: Instrumentos de medição)

Na Figura 18 é possível verificar um dos equipamentos utilizados para a amostragem do ar aspirado nos locais de trabalho.

Os momentos de amostragem foram decididos consoante as atividades de cada colaborador nos três setores distintos. De quinze em quinze minutos foram realizadas visitas para perceber se a amostragem estava a correr conforme planeado, essencialmente naquilo que é o bom funcionamento das bombas de sucção e na localização exata dos colaboradores.

3.2.4 Quantidade de amostras

A quantidade de amostras a colher é extremamente importante, pois está relacionada com a confiança que é depositada no valor estimado da concentração de um contaminante (Miguel, 2014). Esta variável foi discutida com a orientadora da dissertação e foi decidido que iriam ser realizadas três amostragens em cada local.

A amostragem foi realizada em contexto industrial com o conhecimento de todos os responsáveis e profissionais envolvidos. Sendo limitada a disponibilidade para realizar as amostragens foram escolhidos três dias distintos para a realização das amostragens em todos os locais amostrados que se pretendia avaliar.

Da Tabela 13 constam as informações relativas a todas as amostragens realizadas na empresa.

Tabela 13: Data, local e caudal médio de cada amostragem.

Referência da Amostra	Data da Colheita	Local de amostragem	Caudal médio (L/min)
9/22	09/05/2022	Ensaque 2	2,0292
10/22	11/05/2022	Ensaque 2	2,0066
11/22	13/05/2022	Ensaque 2	1,9952
12/22	09/05/2022	Ensaque MIX	2,0386
13/22	11/05/2022	Ensaque MIX	1,9949
14/22	13/05/2022	Ensaque MIX	2,0261
15/22	11/05/2022	Preparação de Misturas	2,0500
16/22	13/05/2022	Preparação de Misturas	2,0017
17/22	18/05/2022	Preparação de Misturas	1,9880
18/22	27/05/2022	Preparação de Misturas	1,9880

Tal como se pode analisar através na Tabela 13, todos os locais amostrados tiveram três amostragens à exceção do local Preparação de Misturas que teve quatro. Na discussão dos resultados serão analisados todos os fatores que levaram a que fosse necessário efetuar uma amostragem a mais daquilo que estava inicialmente planeado.

PARTE 2

4 RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados da amostragem e o cálculo da concentração média ponderada em todos os locais de amostragem de acordo com a NP 1796 de 2014.

De seguida serão apresentados os resultados após a atenuação do uso dos equipamentos de proteção individual as máscaras de proteção FFP1, FFP2 e FFP3.

Por último, serão analisados os resultados tendo em conta o nível de ação proposto pelo “Occupational Safety and Health Administration”.

4.1 Resultados da Amostragem

Nas Tabelas 14, 15 e 16 são apresentados os resultados e os cálculos efetuados para a obtenção da concentração média dos três locais de amostragem.

Tabela 14: Dados e resultados da concentração medida na zona de mistura de aditivos

Filtro	Tempo de Exposição (h)	Peso da amostra (mg)	Tempo de Amostragem (min)	Caudal amostrado (L/min)	Volume Amostrado (L)	Concentração (mg/m ³)	Concentração média (mg/m ³)
15/22	2	1,30	44	2,050	90,18	14,39	17,27
16/22	2	0,28	60	2,002	118,58	2,33	
17/22	2	0,61	60	1,988	118,82	5,15	
18/22	2	5,61	60	1,988	118,82	47,20	

Tabela 15: Dados e resultados da concentração medida na zona de ensaque de usos industriais- Farinha Simples

Filtro	Tempo de Exposição (h)	Peso da amostra (mg)	Tempo de amostragem (min)	Caudal amostrado (L/min)	Volume amostrado (L)	Concentração (mg/m ³)	Concentração média (mg/m ³)
09/22	7	0,07	58	2,029	117,67	0,59	1,35
10/22	7	0,13	56	2,007	112,20	1,16	
11/22	7	0,25	55	1,995	108,71	2,30	

Tabela 16: Dados e resultados da concentração medida na zona de ensaio de usos industriais- Farinha Aditivada

Filtro	Tempo de Exposição (h)	Peso da amostra (g)	Tempo de amostragem (min)	Caudal amostrado (L/min)	Volume amostrado (L)	Concentração (mg/m ³)	Concentração média (mg/m ³)
12/22	7	0,15	58	2,039	118,02	1,30	2,25
13/22	7	0,48	57	1,995	113,63	4,19	
14/22	7	0,15	58	2,026	117,32	1,24	

4.2 Comparação com a Norma Portuguesa e Atenuação de Equipamentos de proteção individual

Nas Tabelas 17,18 e 19 apresenta-se a comparação das concentrações médias medidas em cada local de amostragem com o valor limite de exposição-média ponderado de acordo com a Norma Portuguesa 1796 de 2014.

Complementarmente apresenta-se a concentração máxima à qual os colaboradores podem estar expostos de forma segura usando diferentes tipos de equipamentos de proteção individual.

Tabela 17: Comparação com a NP 1796:2014 e atenuação dos EPI's na zona de mistura de aditivos

Filtro	Tempo de Exposição (h)	Concentração (mg/m ³)	Concentração média (mg/m ³)	VLE NP 1796:2014 (mg/m ³)	Máscaras FFP1 (mg/m ³)	Máscaras FFP2 (mg/m ³)	Máscaras FFP3 (mg/m ³)
15/22	2	14,39	17,27	0,5	2	6	25
16/22	2	2,33					
17/22	2	5,15					
18/22	2	47,20					

Tabela 18: Comparação com a NP 1796:2014 e atenuação dos EPI's na zona de ensaio de usos industriais - Farinha Simples

Filtro	Tempo de Exposição (h)	Concentração (mg/m ³)	Concentração média (mg/m ³)	VLE NP 1796:2014 (mg/m ³)	Máscaras FFP1 (mg/m ³)	Máscaras FFP2 (mg/m ³)	Máscaras FFP3 (mg/m ³)
09/22	7	0,59	1,35	0,5	2	6	25
10/22	7	1,16					
11/22	7	2,30					

Tabela 19: Comparação com a NP 1796:2014 e atenuação dos EPI's na zona de ensaio de usos industriais - Farinha Aditivada

Filtro	Tempo de Exposição (h)	Concentração (mg/m ³)	Concentração média (mg/m ³)	VLE NP 1796:2014 (mg/m ³)	Máscaras FFP1 (mg/m ³)	Máscaras FFP2 (mg/m ³)	Máscaras FFP3 (mg/m ³)
12/22	7	1,30	2,25	0,5	2	6	25
13/22	7	4,19					
14/22	7	1,24					

4.3 Nível de Ação

Nas Tabelas 20,21 e 22 são apresentados os valores de concentração médios calculados para comparação com o nível de ação assim como todas as medidas de ação propostas.

Tabela 20: Cálculo do nível de ação na zona de mistura de aditivos

Filtro	Concentração média (mg/m ³)	VLE NP 1796:2014 (mg/m ³)	Nível de Ação	Medidas de Ação
15/22	17,27	0,5	17,27 > 0,5	A situação existente é de risco. Deverá ser feito o controlo médico regular dos trabalhadores expostos, bem como a adoção de medidas organizacionais de modo a obter: Concentração < 0,5
16/22				
17/22				
18/22				

Tabela 21: Cálculo do nível de ação na zona de ensaio de usos industriais - Farinha Simples

Filtro	Concentração média (mg/m ³)	VLE NP 1796:2014 (mg/m ³)	Nível de Ação	Medidas de Ação
09/22	1,35	0,5	1,35 > 0,5	A situação existente é de risco. Deverá ser feito o controlo médico regular dos trabalhadores expostos, bem como a adoção de medidas organizacionais de modo a obter: Concentração < 0,5
10/22				
11/22				

Tabela 22: Cálculo do nível de ação na zona de ensaio de usos industriais - Farinha Aditivada

Filtro	Concentração média (mg/m ³)	VLE NP 1796:2014 (mg/m ³)	Nível de Ação	Medidas de Ação
12/22	2,25	0,5	2,25 > 0,5	A situação existente é de risco. Deverá ser feito o controlo médico regular dos trabalhadores expostos, bem como a adoção de medidas organizacionais de modo a obter: Concentração < 0,5
13/22				
14/22				

5 DISCUSSÃO

Neste capítulo serão discutidos todos os resultados obtidos no Capítulo 4. Foi possível descrever todos os resultados esperados assim como todos as divergências que foram encontradas ao longo dos processos de amostragem nos três locais selecionados.

O capítulo termina com uma discussão acerca dos trabalhos propostos para o futuro que não conseguiram ser realizados no decorrer do desenvolvimento desta dissertação.

5.1 A Norma Portuguesa e os valores obtidos

É possível perceber pela análise das Tabelas 17, 18 e 19, que os resultados dos cálculos indicam situações de risco de exposição dos trabalhadores a agentes com potencial para produzir sensibilização pela via respiratória visto que o limite de $0,5 \text{ mg/m}^3$ descrito na NP 1796 é ultrapassado em todos os locais amostrados.

O cumprimento legal dos locais de amostragem não está cumprido, uma vez que, a análise deve ser efetuada sem a necessidade do uso da percentagem de atenuação dos equipamentos de proteção individual. No entanto, os colaboradores usam-nos para sua própria proteção e, por essa razão, foi possível perceber se os EPI's utilizados são suficientes para impedir maiores consequências na saúde ocupacional dos trabalhadores.

5.1.1 Zona de Mistura de Aditivos

Na zona de misturas de aditivos, primeiro local de amostragem apresentado, cujos resultados se encontram apresentados na Tabela 14, é possível perceber que foi realizado um período de amostragem a mais daqueles que eram inicialmente expectáveis. A justificação para essa escolha foi que ao longo da primeira amostragem o tempo amostrado para o Filtro 15/22 foi de apenas 44 minutos. Ao longo da amostragem os colaboradores eram visitados para que se tivesse a certeza que o processo de amostragem estaria a decorrer sob as condições pré-definidas e no local de amostragem definido. Tais condições não foram respeitadas pelo colaborador tendo obtido um valor de tempo de amostragem diferente daquele que se propôs.

A zona de mistura dos aditivos é uma zona particularmente sensível e caracterizada por ter diferentes tipos de substâncias presentes no ar. Como descrito ao longo da dissertação é conhecido o facto de serem manuseados diferentes tipos de aditivos nesta zona, partículas leves, todas elas com diferentes percentagens de dispersão no ar. Essa premissa foi provada com a grande variabilidade de valores obtidos nas diferentes amostragens tendo-se verificado valores de, $14,39 \text{ mg/m}^3$, $2,33 \text{ mg/m}^3$, $5,15 \text{ mg/m}^3$, $47,20 \text{ mg/m}^3$ no conjunto das quatro amostragens realizadas obtendo-se uma concentração média de $17,27 \text{ mg/m}^3$. A discussão destes resultados deve ser realizada de forma criteriosa, uma vez que, qualquer pessoa que não conheça a tarefa realizada podia correr no erro de eliminar um dos valores de concentração encontrados por serem bastante diferentes entre si. A realidade é que enquanto estão a ser manuseados e misturados os aditivos

com a farinha para fazer diferentes referências alimentares a dispersão de partículas no ar é grande e os trabalhadores encontram-se em situações em que as concentrações de partículas presentes no ar podem ser consideradas concentrações de pico. Os aditivos alimentares que se encontram dispersos no ar não possuem a mesma velocidade de sedimentação que as partículas de farinha ficando, por essa razão, sujeitos a serem facilmente inalados pelos trabalhadores. A importância da caracterização deste local de trabalho prende-se com o facto de se verificar uma grande dispersão de poeiras sejam elas partículas de farinha ou partículas provenientes de aditivos. A realidade é que estas substâncias contactam diretamente com os trabalhadores que misturam todas as substâncias facto que é comprovado pela elevada concentração encontrada de poeiras totais.

Através da Tabela 17, é possível perceber que o uso das máscaras FFP3, se bem aplicada, consegue proteger o colaborador em ambientes de trabalho com concentrações de farinhas e poeiras até aos 25 mg/m^3 o que quer dizer que tendo em conta a concentração média calculada o trabalhador encontra-se protegido face ao contacto com o contaminante referenciado.

5.1.2 Zona de ensaio de usos industriais - Farinha Simples

Na zona de ensaio de usos industriais- farinha simples a discussão é diferente porque os valores calculados são mais baixos e mais idênticos entre si, como se pode perceber através da Tabela 15.

É possível verificar na Tabela 15, que foram encontrados os valores de $0,59 \text{ mg/m}^3$, $1,12 \text{ mg/m}^3$ e $2,30 \text{ mg/m}^3$, no conjunto das três amostragens realizadas obtendo-se uma concentração média de $1,35 \text{ mg/m}^3$. Sendo este local de amostragem uma zona de ensaio com as mesmas partículas suspensas no ar durante o tempo de amostragem é expectável que a concentração calculada seja mais ou menos idêntica entre os dias de amostragem. A tarefa pode mudar consoante o número de embalagens danificadas ao longo da tarefa de ensaio.

Através da Tabela 18 é possível perceber que o uso de qualquer um dos três tipos de máscaras apresentados, FFP1, FFP2 e FFP3, se bem aplicadas, conseguem proteger o colaborador de ambientes de trabalho com concentrações de farinhas e poeiras até aos 2 mg/m^3 , 6 mg/m^3 e 25 mg/m^3 , respetivamente, o que quer dizer que tendo em conta a concentração média calculada o trabalhador encontra-se protegido face ao contacto com o contaminante referenciado.

5.1.3 Zona de ensaio de usos industriais - Farinha Aditivada

Os valores calculados da concentração média ponderada podem ser verificados na Tabela 16, tendo-se encontrado relativamente ao posto de trabalho, ensaio dos usos industriais - farinha simples, valores mais baixos e idênticos entre si.

É possível verificar na Tabela 16, que foram calculados os valores de $1,30 \text{ mg/m}^3$, $4,19 \text{ mg/m}^3$ e $1,24 \text{ mg/m}^3$, no conjunto das três amostragens realizadas obtendo-se uma concentração média de $2,25 \text{ mg/m}^3$. Este local de amostragem para além de ser um ensaio de farinhas, é farinha misturada com aditivos, uma vez mais, com diferentes níveis de dispersão no ar. Para além desse

facto, a boca de ensaque não é apropriada para as quantidades de embalagens que são ensacadas, o que faz com que as quantidades de poeiras de farinha no ar sejam mais elevadas.

Comparando os dois locais de ensaque, verifica-se que o expectável aconteceu, ou seja, o local de ensaque de farinha aditivada apresenta valores de concentração mais elevados que o local de ensaque de farinha simples.

Através da Tabela 19 é possível perceber que o uso dos dois tipos de máscaras apresentados, FFP2 e FFP3, se bem aplicadas, conseguem proteger o colaborador de ambientes de trabalho com concentrações de farinhas e poeiras até aos, 6 mg/m^3 e 25 mg/m^3 , respetivamente, o que quer dizer que tendo em conta a concentração média calculada o trabalhador encontra-se protegido face ao contacto com o contaminante referenciado.

5.2 O Nível de Ação e as Medidas Preventivas

Discutindo agora o nível de ação apresentado nas Tabelas 20, 21 e 22 é possível perceber que esse nível é sempre ultrapassado em diferentes níveis consoante o local de amostragem caracterizado. Quanto maior a diferença entre a concentração média calculada e o VLE, maior a urgência em realizar medidas que permitam diminuir esta concentração nos diferentes locais de amostragem. As regras de segurança e saúde no trabalho ditam que é recomendado a implementação de um programa de proteção respiratória consistente com os riscos existentes (CCOHS, 2018). Por essa razão, se a empresa adotasse um plano de trabalhos que tivesse como principal objetivo diminuir a concentração de partículas suspensas no ar de acordo com o nível de ação calculado, deveria começar pela zona de mistura de aditivos, passando de seguida para o local de ensaque de farinha aditivada e terminando no local de ensaque de farinhas simples.

De acordo com o *OSHA* o empregador deve assegurar que os riscos para a segurança e a saúde dos trabalhadores, resultantes da presença no local de agentes químicos perigosos, sejam eliminados ou reduzidos ao mínimo. De seguida serão apresentadas algumas medidas que devem ser discutidas de acordo com uma hierarquia específica:

1. Aplicar medidas de proteção coletiva na fonte de libertação, designadamente extração adequada (reforço);
2. Adotar medidas organizativas apropriadas (limitar o tempo de exposição, diminuir o número de trabalhadores expostos), como por exemplo o estudo e determinação do tempo de exposição máximo permitido para cada tarefa, de modo a não ultrapassar o VLE-MP.
3. Adotar medidas de proteção individual dos trabalhadores (utilização obrigatória e adequada da máscara FFP3 em uso) se não for possível evitar a exposição por outros meios;
4. Assegurar a vigilância periódica da saúde dos trabalhadores expostos;
5. Informar, formar e consultar os trabalhadores sobre a avaliação de riscos e as precauções e medidas adequadas para os trabalhadores se protegerem no local de trabalho.

O empregador já adota algumas das medidas de prevenção e proteção adequados, nem sempre pela hierarquia que se propõe.

Nem todos os locais amostrados possuem extração de ar localizado, primeira medida de proteção coletiva que atua diretamente na fonte de libertação de poeiras. Quando essa extração existe, e no caso de estudo, unicamente, na zona de mistura de aditivos, nem sempre se encontra ligada por desleixo dos trabalhadores ou falta de informação/formação, que se focam no seu trabalho diário e esquecem a sua proteção respiratória. Este problema é recorrente, de modo que, por parte da empresa é urgente que se implemente a medida preventiva de informar, formar e consultar os trabalhadores sobre a avaliação de riscos e as precauções e medidas adequadas para os trabalhadores se protegerem no local de trabalho.

A nível de organização é possível concluir que a chefia direta organiza o trabalho para que este não incida sempre no mesmo trabalhador, limitando assim o tempo de exposição às poeiras. Este aspeto é cumprido pelas chefias diretas e está relacionado não só com a proteção respiratória dos trabalhadores, mas também pelo facto dos trabalhadores não se sentirem confortáveis a realizar sempre a mesma tarefa durante as 8 horas de trabalho.

Pela análise do uso de equipamentos de proteção individual é possível perceber que o empregador adota medidas que visam proteger a saúde ocupacional dos seus colaboradores, tendo disponíveis máscaras autofiltrantes do tipo FFP3 que, em todos os casos analisados, têm uma taxa de filtração suficiente para proteger os trabalhadores às partículas a que eles se encontram expostos. Nos casos dos ensaques de farinha simples e aditivada é possível utilizar até a máscara FFP2, máscara autofiltrante que, mediante o cálculo das concentrações médias nos locais de trabalho propostos têm uma taxa de filtração suficiente para proteger os trabalhadores às partículas a que eles se encontram expostos.

A vigilância periódica da saúde dos trabalhadores expostos deve ser assegurada através de um serviço especializado em medicina no trabalho e o acompanhamento dos riscos profissionais deve ser assegurado por um técnico superior de segurança e higiene no trabalho (Lei n.º 3/2014, 2014). É possível perceber que não existe na empresa estes serviços internos recorrendo-se a serviços subcontratos para realizar estas atividades.

Por último, mas não menos importante, a formação e informação na análise destes riscos é importante para que os colaboradores percebam que os empregadores analisam as suas condições de trabalho. Todos os colaboradores que se disponibilizaram e contribuíram para este estudo da análise das poeiras suspensas no ar nos seus locais de trabalho tiveram *feedback* em relação aos resultados obtidos tendo-se passado a informação que os resultados não estão dentro dos limites legais. Incluindo os colaboradores neste processo é possível que eles fiquem mais conscientes dos perigos que correm em trabalhar neste tipo de condições, realçando a necessidade do uso dos equipamentos de proteção individual para proteção própria.

6 CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS

No sexto capítulo serão discutidas as conclusões relativas ao trabalho desenvolvido. Neste capítulo será possível perceber se todos os objetivos que foram propostos durante a introdução do trabalho foram cumpridos.

Será possível descrever as limitações encontradas ao longo do desenvolvimento do trabalho assim como as perspetivas futuras.

6.1 Conclusões

Conclui-se que as poeiras totais presentes na indústria da moagem de cereais são um problema ocupacional grave no âmbito da higiene industrial e deve ser tratado com a urgência que merece pelos empregadores. A colheita de amostras do ar mostra que na zona de misturas de aditivos, por exemplo, a concentração de poeiras totais pode chegar até aos $47,20 \text{ mg/m}^3$, valor bastante acima daquilo que é o limite legal. Este problema não é nacional, é transversal a todo o mundo e está presente em todos os locais onde existem partículas orgânicas de farinha suspensas no ar tal como é possível concluir através de alguns relatórios citados anteriormente (Talini, et al., 2002) (Said, AbdelFattah, & Almawardi, 2017).

As partículas inaláveis são o tipo de partículas predominantes no setor da indústria transformadora de cereais. A NP 1796:2014 recomenda a amostragem da fração inalável nas farinhas e poeiras e tal informação é descrita em diversos artigos científicos. No entanto, a consulta das fichas de segurança de aditivos, o processo de amostragem e a bibliografia mostraram que os aditivos alimentares, em áreas de mistura, podem ser caracterizados como poeiras torácicas e até respiráveis, assumindo-se como partículas perigosas para os trabalhadores tanto fisicamente como quimicamente (Stobnicka & L. Górný, 2015).

É possível concluir que o objetivo principal da dissertação foi cumprido. Foi possível perceber de que forma a exposição a poeiras, misturas de poeiras e aditivos afeta a saúde dos trabalhadores e se, atualmente, estes trabalhadores correm riscos na saúde ocupacional relacionada com o seu posto de trabalho.

Para atingir este objetivo foi calculada a concentração média de poeiras totais em três locais de trabalho distintos e compará-la com a NP 1796 de 2014. Para as zonas de ensaque de farinha simples, aditivada e a zona de preparação de misturas o Valor Limite de Exposição calculado na média ponderado é sempre superior a $0,5 \text{ mg/m}^3$.

De forma a obter estes resultados foi necessário conhecer a Norma Portuguesa 1796 de 2014 e o método de amostragem NIOSH 0500 para a colheita e o cálculo de poeiras totais. Assim, é possível concluir que o facto de ter sido possível trabalhar com estes documentos e aplicá-los num caso concreto fez com que um dos objetivos específicos da dissertação fosse também cumprido. O processo de amostragem foi longo, foi realizado durante 1 mês, tendo-se feito no total 10 amostragens em contexto industrial. Tal experiência foi importante, principalmente, pelo manusear de equipamentos, como bombas de sucção, filtros e calibradores de ar.

Os resultados da avaliação efetuada indicam situações de risco de exposição dos trabalhadores a agentes com potencial para produzir sensibilização pela via respiratória, pelo que o empregador deve adotar, o quanto antes, medidas de prevenção e proteção adequadas. O empregador adota algumas medidas de proteção para os seus trabalhadores que, não sendo adotadas de acordo com a hierarquia de prevenção proposta, protegem efetivamente os trabalhadores do risco ambiental a que estes estão expostos. O uso de máscaras FFP3 é suficiente para filtrar os agentes químicos descritos. No entanto seria importante salvaguardar através da formação, da informação e da vigilância periódica da saúde dos trabalhadores expostos que o uso da máscara é essencial para que as consequências de doenças profissionais não se venham mais tarde a evidenciar.

Concluindo, este trabalho académico mostrou à empresa que deve tomar ações imediatas ou preventivas para eliminar por completo ou diminuir o risco ambiental que os trabalhadores correm ao laborar em zonas de perigo ocupacional de exposição a poeiras e misturas de poeiras.

A nível académico mostra que a caracterização das poeiras que existem na indústria da moagem de cereais em Portugal não se encontra bem descrita e as consequências que existem para os trabalhadores não são claras existindo poucos casos de estudo de indústrias que existem no país. Este trabalho foi importante porque juntou diversos casos de estudo onde os temas centrais foram a exposição ocupacional a poeiras de farinha. A amostragem e a discussão dos resultados, por outro lado, mostrou que em Portugal as condições de trabalho não são assim tão diferentes existindo casos onde a concentração de partículas suspensa no ar é considerada grave, assumindo-se como um problema que deve ser mitigado.

6.2 Perspetivas Futuras

Concluída a dissertação é possível verificar que teria sido interessante realizar em simultâneo uma amostragem de partículas respiráveis adotando para isso o método NIOSH 0600:1998 que é usado para medir a concentração de qualquer poeira respirável não volátil (NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), Fourth Edition, 1998). Com a amostragem das poeiras totais a partir do método NIOSH 0500:1994 foi possível calcular a concentração desse tipo de poeiras nos três locais de trabalho analisados. Com o avanço da dissertação foi possível verificar que alguns aditivos manuseados na zona de preparação de aditivos se podem inserir no campo das partículas respiráveis ao contrário da farinha que é, através de todos os documentos analisados, caracterizada como um tipo de poeira inalável. Sendo o processo de amostragem um processo longo com uma fase de escolha prévia de equipamentos, momentos de calibração e momentos de amostragem não foi possível realizar esse trabalho.

As informações transmitidas pelos profissionais da empresa e as próprias receitas das referências alimentares que são usadas no local analisado mostram que a maior percentagem de substâncias manuseadas é farinha e não aditivos. No entanto, a amostragem simultânea neste mesmo local permitiria analisar quantitativamente a concentração de partículas destes dois diferentes tamanhos. É um trabalho que poderá ser realizado no futuro com a seleção de diferentes equipamentos de amostragem.

A consulta de bibliografia mostra que os fatores temperatura e humidade alteram os valores de concentração encontrados apesar de serem variáveis de amostragem que têm um maior relevo em amostragens em condições de ar livre (Han, Hu, & Qian, 2011). Ainda assim é possível admitir que, como trabalho futuro, poderá ser interessante analisar a influência da temperatura e da humidade no cálculo das concentrações de poeiras suspensas no ar. Para isso seria necessário realizar amostragens em dois períodos com condições climáticas diferentes, uma no verão e outra no inverno, por exemplo.

A análise de poeiras totais pode aparecer acompanhada do cálculo da incerteza de todas as medições. Tal cálculo não foi realizado e não se encontra apresentado adjacente aos resultados.

6.3 Limitações

A zona da mistura dos aditivos foi a zona onde se obteve uma concentração média ponderada de $17,27 \text{ mg/m}^3$, valor elevado e preocupante. Era expectável que este local de trabalho tivesse muitos desafios a nível da discussão de resultados. A discussão não se prende apenas pela caracterização física das partículas, mas também, pela caracterização química, algo que não se consegue medir através de um processo de amostragem onde o método analítico é gravimétrico.

A consulta das fichas de segurança dos aditivos mostra que existem aditivos com características irritantes e cancerígenas com possibilidade de causar problemas de saúde nos colaboradores. Esse facto não é correlacionado com a concentração mais elevada nesta zona uma vez que o método de amostragem escolhido apenas dá informações em relação à concentração de poeiras totais que existem no ar. Esta foi uma das limitações deste trabalho, que entra no campo da medicina do trabalho da empresa e que não foi possível explorar. É conhecido, essencialmente, através da consulta das fichas de segurança dos aditivos que a zona de mistura é perigosa, no entanto, verificou-se que não foi possível perceber a nível quantitativo de que forma as poeiras dos aditivos em mistura com as poeiras da farinha aumentam a perigosidade de um determinado local de trabalho.

Por outro lado, e foi referenciado durante a dissertação, a NP 1796 de 2014 não esclarece em relação a valores limites de exposição de elementos tão específicos como os aditivos alimentares referenciados, direcionando este tipo de substâncias para o Anexo B da presente norma.

7 BIBLIOGRAFIA

- 3M. (11 de março de 2022). *3M™ Aura™ Máscara de Partículas, FFP3, com Válvula, 9332+*. Obtido de https://www.3m.com.pt/3M/pt_PT/p/d/v000265948/
- Aidoo, H., Beach, J., Elbourne, R., F. Galarneau, J.-M., Straube, S., & Cherry, N. (2018). Estimation and Validation of Flour Exposure in Bakeries in Alberta, Canada. *Annals of Work Exposures and Health*.
- ASA: Instrumentos de medição. (s.d.). Obtido de CT-300 CASSETE 3 SEÇÕES: <https://www.asainstrumento.com.br/seguranca-do-trabalho/bombas-de-amostragem/amostradores/ct-300-cassete-3-secoes>
- Bio-Based Industries Consortium. (2021). *Mapping Portugal's bio-based potential*.
- BMC Public Health. (11 de junho de 2020). Chronic respiratory symptoms, lung function and associated factors among flour mill factory workers in Hawassa city, southern Ethiopia: “comparative cross sectional study”. Obtido em 20 de fevereiro de 2022, de <https://bmcpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-020-08950-9>
- British Standard. (2005). Respiratory protective devices. Recommendations for selection, use, care and maintenance. Guidance document. *BS EN 529:2005*.
- CCOHS. (2018). What are the Effects of Dust on the Lungs? Obtido de https://www.ccohs.ca/oshanswers/chemicals/lungs_dust.html
- ChemWatch. (2021). *Tudo O Que Você Precisa Saber Sobre Os Números CAS*. Obtido em 7 de maio de 2022, de <https://www.chemwatch.net/pt/blog/everything-you-need-to-know-about-cas-numbers/>
- CMFG - Energia e Ambiente, Lda. (2018). *Auditoria Energética- Moagem Ceres 2018*.
- Decreto-Lei nº 24/2012. (6 de Fevereiro de 2012). Decreto-Lei nº 24/2012. Ministério da Economia e do Emprego. Obtido em 4 de Novembro de 2021, de <https://data.dre.pt/eli/dec-lei/24/2012/02/06/p/dre/pt/html>
- Hamdy, A. M., Mona, T. H., & Raafat, T. E.-S. (2013). Effects of exposure to flour dust on respiratory symptoms and pulmonary function of mill workers.
- Han, Y., Hu, Y., & Qian, F. (2011). *Effects of air temperature and humidity on particle*. Chemical Engineering Research and Design.
- Hernandez, G., Berry, T.-A., L. Wallis, S., & Poyner, D. (2017). *Temperature and humidity effects on particulate matter concentrations in a sub-tropical climate during winter*. International Proceedings of Chemical, Biological & Environmental Engineering.
- Illes, B., & Gordon, P. (2021). Measurement. *Filtering efficiency measurement of respirators by laser-based particle*.
- Instituto Nacional de Estatística. (18 de julho de 2022). Obtido de Principais indicadores das Empresas por Localização geográfica (NUTS - 2013) e Atividade económica (Subclasse -

CAE	Rev.	3);	Anual:
-----	------	-----	--------

https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&userLoadSave=Load&userTableOrder=9964&tipoSelecao=0&contexto=pq&selTab=tab1&submitLoad=true&xlang=pt

Instituto Português da Qualidade. (2016). Guia de Seleção de Equipamentos de Aparelhos de Proteção Respiratória. Lisboa: ACT. Obtido de http://www1.ipq.pt/PT/Normalizacao/FerramentasPME/Documents/Guia_APR_Web.pdf

International Journal of Occupational Safety and Ergonomics. (9 de Dezembro de 2015). Obtido em 12 de Dezembro de 2021, de Exposure to flour dust in the occupational.

Khodadadi, I., Abdi, M., Aliabadi, M., & Mirmoeini, E. S. (2011). Exposure to Respirable Flour Dust and Gliadin in Wheat Flour Mills. *Journal of Occupational Health*.

Kreider, M. (2010). Testes de função pulmonar.

Kuracina, R., Szabová, Z., Pangrácová, D., & Balog, K. (2017). *Determination Of The Explosion Characteristics*. Research Papers.

Lei n.º 3/2014. (28 de Janeiro de 2014). Regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho. Assembleia da República. Obtido em 7 de Novembro de 2021, de <https://dre.pt/dre/detalhe/lei/3-2014-571052>

Macedo, R. (1988). *Manual de higiene do trabalho na indústria*. Fundação Calouste Gulbenkian.

Miguel, A. S. (2014). *Manual de Higiene e Segurança do Trabalho*. Porto: Porto Editora.

Moagem Ceres A.de Figueiredo & Irmão S.A. (s.d.). *A fábrica*. Obtido em 7 de Janeiro de 2022, de <https://moagemceres.pt/pages/moagem-ceres-fabrica.html>

National Institute for Occupational Safety and Health. (2018). Flavorings Related Lung Disease: Exposure Limits. *Occupational Exposure Limits*.

NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), Fourth Edition. (15 de Agosto de 1994). Obtido em 21 de Dezembro de 2021, de PARTICULATES NOT OTHERWISE REGULATED, TOTAL: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/0500.pdf>

NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), Fourth Edition. (15 de Janeiro de 1998). *PARTICULATES NOT OTHERWISE REGULATED, RESPIRABLE*. Obtido de <http://niosh.dnaci.h.com/nioshdb/nmam/pdfs/0600.pdf>

NP 1796:2014. (2014). Segurança e Saúde no Trabalho Valores-limite e índices biológicos de exposição profissional a agentes. Instituto Português da Qualidade.

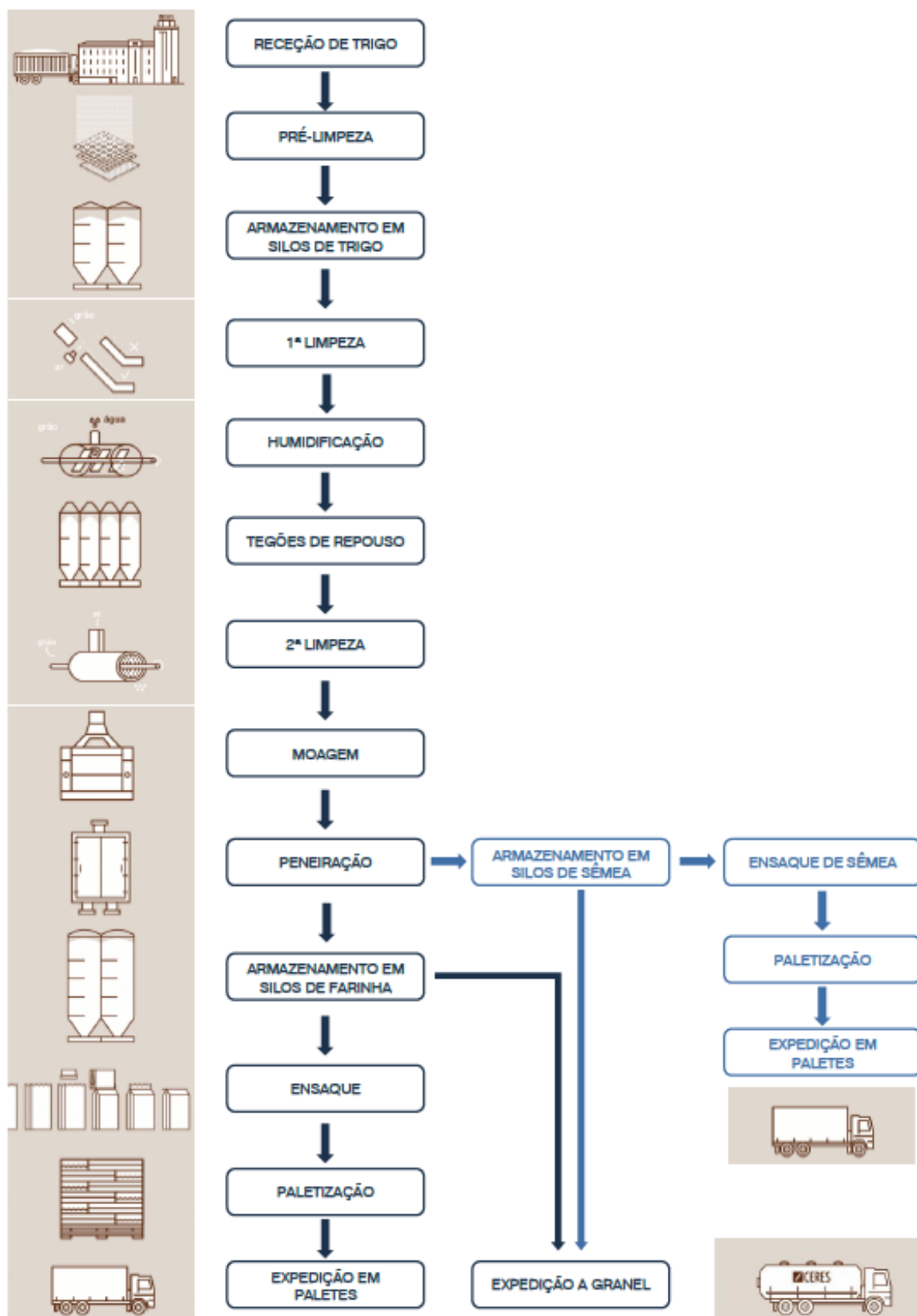
NP EN 1540 . (2014). Exposição nos Locais de trabalho- terminologia. Instituto Português da Qualidade.

Occupational Safety and Health Administration. (Outubro de 2016). Obtido em 17 de Dezembro de 2021, de Recommended Practices for Safety and Health Programs.

- Ottawa Hospital Research Institute. (s.d.). Obtido de TRANSPARENT REPORTING of SYSTEMATIC REVIEWS and META-ANALYSES: <http://www.prisma-statement.org/>
- Pinto, A. R. (2012). *Exposição Ocupacional a Partículas e função respiratória em trabalhadores industriais*. UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA.
- Portaria 53/71. (3 de Fevereiro de 1971). Regulamento Geral de Segurança e Higiene do Trabalho nos Estabelecimentos Industriais. Ministérios da Economia, das Corporações e Previdência Social e da Saúde e Assistência. Obtido em 3 de Novembro de 2021, de <https://dre.pt/dre/detalhe/portaria/53-1971-446313>
- Rim, K.-T., & Lim, C.-H. (2014). Biologically Hazardous Agents at Work and Efforts to Protect Workers’.
- Said, A. M., AbdelFattah, E. B., & Almawardi, A.-A. M. (2017). Effects on respiratory system due to exposure to wheat flour.
- SICFLUX. (17 de julho de 2020). *Uma análise da qualidade do ar e a transmissão no novo Coronavírus*. Obtido em 25 de fevereiro de 2022, de <https://sicflux.com.br/blog/uma-analise-da-qualidade-do-ar-e-a-transmissao-no-novo-coronavirus/>
- Stobnicka, A., & L. Górny, R. (2015). International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE). *Exposure to flour dust in the occupational environment*. Obtido de https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84950271834&doi=10.1080%2f10803548.2015.1081764&origin=inward&txGid=0e269d8854cca1767ff39ad091b494ce&featureToggles=FEATURE_NEW_DOC_DETAILS_EXPORT:1
- Talini, D., Benvenuti, A., Carrara, M., Vagheti, E., Bianchi Martini, L., & Paggiaro, P. L. (Abril de 2002). Diagnosis of four-induced occupational asthma in a cross-sectional study. Obtido em 11 de fevereiro de 2022, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0954611101912594?via%3Dihub>
- Tecnitel. (2019). *Boletim Informativo: Importância da Proteção Respiratória*. Sintra: Tecnitel. Obtido de https://www.tecniquitel.pt/wp-content/uploads/2021/01/Boletim-Info-CLSP_Importancia-Protacao-Respiratoria.pdf
- The Society of Hygiene and Technology. (2009). Protective Clothing for the Food Industry.
- World Health Organization. (1999). *Hazard prevention and control in the work environment: : airborne dust*. World Health Organization.

8 ANEXOS

ANEXO I: Processo Industrial da Moagem de Cereais na Instalação



Fonte: (CMFG - Energia e Ambiente, Lda, 2018)

ANEXO II: Exemplo de uma ficha resumida de um aditivo

	FICHA DE SEGURANÇA		FS-11 Edição A01 11/11/2020
	Dafazyme Glusafe Preparação enzimática em pó		 GHS08

LOCALIZAÇÃO / UTILIZAÇÃO		
Armazém dos Mix / Usado na preparação de aditivos de farinha		
FRASES DE RISCO E CONSELHOS DE PRUDÊNCIA		
Riscos e Prudências	Pode causar alergia, asma ou dificuldades respiratórias se inalado. Possibilidade de sensibilização por inalação. Não respirar o pó. Evitar o contacto com a pele. Usar vestuário e luvas de proteção adequados.	
Manuseamento	Evitar a formação de poeiras e aerossóis. Assegurar uma ventilação suficiente durante o manuseamento.	
Armazenamento	Colocar o recipiente fechado em local bem ventilado e fresco.	
PRIMEIROS SOCORROS		
	Contacto com os Olhos	Lavar abundantemente com água, pelo menos durante 15 minutos.
	Contacto com a Pele	Lavar abundantemente com água. Remover as roupas contaminadas.
	Inalação	Sair para o ar livre. Se houver sintomas de sensibilização ou irritação (respiração curta ou silvante, tosse) consultar o médico.
	Ingestão	Enxaguar cuidadosamente boca e garganta com água. Beber água, leite ou sumo. Se ocorrerem sintomas consultar o médico.
MEDIDAS EM CASO DE FUGA E INCÊNDIO		
Método de limpeza	Evitar a formação de poeiras e aerossóis. Eliminar com o auxílio de um aspirador que possua um filtro de alta eficácia. Diluir o resto com água abundante. Evitar salpicar ou lavar com jato de água a grande pressão. Assegurar ventilação suficiente. Lavar as roupas contaminadas.	
Meios de extinção	Pó Seco, dióxido de carbono.	
Riscos especiais	As nuvens de poeira fina podem formar zonas explosivas.	
Meios de extinção a excluir	Jato de água. Pode alastrar o incêndio.	
Precauções para o meio ambiente / Eliminação	Não permitir que chegue sistemas de esgotos, solo, águas superficiais ou subterrâneas. / Eliminação conforme os regulamentos públicos.	
PROTECÇÃO INDIVIDUAL		
Usar semi-máscara facial com filtros P3.		
Usar luvas impermeáveis.		
Usar óculos de proteção completa.		
Usar vestuário de proteção adequado (farda de serviço)		
		

CONTACTOS DE EMERGÊNCIA	Dia: Serviços Técnicos ☎ Extensão 9268	Exterior ☎ 808 250 250	Linha Azul Intoxicações
	Noite: Serviços Técnicos ☎ Extensão 9268	Exterior ☎ 808 250 250	

Elaborado por Ricardo Cardoso	Verificado por Fátima Sousa	Aprovado por Marta Coelho
----------------------------------	--------------------------------	------------------------------

CeresFS-1

Anexo III: Exemplo de uma ficha de segurança de um aditivo

 **徐州恒兴化工有限公司**
XUZHOU HENGXING CHEMICAL CO., LTD.
Head office: No.95 Pengcheng Road, Xuzhou, Jiangsu, China.
Tel: +86-516-87525510 Fax: +86-516-83809353
www.eastphos.com e-mail: hxchem@eastphos.com/ hxchemicals@163.com
Factory address: Jiangsu carebow food co.,ltd.-Group 1, Tongyu Village, Anfeng Town,
Dongtai City, Jiangsu Province, China 224221

MATERIALS SAFETY DATA SHEET

SODIUM ACID PYROPHOSPHATE 28

FOOD GRADE

Update Date: 2019-2-17

1. IDENTIFICATION OF THE PRODUCT AND MANUFACTURER

Chemical Name: Disodium Dihydrogen Diphosphate
Synonyms: Disodium Pyrophosphate, SAPP15, SAPP22, SAPP28, SAPP36, SAPP40, Disodium Diphosphate, Disodium Dihydrogen Pyrophosphate, Disodium Pyrophosphate, Acid Sodium Pyrophosphate
CAS NO.: 7758-16-9
Einecs No.: 231-835-0
Ins-No.: E450.i
Formula: $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$
Molecular weight: 221.94
Description: food grade phosphate, white powder soluble in water giving acidic with no odor.
Manufacturer: xuzhou hengxing chemical co.,ltd.
NO. 95 PENGCHENG ROAD, XUZHOU, JIANGSU, CHINA.
Fax: 0086-516-83809353 Tel: 0086-516-83809352,
www.eastphos.com
hxchem@eastphos.com

2. COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS:

Hazardous components	
Chemical name:	Diphosphoric acid, sodium salt (1:2)
CAS NO.:	7758-16-9
%(Weight)	100%
UN; EINECS:	231-835-0
LD50/LC50:	NDA
EU Classification& R Phrases:	NDA
Other:	NDA

Under United States Regulations (29 CFR 1900.1200 - Hazard Communication Standard), this product is considered hazardous. In Canada, the product mentioned above is considered hazardous under the Workplace Hazardous Materials Information System (WHMIS). This product is considered dangerous according to the European Directive 67/548/EEC. According to the Globally Harmonized Standard for Classification and Labeling (GHS) this product is considered hazardous.

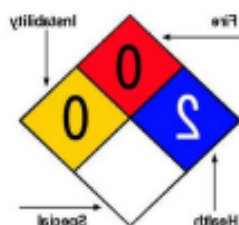
3. HAZARDS IDENTIFICATION

EMERGENCY OVERVIEW	
WARNING!! CAUSES SERIOUS EYE IRRITATION. CAUSES SKIN IRRITATION. MAY CAUSE RESPIRATORY IRRITATION.	
Prevention	Avoid breathing dust, fume, gas, mist, vapours and/or spray. Keep container tightly closed. Use only outdoors or in a well-ventilated area. Wash thoroughly after handling. Wear protective gloves -gloves and eye/face protection.
Response	If inhaled: remove victim to fresh air and keep at rest in a position comfortable for breathing. Call a poison center or doctor/physician if you feel unwell. If skin irritation occurs: get medical advice/attention. Wash with plenty of soap and water. Take off contaminated clothing and wash before reuse. If in eyes: rinse cautiously with water for several minutes. Remove contact lenses, if present and easy to do. Continue rinsing. If eye irritation persists: get medical advice/attention.

Storage/Disposal	Store in a well-ventilated place. Keep container tightly closed. Dispose of content and/or container in accordance with local, regional, national, and/or international regulations.
	

OSHA WHMIS	● Irritant ● Class D Poisonous and Infectious Materials Division 2 Subdivision B 
EU	● Irritant Xi ● R36/37/38 
GHS	● Specific Target Organ Toxicity Single Exposure –Category 3, Skin Corrosion/Irritation –Category 2, Serious Eye Damage, Eye Irritation –Category 2A
Route Of Entry	● Inhalation, Skin, Eye
Medical Conditions Aggravated by Exposure	● Lungs, Skin

NEPA:



Potential Health

- **Inhalation**
 - Acute
 - Chronic
- **Skin**
 - Acute (Immediate): Causes skin irritation.
 - Chronic (Delayed): No data available.
- **Eye**
 - Acute (Immediate): Causes serious eye irritation.
 - Chronic (Delayed): No data available.
- **Ingestion**
 - Acute (Immediate): May cause irritation if swallowed. Low acute oral toxicity. May cause nausea, vomiting and diarrhea.

Effects

(Immediate): May cause respiratory irritation.
(Delayed): No data available.

Chronic (Delayed): No data available.

- **Carcinogenic Effects**

This product does not contain any ingredient designated by IARC, NTP, ACGIH
Or OSHA as probable or suspected human carcinogens.

4. FIRST AID MEASURES

- **Inhalation:** -- Move victim to fresh air. Administer oxygen if breathing is difficult. Give artificial respiration if victim is not breathing. Get medical attention.
- **Skin:** --Get medical attention if symptoms occur. IF ON SKIN: Wash with plenty of soap and water. Take off contaminated clothing and wash before reuse.
- **Eye:** --In case of contact with substance, immediately flush eyes with running water for at least 20 minutes. Get medical attention immediately if symptoms occur.
- **Ingestion:** --If swallowed, do NOT induce vomiting unless directed to do so by medical personnel. If Swallowed give 23 glasses of water if victim is conscious and alert. Do not give anything by mouth to an unconscious person. To prevent aspiration of swallowed product, lay victim on side with head lower than waist. Vomiting may occur spontaneously. If vomiting occurs and the victim is conscious, give water to further dilute the chemical.
- **Notes to Physician:** -- All treatments should be based on observed signs and symptoms of distress in the patient. Consideration should be given to the possibility that overexposure to materials other than this product may have occurred. Ingestion of large quantities of phosphate Salts (over 1.0 grams for an adult) may cause an osmotic catharsis resulting in diarrhea and probable abdominal cramps. Larger doses such as 4-8 grams will almost certainly cause these effects in everyone. In healthy individuals most of the ingested salt will be excreted in the feces with the diarrhea and, thus, not cause any systemic toxicity. Doses greater than 10 grams hypothetically may cause systemic toxicity. Treatment should take into consideration both anionic and cation portion of the molecule.

5. FIRE-FIGHTING MEASURES

Extinguishing Media	Not combustible. Use extinguishing media suitable for surrounding fire.
Unsuitable Extinguishing Media	None known.
Firefighting Procedures	LARGE FIRES: Move containers from fire area if you can do it without risk. LARGE FIRES: Do not scatter spilled material with high pressure water streams. LARGE FIRES: Dike fire-control water for later disposal.
Unusual Fire and Explosion Hazards	Non-combustible. Dust dispersed in air in sufficient concentrations and in the presence of an ignition source is an explosion hazard.
Hazardous Combustion Products	Oxides of phosphorus, oxides of potassium.
Protection of Firefighters	Wear positive pressure self-contained breathing apparatus (SCBA). Structural firefighters' protective clothing will only provide limited protection.

6. ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

- **Personal Precautions** • Do not touch or walk through spilled material.
- **Emergency Procedures** • Keep unauthorized personnel away
- **Environmental Precautions** • Do not flush to drain. LARGE SPILLS: Prevent entry into waterways, sewers, basements or confined areas.
- **Containment/Clean-up Measures** • Avoid dispersal of dust in air. Clean up residual material by washing area with water and detergent. Collect washings for disposal. Decontaminate tools and equipment following cleanup.
- Sweep or vacuum up and place in an appropriate closed container.
- **Prohibited Materials** • None known.

7. HANDLING AND STORAGE

Handling	This is a food ingredient intended for human consumption. Keep containers closed when not in use. Do not breathe (dust, vapor or spray mist) Avoid direct or prolonged contact with skin and eyes. Avoid accumulation of dust. Good housekeeping practices should be in place to prevent accumulation of dusts on surfaces.
Storage	Store in a well ventilated place. Keep container tightly closed. Store in an area that is cool, dry and sanitary. Store away from ignition sources, incompatible materials and isolate from all toxic and harmful substances.
Special Packaging Materials	None known.
Incompatible Materials or Ignition Sources	Strong bases, oxidizing agents.

8. EXPOSURE CONTROLS/ PERSONAL PROTECTION

Personal Protective Equipment

Pictograms	  
Respiratory	In case of insufficient ventilation, wear suitable respiratory equipment. Follow the OSHA respirator regulations found in 29 CFR 1910.134 or European Standard EN 149. Use a NIOSH/MSHA or European Standard EN 149 approved respirator if exposure limits are exceeded or symptoms are experienced.
Eye/Face	Wear splash goggles. An emergency eye wash must be readily accessible to the work area.
Hands	Wear appropriate gloves.
Skin/Body	Wear long sleeves and/or protective coveralls.
General Industrial Hygiene Considerations	Handle in accordance with good industrial hygiene and safety practice. Do not use, And/or consume foods, beverages, tobacco products, or cosmetics in areas where this material is stored. Wash hands and face carefully before eating, drinking, using tobacco, applying cosmetics, or using the toilet.
Exposure Limits/Guidelines	No exposure limits were found for this product or any of its ingredients.

9. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

- Physical Form: Solid
- Appearance/Description: White crystalline or powdered solid with no odor.
- Color: White Odor: Odorless
- Taste: No data available. Odor Threshold: NDA

Boiling Point:	NDA	Vapor Pressure:	NDA
Melting Point:	> 1652 F(> 900 C)	Vapor Density:	NDA
Specific Gravity:	NDA	Evaporation Rate:	NDA
Density	NDA	VOC (Wt.):	NDA
Bulk density:	0.8-1.2 g/ml	VOC (Vol.):	NDA
Water solubility	Soluble	Volatiles (Wt.):	NDA

Solvent solubility	NDA	Volatiles (Vol.):	NDA
Viscosity	NDA	Flash Point:	NDA
Half-life	NDA	Flash Point Test Type:	NDA
Octanol/ water partition Coefficient	NDA	UEL:	NDA
Coefficient of Water:	NDA	LEL:	NDA
Bioaccumulation Factor:	NDA	Autoignition:	NDA
PH:	3.5-4.5		

10. STABILITY AND REACTIVITY

- Stability
 - Stable under normal temperatures and pressures.
- Hazardous Polymerization
 - Hazardous polymerization will not occur.
- Conditions to Avoid
 - Dusting conditions, heat, open flame, spark, static electricity.
- Incompatible Materials
 - Strong bases, strong oxidizing agents.
- Hazardous Decomposition Products
 - Oxides of phosphorus.

11. TOXICOLOGICAL INFORMATION

Other Material Information • May cause irritation to skin, eye and respiratory tract.

Test Type	Dosage	Units	Route	Species	Duration	Results	Test Class	Target Organs	Comments
Irritation			Eye	Rabbit	NDA	NDA	Severe irritation, Reversible	NDA	NDA
Irritation			Skin	Rabbit	24 Hour(s)	NDA	Moderate irritation	NDA	Moderate
Acute Toxicity	> 300	mg/kg	Skin	Rabbit	NDA	LD50	NDA	NDA	NDA
Acute Toxicity	> 7940	mg/kg	Skin	Rabbit	NDA	LD50	NDA	NDA	NDA
Acute Toxicity	2650	mg/kg	Ingestion /Oral	Mouse	NDA	LD50	NDA	NDA	NDA
Key to abbreviations LD = Lethal Dose									

12. ECOLOGICAL INFORMATION

- Ecological Fate
 - No data found for product.
- Persistence/Degradability
 - No data found for product.
- Bioaccumulation Potential
 - No data found for product.
- Mobility in Soil
 - No data found for product.

13. DISPOSAL CONSIDERATIONS

- Product
 - Dispose of content and/or container in accordance with local, regional, national, and/or international regulations.
- Packaging
 - No data available.

14. TRANSPORT INFORMATION

The listed Transportation Classification does not address regulatory variations due to changes in package size, mode of shipment or other regulatory descriptors.

DOT - United States - Department of Transportation Shipping Name: Not Regulated
TDG - Canada - Transport of Dangerous Goods Shipping Name: Not Regulated
IMO/IMDG - International Maritime Transport Shipping Name: Not Regulated
ADN - Europe Transport of Dangerous Goods by Road/Inland Waterway Shipping Name: Not Regulated
IATA - International Air Transport Association Shipping Name: Not Regulated
ADR - Europe Transport of Dangerous Goods by Road/Inland Waterway Shipping Name: Not Regulated
RID - Europe Transport of Dangerous Goods by Railways Shipping Name: Not Regulated

15. REGULATORY INFORMATION

- SARA Hazard Classifications : Acute
- Risk & Safety Phrases: R36/37/38 Irritating to eyes, respiratory system and skin.

Inventory						
Component	CAS	Australia AICS	Canada DSL	Canada NDSL	China	EU EINECS
Diphosphoric acid, Sodium salt (1:2)	7758-16-9	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Inventory (Con't.)						
Component	CAS	EU EINECS	Japan ENCS	Korea KECL	New Zealand	Philippines PICCS
Diphosphoric acid, Sodium salt (1:2)	7758-16-9	No	Yes	Yes	Yes	Yes
Inventory (Con't.)						
Component	CAS	Switzerland SWISS		TSCA		
Diphosphoric acid, Sodium salt (1:2)	7758-16-9	No		Yes		

Australia

Labor
Australia - Hazardous Substances - Substances Requiring Health Surveillance None Listed Australia - High Volume Industrial Chemicals List None Listed Australia - List of Designated Hazardous Substances - Classification None Listed

Environment
Australia - National Pollutant Inventory (NPI) Substance List None Listed Australia - Ozone Protection Act - Scheduled Substances None Listed Australia - Priority Existing Chemical Program

None Listed

Canada

Labor

Canada - List of Prohibited and Restricted Cosmetic Ingredients (The Cosmetic Ingredient Hotlist)

None Listed

Canada - WHMIS - Classifications of Substances

Diphosphoric acid,
sodium salt (1:2) 7758-16-9 100% D2B

Canada - WHMIS - Ingredient Disclosure List

None Listed

Environment

Canada - CEPA - Priority Substances List

None Listed

China

Environment

China - Ozone Depleting Substances - First Schedule

None Listed

Other

China - Dangerous Goods List

None Listed

China - Export Control List - Part I Chemicals

None Listed

Croatia

Environment

Croatia - Air Quality - Emission Limits for Stationary Sources

None Listed

Croatia - Air Quality - Limit Values for Gaseous Pollutants

None Listed

Croatia - Ozone Depleting Substances - Annex A, Group I

None Listed

Egypt

Environment

Egypt - Air Pollutants - Emissions Limits - Overall Particles

None Listed

Egypt - Air Pollutants - Maximum Limits

None Listed

Europe

Environment

EU - Substances Depleting the Ozone layer (1005/2009) - Annex I Substances
None Listed

Other

EU - CLP (1272/2008) - Annex VI - Table 3.2 - Classification

None Listed

EU - CLP (1272/2008) - Annex VI - Table 3.2 - Concentration Limits

None Listed

EU - CLP (1272/2008) - Annex VI - Table 3.2 - Labelling

None Listed

EU - CLP (1272/2008) - Annex VI - Table 3.2 - Safety Phrases

None Listed

EU - Hazardous Substances Restricted or Prohibited in Electrical Equipment (2002/95/EC) (RoHS)

None Listed

India**Environment**

India - Hazardous Chemical Rules - List of Hazardous and Toxic Chemicals

None Listed

Indonesia**Environment**

Indonesia - Hazardous Waste from Non-Specific Sources

None Listed

Indonesia - Hazardous Waste from Specific Sources

None Listed

Indonesia - Hazardous Waste from Overdue Chemicals

None Listed

Japan**Labor**

Japan - ISHL Dangerous Substances

None Listed

Japan - ISHL Designated Carcinogens

None Listed

Environment

Inventory - Japan - Industrial Safety and Health Law Substances (ISHL)

None Listed

Korea**Labor**

Korea - MOE - Harmful Substances

None Listed

Korea - ISHA - Harmful Substances Prohibited for Manufacturing, Importing, Transferring, or Supplying

None Listed

Environment

Korea - MOE - Toxic Chemicals Control Act (TCCA) - Observational Chemicals None Listed
--

Other

Korea - MOE - Toxic Chemicals Control Act (TCCA) - Prohibited Chemicals None Listed

Malaysia

Labor

Malaysia - Control of Industrial Major Accident Hazards - Threshold Quantities None Listed Malaysia - Occupational Safety & Health - Risk Phrases None Listed Malaysia - Occupational Safety & Health - Safety Phrases None Listed
--

Environment

Malaysia - Clean Air Regulations - Noxious and Offensive Substances None Listed Malaysia - Environmental Quality (Industrial Effluent) Regulations - Fifth and Eighth Schedules None Listed Malaysia - Environmental Quality (Industrial Effluent) Regulations - Ninth Schedule None Listed

Other

Malaysia - Pesticides Act - List of Active Ingredients None Listed
--

Mexico

Environment

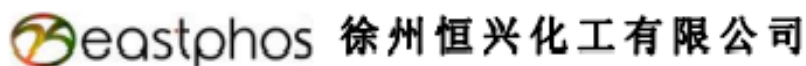
Mexico - Ecological Criteria for Water Quality - Protection of Fresh Water Aquatic Life None Listed Mexico - Ecological Criteria for Water Quality - Protection of Marine Water Aquatic Life None Listed Mexico - Pollutant Release and Transfer Register - Reporting Emissions - Threshold Quantities None Listed
--

Other

Mexico - Hazard Classifications None Listed Mexico - Regulated Substances None Listed
--

New Zealand

Environment

**XUZHOU HENGXING CHEMICAL CO., LTD.**

Head office: No.95 Pengcheng Road, Xuzhou, Jiangsu, China.

Tel: +86-516-87525510 Fax: +86-516-83809353

www.eastphos.com e-mail: hxchem@eastphos.com/ hxchemicals@163.comFactory address: Jiangsu carebow food co.,ltd.-Group 1, Tongyu Village, Anfeng Town,
Dongtai City, Jiangsu Province, China 224221**New Zealand - Ozone Depleting Substances**
None Listed**Philippines****Environment**

Philippines - Air Quality - Long Term Guidelines for Criteria Pollutants

None Listed

Philippines - Ozone Depleting Substances - Annex A - Group I

None Listed

Other

Philippines - Priority Chemical List

None Listed

Singapore**Labor**

Singapore - Factories Act - Medical Examinations

None Listed

Environment

Singapore - List of Hazardous Substances

None Listed

South Africa**Labor**

South Africa - General Machinery Regulations - Notifiable Substances

None Listed

Taiwan**Environment**

Taiwan - Effluent Standards - Maximum Effluent Limitations

None Listed

Taiwan - Toxic Chemical Substances Control Act - Threshold Regulated Quantities

None Listed

Taiwan - Toxic Chemical Substances Control Act - Classification and Control Levels

None Listed

Thailand**Labor**

Thailand - Air Contaminant Standards
 None Listed

Environment

Thailand - Banned Persistent Organic Pollutants (POPs)
 None Listed
Thailand - Quantities of Chemicals
 None Listed

Other

Thailand - Hazardous Substances
 None Listed

United States

Environment

U.S. - CAA (Clean Air Act) - 1990 Hazardous Air Pollutants
 None Listed
U.S. - CERCLA/SARA - Hazardous Substances and their Reportable Quantities
 None Listed
U.S. - CERCLA/SARA - Section 302 Extremely Hazardous Substances EPCRA RQs
 None Listed
U.S. - CERCLA/SARA - Section 302 Extremely Hazardous Substances TPQs
 None Listed

United States - California

Environment

U.S. - California - Proposition 65 - Carcinogens List
 Page 11 of 12
 None Listed
U.S. - California - Proposition 65 - Developmental Toxicity
 None Listed
U.S. - California - Proposition 65 - Reproductive Toxicity - Female
 None Listed
U.S. - California - Proposition 65 - Reproductive Toxicity - Male
 None Listed

Vietnam

Environment

Vietnam - Air Quality - Ambient Air Quality Standards
 None Listed

16. OTHER INFORMATION.

Any information contained herein and advice by us is made to the best of our ability on the basis of Current industrial practice, Literature data and our own knowledge and experience.

Disclaimer/Statement of LiabilityThe information herein is given in good faith but no warranty, expressed or implied, is made.

Key to abbreviations

NDA = No Data Available

****End of MSDS

Anexo IV: Exemplo de um colaborador com uma máscara de proteção FFP3



Fonte: (3M, 2022)

Anexo V: Peso dos filtros sem amostra

Peso dos filtros Sem Amostra												
Nº Filtro	18/22	17/22	16/22	15/22	14/22	13/22	12/22	11/22	10/22	9/22		
1º P	0,01399	0,01391	0,01326	0,01320	0,01386	0,01296	0,01375	0,01375	0,01098	0,01335		
2º P	0,01399	0,01391	0,01326	0,01320	0,01385	0,01295	0,01375	0,01375	0,01100	0,01337		
3º P	0,01398	0,01390	0,01327	0,01320	0,01385	0,01295	0,01374	0,01374	0,01100	0,01337		
4º P	0,01398	0,01390	0,01328	0,01320	0,01384	0,01295	0,01373	0,01373	0,01100	0,01337		
5º P	0,01398	0,01390	0,01327	0,01320	0,01384	0,01295	0,01373	0,01373	0,01099	0,01337		
Média	0,01398	0,01390	0,01327	0,01320	0,01385	0,01295	0,01374	0,01374	0,01099	0,01337		
Data Pesagem	09/05/2022	09/05/2022	09/05/2022	09/05/2022	09/05/2022	24/03/2022	24/03/2022	24/03/2022	16/03/2022	15/03/2022		
S1 - Desvio Padrão	5E-06	5E-06	8E-06	0E+00	8E-06	4E-06	1E-05	1E-05	9E-06	9E-06		

Anexo VI: Peso dos filtros com amostra

Peso dos filtros Com Amostra											
Nº Filtro	18/22	17/22	16/22	15/22	14/22	13/22	12/22	11/22	10/22	9/22	
1º P	0,0196	0,0145	0,0135	0,0145	0,014	0,0134	0,0139	0,014	0,0111	0,0134	
2º P	0,0196	0,0145	0,0135	0,0145	0,014	0,0134	0,0139	0,014	0,0111	0,0134	
3º P	0,0196	0,0145	0,0136	0,0145	0,014	0,0134	0,0139	0,014	0,0111	0,0134	
4º P	0,0196	0,0145	0,0135	0,0145	0,014	0,0134	0,0139	0,014	0,0111	0,0134	
5º P	0,0196	0,0145	0,0135	0,0145	0,014	0,0134	0,0139	0,014	0,0111	0,0134	
Média	0,01959	0,01452	0,01354	0,01450	0,01399	0,01343	0,01389	0,01399	0,01112	0,01344	
S1 - Desvio Padrão	1,30384E-05	5,47723E-06	8,94427E-06	1,92354E-05	1,34164E-05	8,3666E-06	5,47723E-06	1E-05	5,47723E-06	5,47723E-06	
Peso da amostra (grama)	0,00561	0,00061	0,00028	0,00130	0,00015	0,00048	0,00015	0,00025	0,00013	0,00007	
Peso da amostra (miligrama)	5,61	0,61	0,28	1,30	0,15	0,48	0,15	0,25	0,13	0,07	

Anexo VII: Peso dos filtros Brancos de Campo e Laboratório

Diferença de pesos	Peso final	Peso inicial	Tipo Filtro Branco	Referência Filtro
	Pf (g)	Pi (g)		
-0,02	0,01372	0,01370	Campo	1BFEUP
-0,01	0,01372	0,01371	Campo	2BFEUP
-0,01	0,01370	0,01369	Campo	3BFEUP
0,00	0,01369	0,01369	Campo	4BFEUP
-0,01	0,01369	0,01368	Campo	5BFEUP
-0,01	0,01476	0,01475	Laboratório	6BFEUP
0,00	0,01473	0,01473	Laboratório	7BFEUP
0,02	0,01472	0,01474	Laboratório	8BFEUP
0,00	0,01475	0,01475	Laboratório	9BFEUP