



FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
ENGENHARIA QUÍMICA
ESTÁGIO PROFISSIONAL

Análise qualitativa e quantitativa dos Impactos ambientais
causados pela matéria-prima durante o processo da fabricação
das tintas

Autor: Mboa, Eduardo Boaventura

Supervisor: Prof.º. Dr. Eng.º António Cumbane

Maputo, 2022

Universidade Eduardo Mondlane
Faculdade de Engenharia
Departamento de Engenharia Química

Curso de Licenciatura em Engenharia Química

ESTÁGIO PROFISSIONAL

Análise qualitativa e quantitativa dos Impactos ambientais
causados pela matéria-prima durante o processo da fabricação
das tintas

Autor: Mboa, Eduardo Boaventura

Supervisor: Prof.º Dr. Eng.º António Cumbane

Maputo, 2022



**FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA**

TERMO DE ENTREGA DO RELATÓRIO DO TRABALHO DE LICENCIATURA

Declaro que a estudante finalista Eduardo Boaventura Mboa entregou no dia ___/___/2022 as 4 cópias do relatório do estágio profissional_____ intitulado:
Análise qualitativa e quantitativa dos Impactos ambientais causados pela matéria-prima durante o processo da fabricação das tintas.

Maputo___ de _____ de 2022

A Chefe da Secretria

DECLARAÇÃO DE HONRA

Declaro por minha Honra que este trabalho é da minha autoria e resulta da pesquisa bibliográfica, experiências, tratamentos e interpretações de dados por mim efectuados.

O autor

(Eduardo Boaventura Mboa)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à Deus todo-poderoso, por ter-me transmitido sabedoria para fazê-lo. Aos meus pais (Boaventura Mboa, Julieta Nwamba e Alzira), irmãos (Adozinda, Carla, Daniel e Boaventura, Dito, Tomás), tios e primos, especialmente ao Cleyton Kovn e Zélia Rogério Mboana.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus pelo dom da vida e por ter-me dado forças e sabedoria para chegar até aqui.

A empresa tinta *CIN* pela concessão do estágio, que constituiu um grande incentivo e confiança no meu trabalho e experiência.

A minha família, principalmente aos meus pais, Boaventura, Julieta e Alzira, irmãos, Adozinda, Carla, Daniel, Boaventura, Dito, Tomás, Joana. A minha avó Lize Mabjaia que não esta mais entre nós, por ensinamentos dado por ela, conselhos e educação. A minha cunhada Mariamo pelo apoio e sempre falando do seu pai Prof. Dr. Eng^o. João Chidamoio, a minha sobrinha Júlia, Ezzly e Nuro. Especialmente ao Cleyton Kovn e Zélia Rogério Mboana, pelo amor, carinho e apoio incondicional em todos os momentos da minha vida.

Aos meus *Mazas* Mauro da Graça, Maida Sinai, Ádina Ravia e Márcia Judith pelos conselhos e ajuda ao compartilharem os googles.

Aos colegas da turma da engenharia química 2017, em especial, aos membros do melhor grupo de sempre, Camilo, Microsse, Óscar, Ferreira, Afonso, Grachan, Chiziane, João Paulo, Honória, Vera, Argentina, Machatine, Amira, Edson, Lemos, Nhamire, Claudio, Sifia, Aka, Mauro, Isaias.

Aos professores Borges Chambal, Felizberto Pagula, Afonso Macheça, Estevão Pondja, Maria Eduardo, Lucrécio Biquiza, Alberto Tsamba, Isabel Guiamba e todo corpo docente do DEQUI pelos ensinamentos dados durante o curso.

Ao meu supervisor Prof. Dr. Eng^o. António Cumbane por me ter confiado este tema, pelos ensinamentos, paciência e disponibilidade para esclarecer dúvidas. Aos técnicos dos laboratórios da CIN, Edson Machaiane, Admiração e Bento Nhassengo pela assistência e apoio dados durante a execução do trabalho de estágio profissional.

A todos que aqui não foram mencionados, mas que de alguma forma, e em circunstâncias diversas, contribuíram na minha formação e na realização deste trabalho agradeço.

Resumo

Este trabalho trata da avaliação quantitativa dos aerodispersóides gerados por actividades no processo da produção de tintas e avaliação qualitativa no estudo ergonómico (ruídos e águas de lavagem) aos quais os trabalhadores estão expostos. Foram feitas análises quantitativas dos riscos na exposição de poeiras (dióxido de titânio, carbonato de cálcio), com estudo dos graus de exposição aos riscos ergonómicos, na realização das suas tarefas laborais. A classificação das partículas pode ser inalável, torácico e respirável, as partículas que podem se depositar nos alvéolos pulmonares apresentam um diâmetro inferior a $10\mu m$ são classificadas como respiráveis, os de partículas grandes abaixo de $100\mu m$ que não conseguem penetrar no trato respiratório, embora provocam dermatites, cânceres, alergias etc, são classificadas como inaláveis e torácicos com diâmetro inferior a $25\mu m$. O estudo foi realizado na empresa CIN onde foi determinada a concentração de poeiras respiráveis através de bomba gravimétrica, filtro de membrana, cassetes ou porta – filtros, mangueira, balança analítica, pinças. A análise de laboratório para determinação dos materiais particulados foi feita com base nos equipamentos acima citados. Os resultados obtidos demonstram que os valores variam, sendo o menor valor $2,0547\text{mg}/\text{m}^3$ e o maior $5,1324\text{mg}/\text{m}^3$ e o valor limite recomendável de $3\text{mg}/\text{m}^3$. De acordo com o valor apresentado acima a concentração maior supera o valor limite da exposição, a que corresponde a secção de tanques maiores e a concentração de tanques pequenos encontra-se abaixo ao limite da exposição. Para os níveis de ruído observou-se que as secções de maior propagação são aquelas que usam tanques grandes em séries, tanques grandes e pequenas, que apresentam valores medidos elevados 100dB (A) , 90dB (A) , 87dB (A) que representam um grave risco de exposição uma vez que são emitidos de forma contínua durante o período laboral. As águas de lavagens não são tratadas em conformidade, após o seu uso, são armazenados nos tanques IBC e levam mais de três meses sem nenhum tratamento. Com isso, busca-se identificar a necessidade de implantar medidas de controlo e de redução/eliminação de impactos.

Palavras-chave: Materiais particulados totais: dióxido de titânio, Carbonato de Cálcio, ruídos e águas.

Índice

DEDICATÓRIA.....	i
AGRADECIMENTOS	ii
Resumo.....	iii
LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS.....	vi
ÍNDICE DE TABELAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. OBJETIVOS.....	2
1.1.1. Objetivo geral.....	2
1.1.2. Objetivos específicos.....	2
1.2. JUSTIFICATIVA DO TEMA.....	3
1.3. METODOLOGIA.....	4
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1. Poeiras.....	5
3.1.1. Classificação das poeiras:.....	6
2.1.4. Poeira total.....	8
2.2. Dióxido de titânio e cargas.....	11
2.2.1. Dióxido de titânio.....	11
2.2.2. Cargas ou Extenders / Pigmentos Inertes.....	13
2.2.2.1. Utilização das Cargas Minerais.....	14
2.2.2.2. Aplicações em tintas.....	15
2.2.5. Efeitos da exposição ao dióxido de titânio e cargas sobre a saúde.....	20
2.2.5.1. Identificação de perigos de dióxido de titânio.....	21
2.2.6. Medidas de Prevenção.....	22
2.2.6.1. Medidas de Controlo da Exposição Ocupacional à Poeira.....	22
2.2.7. Medidas de controlo relativas ao ambiente de trabalho	23
2.3. AMBIENTE SONORO	25
2.3.5. Níveis Sonoros	28

2.4.	A NATUREZA DO RUÍDO	30
2.4.2.	Efeitos do Ruído na Saúde.....	32
2.4.3.	Medidas de Protecção e de Controlo do Ruído	32
2.4.3.2.	Controle do Ruído na Fonte	33
2.4.3.3.	Controle do Ruído na Trajectória de Transmissão	33
2.4.3.4.	Controle do Ruído no Receptor	34
2.4.4.	Medidas Organizacionais	36
2.4.5.	Medidas Contrutivas ou de Engenharia.....	36
2.4.6.	Medidas de Protecção Individual.....	37
3.	INSTITUIÇÃO DE REALIZAÇÃO DE ESTÁGIO.....	40
3.1.	Descrição da instituição	40
4.	PARTE EXPERIMENTAL.....	41
4.1.	Matérias e equipamentos usados.....	41
4.3.	Procedimentos Experimentais.....	43
4.3.1.	Método de levantamento das amostras de poeiras.....	43
4.4.	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	45
4.4.1.	Resultados das poeiras.....	45
4.4.1.2.	Discussão dos resultados.....	47
4.4.1.3.	Avaliação das Concentrações pelo método do Coeficiente de Variação Específico.....	49
4.4.2.	Resultados do ambiente sonoro.....	50
4.4.3.	Resultados das águas de lavagem dos tanques.....	52
5.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	53
5.1.	CONCLUSÕES	53
5.2.	RECOMENDAÇÕES.....	55
6.	BIBLIOGRAFIA.....	56
6.1.	Referências Bibliográficas.....	56

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

ACGIH – *American Conference of Governmental Industrial Hygienists*

CV_t – Coeficiente de variação específico (= 0,09)

C₁ – concentração do tempo incremental T₁

CEN – Comité Europeu de Normalização

DB (A) – Decibel

EPI – Equipamento de Proteção Individual

GCC – Ground Calcium Carbonate

ISO – International Organization for Standardization

NPS – Nível de Pressão Sonora

NIOSH – *National Institute for Occupational Safety and Health*

NHO-08 – coleta de Particulado Sólido Suspenso no Ar de Ambiente de Trabalho

PVC – *Polivinilic chlorite* (cloreto polivinílico)

PCC – Carbonato de cálcio precipitado

TiO₂ – Dióxido de Titânio

TLV/TWA – Time Weighted Average

VLE – Valor Limite de Exposição

VLE-resp – valor limite de exposição, 3 mg/m³ para poeiras respiráveis

±L95% - Variação do desvio do valor médio ponderado

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Propriedades Anatase x Rutílio.....	12
Tabela 2: Características das Cargas Minerai.....	15
Tabela 3 - Diferenças entre o Natural Calcítico e o Precipitado.....	18
Tabela 4 - Limites de tolerância recomendados pela ACGIH para alguns tipos de particulados.....	20
Tabela 5- níveis de pressão sonora de algumas fontes.....	28
Tabela 6- Tempo de exposição limite, em função do nível sonoro a que está sujeito um trabalhador, segundo a Norma ISO 1999:1990.....	29
Tabela 7 - Parâmetros usados para o cálculo da concentração das poeiras secção de tanques grandes.....	46
Tabela 8 - Parâmetros usados para o cálculo da concentração das poeiras secção de tanque pequeno.....	46
Tabela 9 - Concentração ponderada para a secção de tanque grande.....	47
Tabela 10 - Concentração ponderada para a secção de tanque pequeno.....	47
Tabela 11 - Avaliação das concentrações com a variação do desvio médio.....	50
Tabela 12 - Análise de níveis de ruído medidos nas secções da empresa em relação ao nível máximo admissível para 8 horas de trabalho contínuo.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Representação da classificação de poeiras.....	7
Figura 2 - Representação esquemática das principais regiões do trato respiratório e sua correspondência com as frações inalável, torácica e respirável.....	9
Figura 3 - A - Carbonato de cálcio. B - Dióxido de titânio.....	11
Figura 4 - Formas Cristalinas do TiO ₂	13
Figura 5 - curva de ponderação.....	30
Figura 6 - Constituição do ouvido humano.....	31
Figura 7 - Mapa de localização das tintas CIN.....	40
Figura 8 - Concentrações em cada secção de trabalho em relação aos limites de exposição recomendados.....	48
Figura 9 - Nível máximo de ruídos em relação ao nível de ruídos da empresa em dB (A).....	51

1. Introdução

O conforto e a saúde nos ambientes de trabalho são questões primordiais para garantir a eficiência das empresas. O desafio na indústria é harmonizar produtividade com protecção da saúde e o bem-estar dos operários. Toda empresa possui riscos ocupacionais próprios, devido à actividade que desenvolve. Os programas de gestão e controlo de riscos são iniciados pela identificação de seus agentes. Esses agentes são capazes de causar danos à saúde, à integridade física e desconforto aos trabalhadores no desenvolvimento de suas actividades laborais. Identificados esses agentes é possível verificar sua intensidade e se necessário controlá-los por meio de medidas individuais, colectivas e administrativas (Teixeira, R.L. 2013).

Quando inalamos a poeira, as partículas maiores normalmente ficam retidas nas defesas naturais do trato respiratório, ficando retidas nos pelos do nariz, no muco existente na traqueia, brônquios e nos bronquíolos. As partículas menores podem atingir as partes mais profundas dos pulmões (alvéolos pulmonares) sendo as mais nocivas. Considera-se neste trabalho as partículas respiráveis, porque as cassetes de 37 mm que coletam poeiras respiráveis ainda são utilizadas para coleta de poeiras totais (inalável + respirável), no entanto, eles subestimam a concentração de pó inalável, isto é, partículas grandes de poeira, que são capazes de entrar no nariz e boca, podendo não ser recolhidos devido a: abertura da cassete não captura efetivamente partículas grandes; partículas maiores ficarem aderidas às paredes da cassete de 37 mm; Perda de partículas quando o filtro é removido para a pesagem.

Os tipos de amostradores das coletas podem ser ativos e passivos, os ativos consistem na coleta de um volume conhecido de ar através da passagem forçada do ar através do emprego de bombas de fluxo, enquanto os passivos não exigem a passagem forçada do ar, pois agem por difusão molecular sendo assim o tipo mais eficaz para o estudo é ativo, uma vez que se trata de avaliar a concentração média no tempo (TWA), encontram-se em normas nacionais e internacionais. O material particulado pode ter origem nos mais diferentes lugares e processos. A queima de combustível é um exemplo, tanto em aquecedores, etc.

1.1. OBJETIVOS:

1.1.1. Objetivo Geral:

- Análise qualitativa e quantitativa dos riscos na exposição de poeiras (dióxido de titânio, carbonato de cálcio), com estudo dos graus de exposição aos riscos ergonómicos, Identificando-se a necessidade de implantar medidas de controlo e de redução/eliminação de impactos negativos na saúde do trabalhador.

1.1.2. Objetivos Específicos:

- Determinar as emissões do material particulado fazendo a análise gravimétrica;
- Analisar a exposição dos trabalhadores ao material particulado;
- Identificar o nível de exposição dos trabalhadores ao ruído;
- Analisar a exposição dos trabalhadores aos efluentes causados pelas águas da lavagem.

1.2. JUSTIFICATIVA DO TEMA

A preocupação com a qualidade do ar teve início com as descobertas dos efeitos causados pelos poluentes da atmosfera sobre a saúde humana. A poluição atmosférica é apontada como causa de morte por doenças cardiorrespiratórias e câncer de pulmão (POPE et al, 2002).

De acordo com a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA), a poluição por partículas, mais conhecida como material particulado (MP) é uma mistura complexa de partículas extremamente pequenas de sólidos e de gotículas de líquido que flutuam no ar. O material particulado é constituído por um certo número de componentes, como ácidos (nitratos e sulfatos), produtos químicos orgânicos, metais e partículas de terra ou de poeira. Algumas partículas são liberadas diretamente de uma fonte específica, enquanto outras são formadas através de reações químicas na atmosfera (EPA, 2016).

Geralmente, devido ao tamanho das partículas, são praticamente invisíveis individualmente a olho nu, porém muitas vezes, coletivamente, pequenas partículas formam uma neblina que restringem a visibilidade (BAIRD, 2002).

Uma vez que os poluentes podem interferir na saúde da população, existem os padrões da qualidade do ar, limite máximo da concentração de um poluente em nível de garantia de saúde e bem-estar da população (LISBOA, 2007), com ajuda dos limites máximos dessas concentrações foi possível se fazer o estudo da análise quantitativa dos materiais particulados para ver quão os trabalhadores encontram – se expostos. A fim de realizarem uma escolha correta das medidas a serem utilizados com responsabilidade e segurança.

A razão para escolha deste tema é através da geração de informações sobre esses materiais particulados na indústria do processo da fabricação de tintas, para se identificar a classificação de partículas quanto ao tamanho e ser tomada as medidas necessárias para a redução ou eliminação dessas partículas.

1.3. METODOLOGIA

Com vista a alcançar os objetivos definidos, a realização deste trabalho obedeceu a seguinte metodologia:

- Pesquisa bibliográfica de modo a obter informações sobre os materiais particulados totais, dióxido de titânio e cargas, determinação das emissões do material particulado fazendo a análise gravimétrica, análise da poluição sonora, tratamento de águas de lavagem e cálculo da potência necessária para o estudo em causa;
- Parte experimental, que constitui na realização de coletas de dados de materiais particulados tais como, dióxido de titânio e cargas (carbonato de cálcio) empregando o método do uso de cassetes, ergonómicas (ruídos) e tratamento de águas de lavagem;
- Tratamento, análise, discussão dos resultados e elaboração do relatório final.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Poeiras

Poeiras são partículas sólidas finamente divididas com diâmetro entre 0,1 a 150 μm , formadas pela desintegração de matérias sólidas, orgânicas ou inorgânica em consequência de esmagamento, trituração ou fricção, moagem ou britagem de minérios, lixamento da madeira ou concreto, corte de madeira por serra circular, detonação para desmonte de rochas entre outras operações. As poeiras não se difundem, depositam-se de acordo com o tamanho e peso (segundo a lei de Stokes) e no geral não formam grandes agregados no ar (Pereira e Areias, 2008).

O exame de uma amostra de ar extraída de qualquer ambiente, seja ele de trabalho ou não, revela a presença de partículas de vários tamanhos, formas e composições químicas. Os aerodispersóides são definidos como uma reunião de partículas, sólidas ou líquidas, suspensas em um meio gasoso pelo tempo suficiente para permitir a observação ou medição. O tamanho das partículas presentes em um aerodispersóide varia na faixa de 0,001 a 100 μm (Francisco Dornelle, 2001).

Nas indústrias de processos os trabalhadores ficam expostos a poeiras (orgânicas e inorgânicas) por inalação, contacto com a pele ou por ingestão. A inalação é a via mais importante por se analisar e prevenir. A absorção das poeiras através da pele varia da negligenciável até a mais elevada gravidade dependendo da composição dos compostos químicos contidos nessas poeiras. A ingestão de poeiras pode ocorrer em locais de trabalho afectados pela sujidade de poeiras onde os trabalhadores são permitidos de comer, beber ou fumar (Elgstrand e Petersson, 2009).

O aparelho respiratório constitui a via principal de penetração de partículas no organismo humano. Após a inalação, as partículas podem ser libertas ou depositadas em diferentes regiões do sistema respiratório. Essa deposição varia em função do diâmetro, do grau de agregação e aglomeração e do comportamento no ar dessas mesmas partículas (Miranda *et. al.*, 2009).

2.1.1. Classificação das poeiras:

Poeira é toda partícula sólida de qualquer tamanho, natureza ou origem, formada por trituração ou outro tipo de ruptura mecânica de um material original sólido, suspensa ou capaz de se manter suspensa no ar. Essas partículas geralmente têm formas irregulares e são maiores que 0,5 µm (Francisco Dornelle, 2001).

2.1.1.1. Classificação segundo algumas características básicas:

2.1.1.2. Forma da partícula

A forma da partícula é um importante factor que influencia os processos de impactação e deposição inercial no sistema respiratório e os projectos de instrumentos adequados para amostragem e análise de partículas. A variedade de formas existentes para as partículas é ilimitada.

Alguns exemplos podem ser citados, como as esféricas, cúbicas, irregulares, com formato de flocos, fibras, cadeias, plaquetas ou escamas. (Francisco Dornelle, 2001).

2.1.1.3. Origem da partícula

As partículas podem ser classificadas de acordo com sua origem em:

- Minerais - Ex.: quartzo e misturas que contenham quartzo (carvão, caulim, quartzito, areia, argila); asbesto e misturas que contenham asbesto (asbesto bruto, crisotila, anfibólios; fibrocimento, talco); metais e compostos metálicos (alumínio, ferro, chumbo, manganês, berílio, crómio, cádmio);
- Animais - Ex.: peles, couros, pelos, plumas, escamas;
- Vegetais - Ex.: madeiras, grãos, cereais, algodão, palha, juta, cânhamo, bagaço, linho, sisal (Francisco Dornelle, 2001).

2.1.2. Classificação de partículas quanto ao tamanho

De acordo com o tamanho das partículas e a região do trato respiratório onde elas se depositam, os contaminantes particulados podem ser classificados em inaláveis, torácicos e respiráveis (Ribeiro, J., 2012).



Figura 1. Representação da classificação de poeiras. Fonte: Dr Eduardo Algranti* 2017.

- **O particulado inalável** é a fração de material particulado suspenso no ar, constituída por partículas de diâmetro aerodinâmico menor que 100 µm, capaz de entrar pelas narinas e pela boca, penetrando no trato respiratório durante a inalação (Ribeiro, J., 2012).
- **O particulado torácico** é a fração de material particulado suspenso no ar, constituída por partículas de diâmetro aerodinâmico menor que 25 µm, capaz de passar pela laringe, entrar pelas vias aéreas superiores e penetrar nas vias aéreas dos pulmões (Ribeiro, J., 2012).
- **O particulado respirável** é a fração de material particulado suspenso no ar, constituída por partículas de diâmetro aerodinâmico menor que 10 µm, capaz de penetrar além dos bronquíolos terminais e se depositar na região de troca de gases dos pulmões, causando efeito adverso nesse local (Ribeiro, J., 2012).

2.1.3. Quanto à reacção provocada

Não fibrogênicas (ou inertes) – doença pulmonar causada pela exposição a poeiras com baixo potencial fibrogenico, também conhecida como pneumoconiose por poeira inerte. Exemplo: siderose, baritose, estanose, pneumoconiose por carvão vegetal, rocha fosfática.

Partículas fibrogêneas ou pneumoconióticas - São partículas que reagem quimicamente com o tecido pulmonar, destruindo-o e prejudicando seriamente a função respiratória. Sílica cristalina é uma partícula pneumoconióticas (Maria Luísa Matos, 2021).

2.1.4. Poeira total

Segundo a NHO-08, o particulado total tem a seguinte definição:

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

A ACGIH (1993), a ISO (1991) e o CEN (1991) definiram convenções de amostragem cumulativas, onde o particulado inalável é visto como uma fração de todo o aerodispersóide presente no local de trabalho, e os particulados torácico e respirável são sub-frações da fração inalável (Santos, 2001).

Os amostradores devem fazer a colheita das frações inalável, torácica e respirável, que incluem aquelas partículas que se espera que entrem nas vias aéreas superiores, pulmões e região alveolar dos pulmões, respetivamente, conforme mostrado na figura abaixo.

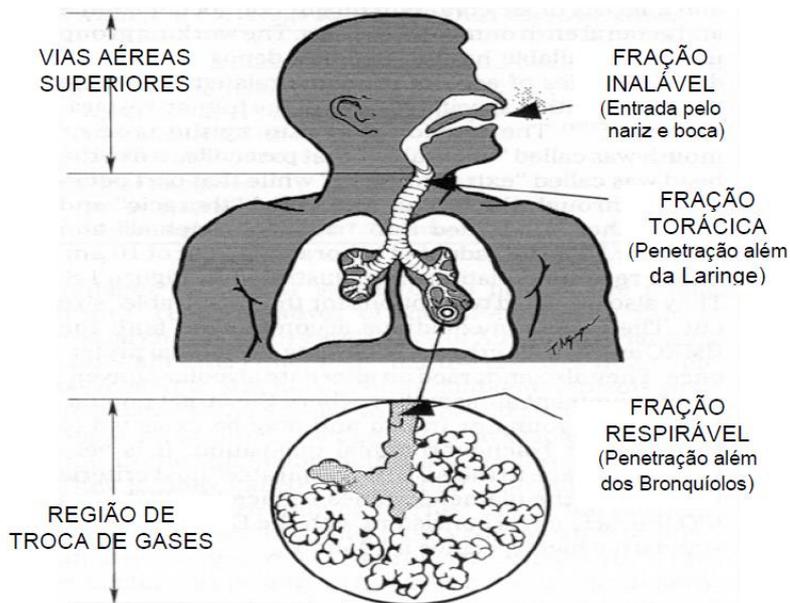


Figura 2. Representação esquemática das principais regiões do trato respiratório e sua correspondência com as frações inalável, torácica e respirável. **Fonte:** Santos, 2001.

2.1.5. Efeitos sobre o organismo

As poeiras ocupam um lugar de destaque entre os contaminantes químicos industriais do ar devido aos efeitos que podem exercer sobre a saúde dos trabalhadores. Os riscos ocupacionais que elas podem originar variam desde um simples incômodo inicial até doenças mais graves como pneumoconiose e câncer (Francisco Dornelle, 2001).

O caminho que as partículas de poeira percorrem no sistema respiratório é constituído pelo nariz, boca, faringe, laringe, árvore traqueobronquial e alvéolos pulmonares como mostra a figura acima.

Nariz - Constitui um filtro no qual o ar é aquecido, humedecido e onde as partículas são parcialmente removidas. A retenção das partículas se inicia pelo impacto com as paredes nasais e por sedimentação. As partículas depositadas são eliminadas por espirros onde podem ser extraídas ou levadas para a faringe (Santos, 2001).

Faringe e laringe - As partículas retidas nas mucosas da cavidade bucal, garganta, faringe e laringe podem ser eliminadas ao se cuspir ou são engolidas (Santos, 2001).

Árvore traqueobronquial - Neste trecho as partículas podem ser retidas por impacto contra as paredes ou simplesmente por sedimentação, devido à perda de velocidade do ar. As partículas retidas podem ser impulsionadas até o exterior pelos cílios existentes nessa região (Santos, 2001).

Região alveolar - As partículas que alcançaram a região alveolar depositam-se nas paredes, tanto por difusão como por sedimentação. O mecanismo de expulsão é muito lento e só parcialmente conhecido. A maior parte destas partículas é retida nas paredes alveolares (Santos, 2001).

2.1.6. Avaliação da exposição ocupacional a poeiras

A natureza das doenças e o grau de probabilidade de sua ocorrência em situações de exposição a poeiras depende da combinação de muitos fatores, entre eles:

- A distribuição de tamanho de partícula (que governa como a poeira entra no corpo, via inalação, e onde é depositada no trato respiratório);
- A concentração de poeira no ambiente (que governa quanto pode ser depositado);
- A forma e reatividade das partículas (que governam o destino subsequente e as respostas biológicas para a presença das partículas em contato com tecidos vulneráveis), (Francisco Dornelle, 2001).

2.1.7. Convenção para Amostragem de Poeiras

(Francisco Dornelle, 2001), A avaliação do risco ocupacional, ou seja, a probabilidade de uma pessoa sofrer um determinado dano para sua saúde devido às condições de trabalho, causado pela inalação de material particulado potencialmente tóxico, usualmente requer a medição de sua concentração em massa. Esse risco é mais bem avaliado quando as partículas que não contribuem

para isto são excluídas da concentração medida. As primeiras recomendações para a avaliação de poeiras nos ambientes de trabalho levavam, então, em consideração apenas duas categorias de poeiras:

- **Poeira respirável**, composta de partículas menores que 10 μm ;
- **Poeira total**, composta por todo material particulado que está suspenso no ar.

2.2. Dióxido de titânio e cargas



A



B

Figura 3. A - Carbonato de cálcio. B - Dióxido de titânio.

Fonte: <https://syrusdistribution.com/service/carbonato-de-calcio-caco3/>,

<https://www.laiouns.com.br/pigmento-branco-dioxido-de-titanio/>.

2.2.1. Dióxido de Titânio (TiO_2)

É um dos mais importantes pigmentos brancos produzidos, sendo sua produção mundial em torno de 2,5 milhões de ton/ano. Dióxido de titânio puro (TiO_2) é um sólido cristalino incolor, estável, existindo em três formas: rutilo tetragonal, anatase (ou prisma tetragonal) e bruquita ortorrômbica, onde destas, apenas o rutilo e a anatase são comercialmente produzidos. (FERREIRA, 2016; PINTO, 2013).

O TiO_2 , componente importante na formulação de tintas, é um pigmento inorgânico e é conhecido como pigmento branco. É um dos pigmentos

revolucionários, pelo fato de revelar inércia química e um elevado poder de cobertura no substrato, além de possuir uma ampla faixa de aplicação. Contudo, é uma das matérias-primas mais onerosas, sendo importante limitar sua proporção em formulações (BASF, 1987).

TiO₂ é um pó com coloração branca, que reflete a luz visível, muito utilizado como pigmento no setor de tintas, alimentos, medicamentos, produtos de higiene, papéis e outros (LAN; LU; REN, 2013).

A mais importante propriedade de qualquer pigmento branco é a sua habilidade de opacificar e branquear o meio em que é disperso. Essas habilidades são controladas essencialmente por duas propriedades: índice de refração e tamanho da partícula. O mais utilizado dentre eles, é o rutilo, por possuir propriedades superiores, que são índice de refração e tamanho da partícula quando comparado a anatase, como pode ser observado na Tabela 1 e Figura 4.

Tabela 1: Propriedades Anatase x Rutilio.

Propriedades	Anatase	Rutilio
Aparência	Pó branco brilhante	Pó branco brilhante
Refletividade (F x 100)	6,72	8,26
Opacidade Relativa	81	100
Índice de Refração	2,55	2,71
%TiO₂	95 – 99	80 - 98,5
Densidade (g/cm³)	3,70 - 3,85	3,75 - 4,15
Absorção de óleo	20 – 24	17 - 40
Tamanho médio da partícula (µ m)	0,14 - 0,15	0,17 - 0,24
Área superficial	10 – 14	7 - 30

Fonte: FAZENDA et al., (2009).

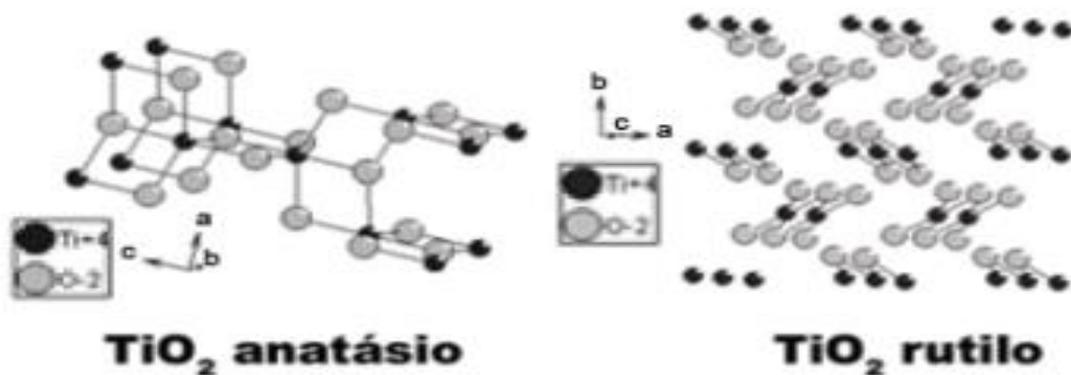


Figura 4. Formas Cristalinas do TiO₂.

Fonte: Paint Quality Institute.

2.2.2. Cargas ou Extenders / Pigmentos Inertes

Cargas ou extenders são materiais inorgânicos, naturais ou sintéticos, de baixa opacidade, sem propriedades colorísticas, e que conferem às tintas certas propriedades, tais como de enchimento, textura, controle de brilho, dureza, resistência à abrasão e outras (MARTINS, 2009; FAZENDA et al (2009).

Segundo Fazenda (2005) os pigmentos inertes ou cargas, também são chamados de extenders. Podem ser naturais ou sintéticos. Os pigmentos inorgânicos são de cor branca e tem baixo índice de refração. Esse tipo de pigmento atribui diversas características a tinta com o brilho, opacidade, resistência à abrasão e ao craqueamento, reforço do filme, entre outras.

As cargas são aplicadas em uma Gama de matérias sendo incorporados juntos as tintas para uma variedade de propósitos. Tendem a ter um custo relativamente baixo, e por esta razão costumam ser utilizadas em conjuntos á outros pigmentos para, desta forma, alcançar um tipo específico de tinta. Por exemplo, seria tecnicamente difícil e muito caro, produzir uma emulsão para tinta utilizando somente TiO₂ com o pigmento. Assim, o emprego de uma carga mineral como, por exemplo o carbonato de cálcio em conjuntos com o TiO₂, além de tornar a tinta mais econômica, ajuda a alcançar uma maior opacidade e brancura em produto a foscos ou semibrilhosos. Cargas mineiras normalmente não contribuem para a cor, e em muitos casos é essencial que elas não apresentem cor (Lambourne, 1999).

Em épocas passadas, tinham como única função, a de reduzir custo das matérias-primas, mas com o desenvolvimento de novas tecnologias, a indústria de beneficiamento de minerais incorporou tratamentos e modificações, conferindo-lhe funções importantes, como por exemplo, no ajuste e controle do brilho, na melhoria da opacidade, na resistência ao impacto, na resistência ao craqueamento, dentre outras funções extremamente importantes para a tinta (ANGHINETTI, 2012; FERREIRA, 2016; MARTINS, 2009).

2.2.2.1. Utilização das Cargas Mineraias

Desde muito tempo, o homem adiciona cargas minerais nos produtos para se obter certas características de desempenho. O argumento mais prevalente para o uso de cargas minerais, foi e continua sendo a redução de custo do produto final. Entretanto, a escolha de qual carga mineral a ser utilizada não é uma tarefa simples (Trivedi, 1994).

Conforme Ciullo (2002), as cargas minerais são utilizadas nas formulações, como matérias de enchimento, reduzindo a quantidade de TiO_2 , que é considerado um mineral relativamente caro, barateando o custo final da tinta. Entretanto, segundo Trivedi (1994), além da redução do custo por peso ou volume, as cargas minerais são incorporadas nas matérias para modificar uma ou mais das seguintes propriedades:

- a) Características físicas;
- b) Propriedades óticas: brilho, cor, aparência e estética;
- c) Características reológicas;
- d) Resistência química e resistência ao fogo;
- e) Densidade;
- f) Resistência abrasão;
- g) Dureza, entre outras.

As cargas minerais mais comumente utilizadas são o caulim, o carbonato de cálcio, talco, sílica, barita e mica. A diatomita, feldspato entre outras, são as cargas menos utilizadas. Aproximadamente, 1 milhão de toneladas destes minerais são anualmente utilizados na indústria de tintas e revestimentos (Ciullo, 2002).

A tabela a seguir, mostra alguma das cargas mais utilizadas na produção de tintas à base de água e sua influência direta nas características da tinta.

Tabela 2: Características das Cargas Minerais.

Cargas	Características
Sílica Diatomácea (SiO₂)	Agente fosqueante Controlador de Brilho
Talco (3MgO.4SiO₂.H₂O)	Melhora das propriedades reológicas
Caulim (Al₂O₃.2SiO₂.2H₂O)	Melhora a resistência mecânica dos filmes Evita sedimentação dos Pigmentos
Carbonato de Cálcio Natural (CaCO₃)	Utilizado em tintas foscas Aumentar o poder de cobertura seca
Carbonato de Cálcio Precipitado (CaCO₃)	Utilizado em tintas brilhantes Aumentar o poder de cobertura seca

Fonte: FAZENDA et al (2009).

De acordo com Anghinetti (2012) os pigmentos mais utilizados são:

Caulim ou Argila - Silicatos de alumínio (Al₂[(OH)₄Si₂O₅]) melhora a aplicabilidade da tinta e dar boa pureza. Quando calcinada, a argila proporciona maior poder de cobertura que a maioria das cargas em tintas porosas, quando a argila é delaminada apresenta maior brilho. Terra Diatomácea – É uma sílica natural (SiO₂), geralmente, fornecida no mercado calcinada, para melhorar as propriedades de cobertura.

2.2.2.2. Aplicações em tintas

É uma carga bastante empregada em todos os sistemas de tintas. Por apresentar formato lamellar, proporciona um acabamento superficial mais uniforme e boa cobertura. Além disso, sua capacidade a Resistência a lavabilidade (ou teste de abrasão). Confere flexibilidade, sua morfologia atribui ao caulim uma Resistência maior a sedimentação garantindo uma melhor estabilidade ao sistema, para tintas esmalte, flexográficas, entre outras (<http://minerosalfa.com/59.html>).

Talco – Silicato de magnésio hidratado ($Mg_3[(OH)_2Si_4O_{10}]$), depois da calcita e da dolomita o talco é um dos minerais mais utilizados em tintas. Por seu caráter alcalino e de barreiras físicas é indicado para recobrimento anticorrosivo, em primers e seladores, além de possuir caráter hidrofóbico.

Calcita/ Dolomita/ Carbonato de cálcio precipitado – A calcita é o carbonato de cálcio natural ($CaCO_3$), enquanto a dolomita é o carbonato duplo de cálcio e magnésio ($[Ca Mg(CO_3)_2]$). São os minerais mais utilizados na indústria de tintas. O carbonato de cálcio precipitado possui menores partículas que a calcita, maior pureza e brancura. Aumenta o poder de cobertura seca.

O processo industrial pelo qual o PCC é produzido é bastante trabalhoso, exigindo um controle bem cuidadoso, pois qualquer alteração em uma das etapas pode ocasionar modificações acentuadas nas características físicas do carbonato resultante.

2.2.2.3. Aplicação em tintas do PCC (Carbonato de cálcio precipitado)

Este mineral apresenta alvura elevada, baixa granulometria, e alto poder de cobertura. Entretanto, por ser muito porosa e ter alta absorção, reduz a Resistência a abrasão, tornando a tinta fosca. Com a utilização do PCC é possível, também, reduzir custos nas formulações de tintas. Pela possibilidade de substituir parcialmente os pigmentos de cobertura.

Carbonato de cálcio natural – é um mineral bastante abundante, encontrado na forma de rochas maciças. Devido aos hábitos de cristalização, os carbonatos de cálcio, possuem varias denominações. São produtos que possuem como composição química com uma pequena quantidade de $MgCO_3$, e podendo conter também impurezas como SiO_2 , Al_2O_3 , Fe, P e S. uma rocha que apresenta carbonato de cálcio em grande quantidade é conhecida como rocha calcária.

O carbonato de cálcio natural é um pó branco, fino, inodoro, insolúvel e de baixa absorção á óleo. Conhecido também como calcita é um mineral de constituição

inorgânica, quimicamente inerte, extraído de jazidas e beneficiado em diversas faixas granulométricas de acordo com a aplicação desejada. Carga muito utilizada pelo baixo valor de mercado, isto devido á alta demanda e oferta.

2.2.2.4. Aplicações em tintas

O GCC (*Ground Calcium Carbonate*) é amplamente utilizado em tintas, com exceção dos sistemas bi-componentes que utilizam ácidos para polimerização e cura. O seu uso auxilia na melhora a resistência a abrasão do filme, entretanto, reduz a flexibilidade do mesmo.

Possui baixo poder de cobertura, sendo base para a fabricação de massa corrida, tintas de demarcação, tintas imobiliárias, por exemplo.

Segundo Samapio e Almeida (2005), o carbonato de cálcio é extensivamente utilizado em tintas para automóveis, como também para outros sectores de tintas.

O GCC, como agente de pintura atua como:

- Espaçador e redutor da quantidade de TiO_2 necessário á pintura;
- Provedor das propriedades mecânicas dos vidros.

2.2.2.5. Diferença entre o carbonato de calcítico moído e o precipitado em relação a algumas propriedades físicas e químicas:

A tabela 3, proporciona algumas diferenças nas características das propriedades entre os PCC e o GCC. Pela análise da mesma, vê-se que o tipo natural apresenta um custo menor e ainda proporciona melhoria de propriedades mecânicas. Em relação ao precipitado, possui o melhor desempenho dentre a carga extensora, tendo um baixo custo em relação ao dióxido de titânio, havendo algumas vantagens como: aumento do poder de cobertura, maior opacidade á tinta, elevada alvura, facilidade de dispersão, baixa sedimentação, entre outras.

Tabela 3: Diferenças entre o Natural Calcítico e o Precipitado.

Propriedades	Calcítico (GCC)	Precipitado (PCC)
Cobertura	Baixa	Excelente
Volume aparente	Baixo	Alto
Absorção em óleo (%)	23 – 33	45 – 95
Alvura	Muito boa	Excelente
Lavabilidade	Muito boa	Boa
Dispersão	Regular	Boa
Custo	Baixo	Elevado
pH	8.50 – 9.50	9.00 – 9.80
Densidade g/ml	0.65 – 0.85	0.25 – 0.35
Índice de Refração	1.48 – 1.65	1.48 – 1.65
Forma da Partícula	Romboédrica	Romboédrico

Fonte: Tintas e Vernizes, Agosto – Setembro, 1998.

2.2.3. Doenças Ocupacionais Provocadas por Produtos Químicos

A doença ocupacional é aquela em que o trabalhador ficou exposto a agentes nocivos para sua saúde, sem que houvesse a proteção necessária contra eles, ou ainda, quando mesmo com a proteção, o grau de exposição foi acima do tolerável por lei, em períodos longos, médios ou curtos. Elas podem demorar anos para se manifestarem, mas quando o fazem, o quadro já está crítico.

A intoxicação crônica: É mais frequente e caracteriza-se por manifestações variadas que ocorrem simultaneamente ou sequencialmente em vários sistemas do organismo. Inicialmente observa-se anorexia, perda de peso, apatia ou irritabilidade, vômitos ocasionais, fadiga e anemia. Posteriormente, percebe-se a falta de coordenação, dores vagas nos ombros, articulações e abdómen, irritabilidade, vômitos intermitentes, além de distúrbios sensitivos das extremidades, bem como transtornos do ciclo menstrual nas mulheres. Em um estado mais avançado da doença, aparecem ataxias, vômitos persistentes, períodos de torpor ou letargia, encefalopatia, delírios, convulsões e coma (KOSNETT, 2003).

Siderose: é uma pneumoconiose causada pela inalação de poeiras e fumos contendo óxidos de ferro, e pode ocorrer em trabalhadores expostos a actividades extractivas de minério de ferro, produção de pigmentos naturais, metalurgia de aço, ferro e ligas, soldadura a arco eléctrico, polimento de metais com óxidos de ferro, em cutelaria de aço e prata e actividades afins (SOUZA et al., 1998).

Dependendo da actividade profissional, existe exposição a outros agentes potencialmente prejudiciais, quando inalados juntamente com o ferro. Na mineração de ferro, os óxidos de ferro podem estar associados à sílica em concentrações variáveis, causando uma lesão pulmonar mista chamada sidero silicose (SOUZA et al., 1998).

Esta patologia normalmente não causa sintomas, sendo conhecida como pneumoconiose benigna, ou seja, é uma doença pulmonar causada pela inalação de partículas de poeira que não resulta em muitos problemas para os seus portadores (SOUZA et al., 1998).

Os metais são necessários para o desenvolvimento da humanidade, usados desde a antiguidade em armas, construções, medicamentos e também essenciais para a manutenção da homeostasia celular no nosso organismo, como é o caso do ferro, zinco, cobalto e manganês. No entanto, a exposição excessiva a esses mesmos metais pode levar a graves estados patológicos. Existem metais que mesmo uma pequena quantidade absorvida pode causar danos irreversíveis e até a morte. Como consequência desses fatos, se torna imprescindível o rigoroso controlo, a prática de limites de tolerância para os metais que podem ser suportados em pequenas quantidades e o limite zero para os metais em que a mínima exposição podem causar graves danos à saúde.

2.2.4. Na Tabela 4 estão descritos alguns limites para partículas recomendados pela ACGIH, devidamente corrigidos (SALIBA, 2016).

Tabela 4 - Limites de tolerância recomendados pela ACGIH para alguns tipos de particulados.

Substância	LT mg/m ³	LT corrigido mg/m ³	Observações
Poeira de Madeira (Cedro Vermelho do oeste)	0,50	0,44	Limite para fração inalável, Outros tipos de madeira (cancerígenas), como, por exemplo, o carvalho, A ACGIH não recomenda limite.
Poeira de outras espécies de madeira	1,00	0,88	Limite para fração respirável que não contenha asbestos e com percentual de sílica livre cristalizada inferior a 1%
Cimento Portland	1,00	0,88	Limite recomendado para fração torácica
Poeira de algodão, bruto, sem tratamento.	0,10	0,09	Poeira contendo material particulado total que não contenha asbestos e com percentual de sílica livre cristalizada inferior a 1%
Cereais(aveia, cevada, trigo)	4,00	3,52	Limite de tolerância para fração respirável.
Grafite (todas as formas exceto fibras de grafite)	2,00	1,76	Limite de tolerância para fração respirável.
Poeira de carvão	0,40	0,35	Limite para particulado total
Poeira de carvão betuminoso	0,90	0,79	Limite para particulado na fração respirável.
Poeira e névoas como cobre	1,00	0,88	Limite para particulado total
Fumos de cobre	0,20	0,18	Limite para particulado na fração respirável.
Ferro, óxido (Fe ₂ O ₃)	5,00	4,40	Limite de tolerância para fração torácica.
Poeira de farinha	0,50	0,44	Limite para fração respirável que não contenha asbestos e com percentual de sílica livre cristalizada inferior a 1%
Caulim	2,00	1,76	Limite para fração respirável e com percentual de sílica livre cristalizada inferior a 1%
Talco sem fibra de asbestos	2,00	1,76	Limite para fração respirável e com percentual de sílica livre cristalizada inferior a 1%

Fonte: ACGIH, (2014).

Fonte: ACGIH, (2014).

2.2.5. Efeitos da exposição ao dióxido de titânio e cargas sobre a saúde

2.2.5.1. Identificação de perigos de dióxido de titânio

Principais perigos: O contato com os olhos pode causar irritação, desconforto, lacrimejamento, dor e/ou visão turva. O contato repellido do dióxido de titânio com a Pele pode causar ressecamento ou rachaduras em indivíduos com Pele sensível (arinos, 29 / 10 / 2002).

Efeitos do produto à saúde: Super exposição por inalação do dióxido de titânio, durante curtos períodos, pode causar irritação das vias aéreas, como garganta e pulmões, causando tosse, dificuldade para respirar ou paradas respiratórias. Resultados de estudos epidemiológicos feitos, mostraram que funcionários que foram expostos ao dióxido de titânio não apresentam risco maior em desenvolver câncer no pulmão, do que aqueles que não foram expostos. Não foi verificado o desenvolvimento de fibrose pulmonar em nenhum funcionário e também não foi verificada nenhuma associação entre a exposição do dióxido de titânio e qualquer enfermidade crônica respiratória e/ou anormalidades em exames de raio X.

Inalação de sílica amorfa, pode causar ressecamento da mucosa e irritação do nariz, garganta e pulmões com hemorragias nasais, tosse, dificuldade para respirar ou paradas respiratórias. Com base em experiências com animais, exposições a altas concentrações, durante longos períodos podem levar a inflamações pulmonares e subsequente desenvolvimento de enfermidades pulmonares crônicas (Arinos, 29 / 10 / 2002).

Perigos específicos: Nenhum dos componentes presentes neste material, em concentrações iguais ou maiores que 0,1% estão listados pelo IARC, NTP, OSHA ou ACGIH como substâncias cancerígenas.

2.2.5.2. Controle de Exposição e Protecção Individual

Segundo (Arinos, 29/10/2001), Limites de exposição:

Hidróxido de Alumínio

- ACGIH TLV – TWA: não estabelecido;
- OSHA 8h – TWA: não estabelecido.

Sílica amorfa:

- ACGIH TLV – TWA: 10 mg/m³ (pó total);
- OSHA 8h – TWA: 80 mg/m³.

Dióxido de Titânio:

- PEL/TWA (OSHA): 15 mg/m³, poeira total 8 hs;
- TLV/TWA (ACGIH): 10 mg/m³, poeira total 8 hs.
- ACGIH: para as poeiras respiráveis 3 mg/m³.

Efeito da Exposição à Sílica Cristalina Respirável (SCR)

A exposição a SCR pode causar:

- Danos ao entrare no organismo;
- Ação no organismo;
- Consequências na saúde do trabalhador.

• **Inalação** - O aparelho respiratório constitui a via principal de penetração de poeiras no organismo humano. Estes, uma vez inalados, podem ser libertados ou depositados em diferentes regiões do sistema respiratório consoante a sua granulometria (tamanho).

• **Ingestão** – As partículas de poeiras podem igualmente ser encontradas no sistema gastrointestinal, após terem sido ingeridos ou após deglutição depois de inalados.

• **Contacto dérmico** - A penetração por contacto dérmico das partículas de poeiras é uma hipótese ainda em estudo.

2.2.6. Medidas de Prevenção

2.2.6.1. Medidas de Controlo da Exposição Ocupacional à Poeira

Para que a poeira cause algum dano é necessário que ela penetre no organismo humano e atinja os órgãos sensíveis à sua acção. Por isso é necessário conhecer as condições de dispersão de particulados no ar do ambiente de trabalho para que se possam adoptar as medidas adequadas de controlo da poeira (Santos, 2001).

As medidas de controlo mais indicadas para cada situação deveriam ser estudadas como antecipação de riscos, prevista na fase de projecto de uma instalação industrial. Normalmente na prática esse estudo é feito após a avaliação ambiental, quando a produção já está em andamento (Santos, 2001).

A hierarquia dos controlos da expansão das poeiras deve ser:

- ✚ Controle do agente de risco na fonte de geração de poeira;
- ✚ Controle do agente de risco na trajetória (entre a fonte e o receptor);
- ✚ Controle do agente de risco no receptor (trabalhador).

2.2.7. Medidas de controlo relativas ao ambiente de trabalho

As estratégias para controle de poeiras devem visar principalmente à prevenção de danos à saúde do trabalhador através de medidas de controlo coletivas, que beneficiam o maior número de trabalhadores possíveis. Essas medidas devem ser instaladas tanto na fonte como na trajetória de propagação da poeira, poupando o trabalhador do uso de equipamentos de protecção individual (Santos, 2001). As medidas são aquelas que:

- ✚ Previnem a emissão e reduzem a concentração de poeiras no ambiente de trabalho, como:
 - Sistemas fechados;
 - Enclausuramento;
 - Ventilação geral diluidora e ventilação local exaustora;
 - Utilização de métodos húmidos;
 - Limpeza dos locais de trabalho.

A melhor forma de actuar no âmbito da prevenção da exposição a poeiras de sílica cristalina respirável, é identificar as principais fontes de produção de poeiras (operações/equipamentos/processos) e meios que permitam a sua minimização ou eliminação, sejam eles através de medidas de engenharia, organizacionais, adoção de boas práticas de trabalho e por último a utilização de EPI's apropriados (Maria Luísa Matos).

A prevenção primária: aplicar na exposição ocupacional a poeiras de sílica cristalina, de um modo generalista, deve seguir uma determinada sequência de actuação:

- Processos de Eliminação/ redução/ organização;
- Medidas de engenharia;
- Limpeza dos locais de trabalho;
- Equipamentos de protecção individual.

2.2.8. Processos de Eliminação/ redução/ organização

- Substituição ou redução das matérias-primas contendo sílica;
- Alteração do processo de transformação a húmido;
- Redução das operações susceptíveis de libertar poeira;
- Redução do tempo de exposição o Redução do tempo de permanência em locais de maior exposição;
- O Redução do número de trabalhadores expostos;
- Adoçam de boas práticas de trabalho que evitem a dispersão das partículas.

Medidas de Controlo de Engenharia: As instalações de armazenamento ou utilização deste material devem estar equipadas com um lavador de olhos e um chuveiro de segurança. Utilizar exaustão local ou geral adequada para manter as concentrações no ar abaixo dos limites admissíveis de exposição (Basile química, 2015).

Equipamento de Protecção Individual Adequado: Protecção dos Olhos/Face: Utilizar óculos de segurança para protecção química.

Protecção da Pele: Utilizar luvas adequadas para evitar exposição da pele.

Protecção Respiratória: Utilizar mascara com filtro para poeiras.

Perigos Térmicos: Não aplicável.

2.3. AMBIENTE SONORO

A mecanização do trabalho através do uso de máquinas é um factor predominante da industrialização. A mecanização resulta dum aumento do número de instrumentos fontes de ruído nos locais de trabalho, nas residências entre outros ambientes (Elgstrand e Peterson, 2009).

Do ponto de vista físico pode-se definir o ruído como toda a vibração mecânica, estaticamente aleatória, de um meio elástico. Do ponto de vista fisiológico será todo fenómeno acústico que produz uma sensação auditiva desagradável ou incomodativa (Miguel *et.al.*, n.d).

2.3.1. Propagação Sonora ao Ar Livre

Segundo GERGES (2000, p.235), a energia gerada por fontes sonora sofre atenuação ao se propagar em campo aberto. Existem alguns factores responsáveis por essa atenuação, como: distância percorrida, barreiras, absorção atmosférica, vegetação, variação da temperatura e efeito do vento.

2.3.2. Impacto do Ruído Na Saúde Humana

Os efeitos da exposição ao ruído na saúde dependem do nível de ruído e da duração à sua exposição.

Conforme a natureza da exposição aos ruídos, o processo de perda auditiva pode ser reversível ou irreversível. Essa provavelmente seja a consequência mais conhecida sobre a exposição prolongada ao ruído (DINIZ, 2003).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (WHO, 2011), um ruído de até 50 dB (A) pode perturbar, mas o organismo consegue se adaptar a ele com facilidade. Com um nível de 55 dB (A) pode haver a ocorrência de "stress", e o nível de 70 dB (A) é tido como o nível do desgaste do organismo, aumentando os riscos de infecções entre outras patologias. Com um ruído de 80 dB (A) ocorre a liberação de endorfinas, o que causa sensação de prazer momentânea e a 100 dB (A) pode haver perda da audição.

O ruído excessivo prejudica gravemente a saúde humana, interferindo em atividades diárias como escola, trabalho, lazer e ainda o sono, podendo causar problemas cardiovasculares e psicofisiológicos, reduzir o desempenho e ainda provocar mudanças no comportamento social (WHO, 2012).

Para realizar a mesma tarefa, um indivíduo, na presença do ruído perturbador intenso, despende aproximadamente 20% a mais de energia (SILVA, 2002).

Belojevic et al. (1997) afirmou, em estudo por meio de pesquisa social e de mensuração dos níveis de pressão sonora, que o risco é alto para inúmeras consequências subjectivas do ruído, como: efeitos comportamentais, distúrbios do sono e efeitos psicológicos. Segundo essa pesquisa, a população que vive exposta a níveis de pressão sonora acima de 65 dB (A) enquadra-se na categoria de alto risco. Alterações tipicamente vestibulares, descritas como vertigens, são observadas em indivíduos durante a exposição ao ruído ou mesmo após essa exposição, podendo ou não vir acompanhadas de enjoos, ânsia de vômito e suores frios, dificultando o equilíbrio, e podendo provocar desmaios e nistagmos (CARMO, 1999).

Diferentes órgãos do corpo humano podem ser afectados indirectamente pelo ruído, seja por activação ou inibição do sistema nervoso central e periférico do indivíduo (MEDEIROS, 1999).

Quando o corpo humano é exposto a níveis elevados de pressão sonora, pode apresentar diferentes sintomas como: aumento do batimento cardíaco, dilatação das pupilas, impotência, alteração nos ciclos menstruais, diminuição da concentração, irritabilidade, ansiedade, contracção dos vasos sanguíneos, cansaço, produção de adrenalina, nervosismo, insónia, entre outros (BRITO, 1999).

2.3.3. Poluição Sonora

Milhões de pessoas já estão sendo afectadas por ruído ambiental ou urbano, estimativa actual para comunidades em todo o mundo (WHO, 2011).

Muitas vezes ele ocorre de forma acelerada, devido ao aumento rápido das cidades, ocasionando danos à saúde (EILLEN, 2007).

Em diversos países, a avaliação do impacto sonoro ambiental já vem sendo realizada com certa frequência, seja ela em carácter de avaliação ou prevenção,

pois o impacto de um novo empreendimento ou uma obra em rodovia pode ocasionar o aumento dos níveis sonoros permitidos (BRÜEL & KJÆR, 2000). Essa avaliação é uma grande estratégia para elaboração de mapas de ruídos para prever situações como essas. Nos países da União Europeia, uma grande parte da população, aproximadamente 40%, está exposta a níveis de ruído de tráfego excedentes a 55 dB (A), e em torno de 20% a níveis acima de 65 dB (A) (BERGLUND et al., 1999).

Segundo a Organização Mundial de Saúde, esses níveis de poluição atingem um grande número de pessoas em todo o mundo, sendo considerado um problema mundial, pois está presente na maioria das grandes cidades.

Barbosa (1992), num estudo sobre Curitiba, comprova que a capital ecológica não é ecológica em acústica. Esse estudo avaliou o ruído urbano em Curitiba por meio de diversas medições de intensidade sonora em 500 pontos, nos principais cruzamentos da cidade, em terminais de ônibus, em linhas de trens, regiões sob o trajecto de aviões.

2.3.4. Nível de Pressão Sonora

A menor variação de pressão que o ouvido humano pode captar a 1000 Hz é igual a 20 Pa (5.000.000.000 de vezes menor que a pressão atmosférica, que é de aproximadamente 101,3 kPa). O ouvido humano pode tolerar variações de pressão milhões de vezes maiores que a variação mínima. Então, se a amplitude do som for medida em Pascal, a escala deve ser excessivamente grande. Para evitar-se isso, utiliza-se o decibel ou dB, que é uma medida da razão entre duas quantidades. É uma unidade de medida adimensional. A definição do dB é obtida com o uso do logaritmo. Segundo Gerges (2000), tanto a intensidade como a duração dependem do grau de prejuízo que um certo ruído pode ocasionar.

Segundo Shultz (1972), por definição, o Nível de Pressão Sonora (NPS) em decibel (dB) é dez vezes o logaritmo de base dez, da razão entre o quadrado da pressão sonora efectiva pela pressão sonora de referência, ou seja, o nível de pressão sonora é obtido, segundo Gerges (2000) em dB, por meio da seguinte expressão (1):

$$NPS = 10 \cdot \log \left(\frac{P}{P_0} \right)^2 \quad (1)$$

Onde:

P é a pressão sonora efectiva medida em [Pa];

P^o É a pressão sonora de referência para o ar e vale 2×10^{-5} [Pa].

O ouvido humano e os sons audíveis por ele podem ser incluídos dentro de uma escala que varia de 0 dB (A), o limiar da audição, e chega até o limiar da dor considerado 140 dB (A).

A tabela 5 demonstra alguns sons observados no nosso dia-a-dia com os valores dos seus respectivos nps (scherer, 2005).

Tabela 5: níveis de pressão sonora de algumas fontes

Tipos de Fontes	NPS dB(A)	Sensação
Chuvisco	30	Muito baixo
Conversa	50	Normal
Ruído de escritório	60	Normal
Aspirador de pó	70	Alto
Ruído de tráfego pesado	80	Alto
Moto a 10m	90	Muito alto
Buzina de veículo a 7m	100	Muito alto
Avião na aterrissagem	150	Insuportável

Fonte: scherer, 2005.

2.3.5. Níveis Sonoros

O nível sonoro varia com o tempo, sendo necessário explicitar uma relação entre o nível e a sua duração. Tal objectivo é conseguido através do nível sonoro contínuo equivalente, normalmente representado por L_{eq} , e que representa um nível sonoro constante que, se estivesse presente durante todo o tempo de exposição, produziria os mesmos efeitos, em termos de energia, que o nível variável (Samorinha, 2012).

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^t \frac{P(t)^2}{P_0^2} dt \quad (2)$$

Esta expressão é idêntica à utilizada pela Norma (ISO 1999:1990), a qual estabelece tempos limite de exposição em função do nível sonoro a que um trabalhador esteja sujeito (Samorinha, 2012).

O nível do ruído equivalente, que um indivíduo pode ficar sujeito em 8 horas de trabalho, ou uma semana de 40 horas de trabalho depende da legislação de cada país, mas usualmente varia de 85 a 90 dB (A) (Elgstrand e Peterson, 2009).

A tabela seguinte mostra os níveis de exposição pelo tempo máximo admissível.

Tabela 6. Tempo de exposição limite, em função do nível sonoro a que está sujeito um trabalhador, segundo a Norma ISO 1999:1990.

Maxima Exposição Diária Permissível	Nível de ruído recomendado dB (A)
8 Horas	85
4 Horas	88
2 Horas	91
1 Horas	94
30 Minutos	97
15 Minutos	100
7.5 Minutos	103

2.3.6. Curva de Ponderação Sonora

As curvas de ponderação são utilizadas para reproduzir a sensibilidade da audição, porque o ouvido humano não é igualmente sensível ao som em diferentes faixas de frequência (QUADROS, 2004).

A curva A é a mais indicada para medir ruído ambiental, ruído de tráfego, conforto acústico e outros, pois representa melhor a audição humana, porém essas curvas podem ser classificadas em A, B, C e D. A curva de ponderação A,

como mostra a FIGURA 5, é utilizada em normas de todo o mundo (SCHERER, 2005).

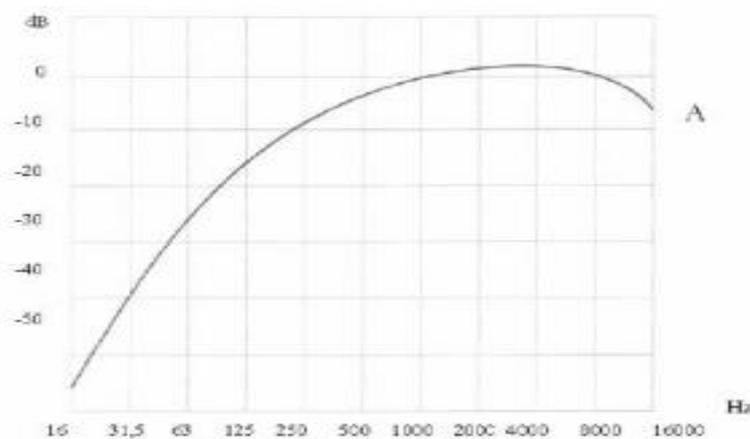


Figura 5. Curva de ponderação a fonte: verband,1978.

2.4. A NATUREZA DO RUÍDO

O ruído é um dos maiores problemas de saúde ocupacional presentes nos ambientes de trabalho. Ruídos elevados podem produzir vários efeitos adversos que incluem desde interferências nas comunicações, acidentes de trabalho até efeitos sobre a saúde e perdas auditivas irreversíveis. Controles administrativos, técnicos e, sobretudo, dispositivos de proteção aos trabalhadores são fundamentais para reduzir ou neutralizar a exposição que, na maioria das vezes, envolve ações complexas.

O ouvido humano consiste em três partes principais: ouvido externo, ouvido médio e o ouvido interno.

Os ouvidos externo e médio, ambos captam as ondas sonoras e as conduzem ao ouvido interno. O ouvido interno transforma os sinais de vibrações mecânicas em impulsos neurais que em seguida são transferidos como informação acústica ao cérebro (Elgstrand e Peterson, 2009).

A figura abaixo ilustra alguns constituintes dos ouvidos que podem ser afetados pela propagação do ruído.

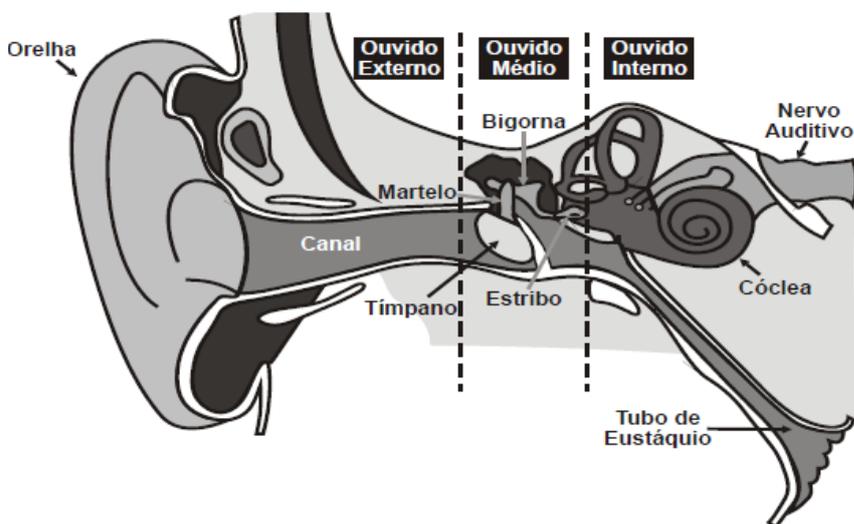


Figura 6. Constituição do ouvido humano, fonte: Elgstrand e Peterson, 2009.

No ouvido interno, existem milhares de células ciliadas na membrana basilar e estas registam as vibrações e transformam em impulsos nervosos que são transmitidos ao cérebro. Quando a pessoa fica exposta a elevados níveis de som, há um risco de que estas células sejam destruídas. Este risco torna-se maior quando a pessoa fica exposta a elevados níveis de som por longos períodos de tempo. Infelizmente, quando as células ciliadas morrem não se podem regenerar, o que resulta numa permanente perda de audição (Elgstrand e Peterson, 2009).

2.4.1. Níveis Máximos e Mínimos de Ruído

Durante um ciclo de oscilações periódicas, a pressão sonora instantânea pode assumir um valor máximo e mínimo em relação aos eventos ocorridos durante esse ciclo de oscilações (HASSALL & ZAVERI, 1979).

Esses níveis de pressão sonora são representados por $L_{mín}$, o menor nível sonoro encontrado num intervalo de tempo medido, e $L_{máx}$, o maior nível sonoro medido durante um evento (HARRIS, 1998). O valor máximo em uma medição de tráfego rodoviário pode ser representado pelo sonar de uma buzina ou ainda por um caminhão com pouca manutenção, que emite um nível de pressão sonora elevado. A identificação desses níveis máximos e mínimos dentro de um

espectro sonoro é de suma importância para o reconhecimento de sons atípicos ao evento de interesse (BIES & HANSEN, 2002; BERANEK, 1993).

2.4.2. Efeitos do Ruído na Saúde

O ruído tem efeitos físicos, psicológicos e sociais. Ele pode ser irritante, mas o efeito mais sério resultante da exposição excessiva é a perda permanente da audição causada pela danificação dos órgãos sensoriais do ouvido interno.

O ruído não só danifica o ouvido, mas também pode causar problemas nas funções cardiovasculares tais como pressão sanguínea e a frequência cardíaca e causa "stress" e outros efeitos psicológicos. O ruído pode também interferir na comunicação, causar cansaço e reduzir a eficiência no trabalho (Elgstrand e Peterson, 2009).

As perdas de audição são em função da frequência e da intensidade do ruído, sendo mais evidentes para os sons puros e para as frequências elevadas.

2.4.3. Medidas de Protecção e de Controlo do Ruído

2.4.3.1. Controle de Ruído

Existem duas formas distintas de controles de ruído na indústria, o primeiro é o controle de ruído ocupacional e o segundo, é o controle de ruído ambiental.

O controle de ruído ocupacional é voltado aos cuidados com a exposição dos seus trabalhadores, sendo o controle de ruído ambiental, aplicado a fim de evitar perturbações e reclamações da comunidade próxima.

É preciso que a indústria se antecipe a emissão de ruído quando de novas instalações ou equipamentos. A resposta da comunidade próxima deve ser um fator na seleção do local, no *layout* e nas relações públicas. É melhor prevenir e corrigir os problemas com ruído antes da planta ser construída ou novo equipamento instalado do que ter ações judiciais devido ao ruído produzido pela indústria. (BARRON R.F., 2003, p.243)

A escolha da melhor estratégia de controlo de ruído envolve aspectos económicos e sociais, e deve ser efetuada buscando encontrar a solução que resulte no melhor custo-benefício.

2.4.3.2. Controlo do Ruído na Fonte

O controlo de ruído na fonte consiste em diminuir a emissão sonora da mesma, através de modificações mecânicas no funcionamento do equipamento e tratamento acústico nos sistemas da máquina que geram o ruído. Antes de propor modificações na fonte sonora, é necessário identificar os elementos responsáveis pela geração do ruído. As causas de grande parte dos problemas de ruído nos equipamentos são provenientes de impactos causados por acelerações e deformações bruscas (BISTAFA, 2006).

Em geral, o ruído emitido por equipamentos é função de diversos fenómenos físicos que ocorrem durante seu funcionamento. A partir da identificação dos causadores de ruído no equipamento, o controlo do mesmo envolve diversas acções, como manutenção, substituição de materiais do equipamento, substituição de processos mecânicos e de geração de energia, etc.

BORTONCELLO et al (2005), apresenta estudos de caso de tratamento de ruído em máquinas, identificando os causadores do ruído no equipamento e implementação das soluções mais viáveis. A partir da substituição de bombas de ar-vácuo accionadas por motor eléctrico, por bombas accionadas por ar comprimido foram atenuados 3 dB (A) da emissão acústica do equipamento. Entretanto, outras medidas poderiam ter sido conjugadas a esta para serem obtidos desempenhos mais efectivos na redução do ruído.

Os controlos de ruído por meio de medidas de engenharia são, geralmente, viáveis do ponto de vista técnico, apesar de muitas vezes serem complexas. No entanto, em muitos casos, os custos de implantação destas medidas são elevados, se tornando um obstáculo para implementação das mesmas (SUTTER apud SILVA 2006).

2.4.3.3. Controlo do Ruído na Trajectória de Transmissão

O controlo de ruído na trajectória adopta medidas de atenuação que atuam no caminho de propagação do som, ou seja, entre a fonte sonora e o receptor.

Sendo assim, é necessário 3 SUTER, A. H. The nature and effects of noise. Encyclopedia of occupational health and safety. v. VI. Geneva: ILO, 1998.

Conhecer as possíveis transmissões do ruído da fonte ao receptor, como por exemplo, se o ruído está sendo transmitido pelo ar ou pelas estruturas de piso ou paredes.

Os métodos frequentemente utilizados para atenuação do ruído na trajetória são:

- Aumentar a distância entre a fonte sonora e o receptor;
- Enclausuramento do equipamento ruidoso;
- Tratamento acústico das superfícies do ambiente (controle da reverberação);
- Barreiras acústicas;
- Separação de áreas ruidosas por divisórias. Para escolher a opção mais eficiente no controle do ruído no meio de transmissão é necessário avaliar o campo sonoro onde a redução de ruído é desejável e os possíveis caminhos da propagação do som.

Segundo BERANEK e VÉR (1992), para controlar o ruído no campo direto, ou seja, nos locais próximos à fonte sonora, a melhor opção é o uso de clausuras ou barreiras acústicas. No entanto, para reduzir no campo reverberante a medida de controle indicada é a utilização de materiais absorventes nas superfícies do ambiente, visando diminuir os níveis sonoros gerados pelas reflexões.

O enclausuramento de equipamentos, técnica bastante utilizada na prática, consiste em isolar o equipamento por uma clausura constituída por elementos com elevada capacidade de isolamento acústico. Devem-se ter cuidados especiais com os fechamentos de portas, janelas e frestas da clausura, pois estes elementos podem reduzir consideravelmente a eficácia do sistema.

Estes elementos devem ser bem vedados para impedir a passagem do ruído do ambiente da clausura para o ambiente do receptor.

Outro aspecto a ser considerado no projecto de enclausuramento de um equipamento é as conexões rígidas, entre a máquina e o sistema.

2.4.3.4. Controle do Ruído no Receptor

Quando a atenuação do ruído na fonte sonora ou na trajetória do ruído for tecnicamente inviável, pode-se adoptar o controle de ruído no receptor. O controle de ruído no receptor geralmente se restringe ao uso, pelos

trabalhadores, de protectores auriculares. Por ser uma medida de carácter individual, além do desconforto e de dificultar a comunicação entre os usuários, a utilização dos protectores auditivos deve ser a última alternativa para o problema do ruído.

Os protectores auditivos são equipamentos de protecção individual que visam diminuir a dose de exposição ao ruído para o trabalhador. A eficiência do protector e seu funcionamento dependem de suas características e das características do usuário (GERGES, 2000).

A escolha do tipo de protector deve levar em consideração o tipo do ambiente ruidoso, o conforto, aceitação dos usuários, bem como custo e durabilidade. Os protectores de inserções podem ser auto-moldáveis, aqueles que são inseridos no ouvido e adquirem a forma do canal auditivo, ou então, ou pré-moldado, com formas que encaixam bem no canal auditivo.

Há também o protector tipo Concha que, segundo GERGES, 2000, oferece uma atenuação de ruído maior que os protectores de inserção. Esta atenuação obtida está relacionada com a pressão que o protector exerce sobre os dois lados da cabeça, entretanto seu custo é mais elevado.

Além destes tipos de protectores auriculares, estão disponíveis no mercado os protectores activos. Estes protectores captam o som e emitem uma onda sonora igual ao som incidente no ouvido, porém com defasagem de 180° , implicando no cancelamento do som incidente. Este sistema é bastante eficiente para sons contínuos com frequências inferiores a 1.500 Hz. Como os demais protectores auriculares são eficientes nas frequências médias e altas, a solução de protectores do tipo concha com cancelamento activo de ruído oferece excelente desempenho na redução da exposição ao ruído em diversas situações. Ressalta-se que a eficiência da utilização do protector auditivo como medida de controlo de ruído está directamente relacionada com a aceitação e conforto do usuário, pois o funcionário deve usar o protector durante toda a jornada de trabalho para que a redução da dose de exposição ao ruído seja máxima.

2.4.4. Medidas Organizacionais

As medidas administrativas ou organizacionais têm em vista a redução dos níveis de ruído ou do tempo de exposição. As medidas mais comuns são as seguintes:

- Adopção de uma política de aquisição de equipamentos, na qual o factor nível de ruído seja tido em conta;
- Rotação periódica dos trabalhadores expostos, tendo em vista a redução da dose de ruído a que estão sujeitos durante o seu período de trabalho;
- Realização de trabalhos ruidosos em horários em que haja menor número de trabalhadores expostos.

2.4.5. Medidas Contrutivas ou de Engenharia

1) Actuação sobre a fonte emissora de ruído

O método de controlo do ruído mais eficaz é a actuação sobre a fonte emissora de ruído. De seguida, apresentam-se alguns exemplos:

- Melhoria da manutenção efectuada a máquinas e/ou equipamentos de trabalho;
- Utilização de equipamentos acoplados às máquinas de modo a reduzir os níveis de ruído emitidos por estas;
- Alteração ao nível do processo e/ou das técnicas produtivas.

2) Actuação sobre as vias de propagação

O controlo do ruído na fonte nem sempre é possível e por vezes, apesar de serem tomadas medidas nesse sentido, a redução obtida não é suficiente. Como tal, devem então ser consideradas outro tipo de medidas que visem controlar o ruído na sua trajectória, tais como:

- Encapsulamento (confere um bom isolamento e uma boa absorção sonora em simultâneo);

- Painel anti-ruído (auxiliam o controlo da propagação do ruído numa determinada direcção. Devem ser construídos de material isolante, revestidos de material absorvente e colocadas do lado em que se localiza a fonte de ruído);
- Cabinas (protegem as pessoas expostas ao ruído. A sua aplicação ocorre, sobretudo quando existem muitas fontes produtoras de ruído cuja protecção seja impossível ou muito dispendiosa).

2.4.6. Medidas de Protecção Individual

Quando o nível sonoro a que o trabalhador está submetido ultrapassa os valores admissíveis e não é viável (técnica ou economicamente) qualquer das soluções anteriormente descritas ou o controlo efectuado não se revela eficaz, terá então que se recorrer à protecção individual (Miguel *et.al.*, n.d).

Se a exposição diária for susceptível de exceder 85 dB (A) (nível de acção) mas não ultrapassar os 90 dB (A), devem ser postos à disposição dos trabalhadores protectores individuais (Miguel *et.al.*, n.d).

Estes protectores podem ser de dois tipos: abafadores ou tampões auditivos, podendo estes últimos serem descartáveis (destinados a uma única utilização) ou reutilizáveis (destinados a várias utilizações) (Miguel *et.al.*, n.d).

2.5. TRATAMENTO DE ÁGUAS INDUSTRIAIS

Tratamento de água industrial é processo de recuperação da qualidade da água utilizada pela indústria. O tratamento da água deve ser orientado por um profissional da área, como um engenheiro químico, engenheiro ambiental, químico ou técnico químico.

Frequentemente, a água é utilizada pela indústria para diversas finalidades que vão desde a simples limpeza até no resfriamento de processos industriais. Esta água muitas vezes contém metais pesados ou outros produtos tóxicos ao meio ambiente e por isso a água necessita ser recuperada antes de seu lançamento na rede de esgotos ou nas vias fluviais. A água é um elemento fundamental em praticamente todos os setores industriais. Incentivadas por razões econômicas,

diversas empresas passaram a conduzir programas de gestão dos seus recursos hídricos, implementando projetos de reuso, redução de perdas e racionalização do uso, obtendo reduções expressivas do consumo de água e dos lançamentos de efluentes ao meio ambiente.

(https://pt.wikipedia.org/wiki/Tratamento_de_águas_industriais).

2.5.1. Doenças causadas por inalação de água contaminada

Hepatite A, Giardíase, Amebíase ou Disenteria Amebiana, Leptospirose, Cólera, Ascariíase ou lombriga, Febre Tifoide.

Legionelose (doença dos legionários)

A legionelose, também conhecida como doença dos legionários, é uma infecção provocada por uma bactéria chamada *Legionella pneumophila*. A legionelose é uma infecção pulmonar que costuma ser adquirida através da inalação de partículas água contaminadas com a bactéria *Legionella*.

A legionelose não é transmitida de pessoa para pessoa nem é adquirida pelo consumo de água contaminada. Para adquirir a *Legionella* é preciso aspirar partículas de água contaminada presentes no ambiente.

Diversos tipos de sistema de água já foram identificados como potenciais fontes de legionelose. Entre os mais comuns estão sistemas de aquecimento ou arrefecimento de água, ares-condicionados centrais, banheiras de hidromassagem, chuveiros, equipamentos de água sob alta pressão, umidificadores, chafarizes, fontes artificiais, nebulizadores, saunas a vapor, etc. Qualquer ambiente onde haja vaporização ou emissão de partículas de água pode ser uma fonte de contágio, caso a água esteja contaminada com a bactéria. (Dr. Pedro pinheiro,17/11/ 2021).

2.5.2. Como evitar pegar estas doenças

Para se proteger e evitar estas doenças, deve-se evitar o contato com o esgoto, águas contaminadas ou não tratadas, enchentes, lama ou rios com água parada, sendo também desaconselhado o uso de piscinas não tratadas com cloro.

Para assegurar a sua segurança, é indicado ferver sempre a água antes de a utilizar, quer seja para lavar ou preparar alimentos ou para beber, caso não seja filtrada. Além disso, pode também optar por usar hipoclorito de sódio para desinfectar e purificar a água.

3. INSTITUIÇÃO DE REALIZAÇÃO DE ESTÁGIO

3.1. Descrição da instituição

Tintas CIN de Moçambique é uma empresa moçambicana criada pela CIN em 1973 com sede em Maputo e fábrica e centro de distribuição na Machava. Atua nos segmentos de Construção Civil, Indústria e Proteção Anticorrosiva.

CIN está localizado em Matola, Maputo (província). Esta empresa está operando na seguinte indústria: Lojas de Material de Construção.

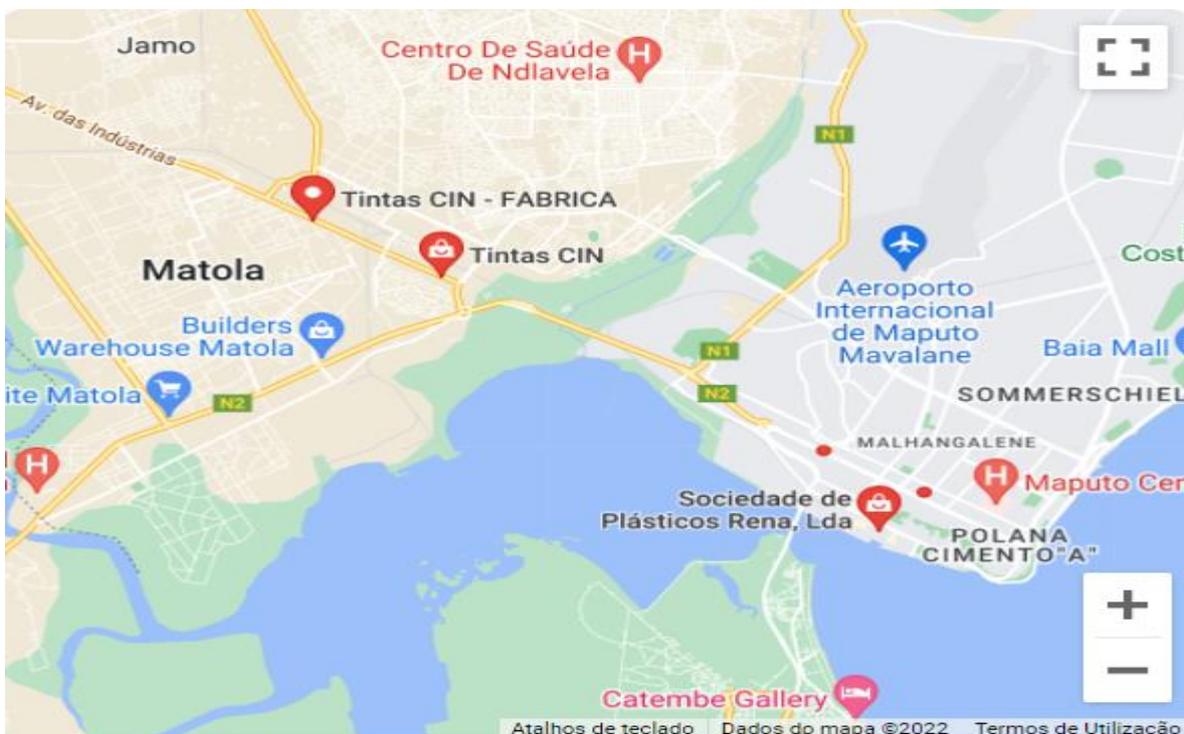


Figura 7. Mapa de localização das tintas CIN, (fonte. adaptado pelo autor).

A tinta CIN divide – se em vários departamentos acompanhados pelos gabinetes dos seus dirigentes ou chefes. Também é constituída por uma secretária-geral, uma sala de reuniões, um refeitório e uma sala comum para técnicos, um laboratório para testes de qualidade, sala de enchimento, local de produção, zona de armazenamento das matérias-primas, sala de armazenamento dos produtos, loja. O período de funcionamento semanal das suas atividades é das 7h:00 min às 17:00 min, estando encerrado aos sábados e domingos.

4. PARTE EXPERIMENTAL

4.1. Matérias e equipamentos usados

Este capítulo, apresenta equipamentos usados e os ensaios realizados no desenvolvimento da pesquisa, tanto no laboratório como na empresa:

- ❖ Bomba gravimétrica (fig A2 – 1);
- ❖ Filtro de membrana;
- ❖ Cassestes ou porta – filtros (figA2-2);
- ❖ Mangueira (figA2-4);
- ❖ Balança analítica de 0,001g de precisão (figA2-5);
- ❖ Pinças;
- ❖ Medidor de ruído (fig A2-6).

4.2. Descrição dos equipamentos

Bomba gravimétrica: é utilizado para coletar os agentes químicos (como névoas, particulados, vapores) e outros contaminantes que podem causar danos à saúde do trabalhador, não mede a concentração de nenhum produto químico eles apenas forçam a passagem do ar pelo dispositivo da coleta. O fluxo de ar usado durante o levantamento das amostras de poeiras é de 2.2 l/min. A bomba é conectada a uma cassete por meio de uma mangueira de borracha fazendo a sucção do ar para o seu interior. Ela tem uma capacidade de vazão de 1 l/min a 4 l/min e é alimentada por baterias recarregáveis.

Filtro de membrana: utilizados na coleta dos aerodispersóides. A retenção do contaminante se dá através da passagem forçada do ar (amostragem ativa) através desses filtros (cloreto de polivinila para poeiras, ester celulose para fumos metálicos e amianto) que os retém. Posteriormente esses filtros são enviados para análise em laboratórios especializados, ou seja, o filtro é usado para a retenção do particulado de poeiras, com tamanho de poros 0,2um, 0,45um, 0,65um e 0.8um, o filtro possui o diametro de 50 mm. Tem baixo peso de tara, peso do material sem nenhum conteúdo (cerca de 0,08 g) e baixa

absorção de humidade para a estabilidade gravimétrica (menos que 0,5 % depois de 24 horas a 48 % de humidade relativa do ar e 50°C).

Cassetes ou porta – filtros: tradicionalmente a amostragem de particulados utilizando filtros é conduzida em cassetes de 37 mm de diâmetros, com um tamanho de poro de 5,0 micrômetros (um) com face fechada (figura. A2-2), onde a bomba é ligada na saída de ar (lado rajado) e a face superior da cassette é mantida no mesmo, de forma que o ar e os aerossóis entram no dispositivo a partir deste orifício superior de entrada de ar (figura. A2-2). Um suporte de papelão é usado para apoiar o filtro PVC dentro da cassette.

Mangueira (figura. A2 - 4): a mangueira é um equipamento que serve de conexão entre cassette e bomba. As mangueiras devem ser flexíveis de material plástico, de preferência inerte, tipo Tygon®, com diâmetro e comprimento adequados a fim de evitar a interrupção do fluxo de ar ou vazamentos durante o levantamento das amostras. O diâmetro externo é de 10 mm e o interno de 7 mm com uma espessura de 1,5 mm e o comprimento varia de 60 a 100 cm de comprimento dependendo da altura do trabalhador.

Balança analítica (figura. A2 – 5): é um instrumento de laboratório altamente sensível, projectado para medir a massa com precisão. Sua legibilidade varia entre 0,1mg – 0,01mg.

Pinças: utilizado para assegurar o filtro, quando removido dentro da cassette e também é utilizado para a abertura da própria cassette. Deve ser feito com cuidado para que não haja escape das amostras coletadas pelo filtro.

Medidor de ruído (figura. A2 – 6): é um equipamento projectado para realizar a medição dos nível de pressão sonora, e conseqüentemente, aferir o quão intenso é um som, mede o nível de pressão sonora em decibéis, uma unidade logarítmica. Não se deve confundir o nível de pressão sonora com a intensidade sonora, pois são conceitos fisicamente bem distintos. Outro termo geralmente usado para expressar a amplitude sonora é o volume sonoro.

4.3. Procedimentos Experimentais

4.3.1. Método de levantamento das amostras de poeiras

O levantamento das amostras foi feito no período de seis dias na empresa. 24 De Janeiro a 31 de Janeiro de 2022. O procedimento das amostras teve os seguintes passos:

1. Primeiramente preparam – se os filtros marcando os números para cada filtro e é feita as pesagens dos filtros antes do levantamento das amostras (CIN 01, CIN02, CIN 03, CIN 04, CIN 05, CIN 06 referentes à empresa).
As pesagens dos filtros seguem os seguintes critérios:
 - ❖ Os filtros são retirados das embalagens e colocados nos petris durante 24 horas antes de se fazer as pesagens, de modo a se adaptarem ao ambiente do local de armazenamento.
 - ❖ Com ajuda da pinça carrega - se os filtros e são feitas as pesagens na balança analítica.
 - ❖ Faz – se medições de 3 filtros de referência com um erro não maior que 5%.

De seguida o filtro é introduzido na cassette segurado pela pinça. As cassetes são levadas consoante o número marcado nelas até a empresa.

2. Organizam – se ainda no laboratório, os equipamentos constituídos de bomba gravimétrica, cassetes que contem os filtros, tubo ou mangueira formando assim o aparelho de colheita das poeiras.
3. Assim, o aparelho é levado à empresa, onde é montado no trabalhador como ilustra a figura A2 - 7.
4. A bomba é fixada num fluxo de 2,2 l/min (fluxo que simula a respiração humana).
5. O aparelho funciona durante 6 horas (360 min).

6. Após as 6 horas de funcionamento, verifica – se o fluxo da bomba (se houve uma possível variação ou manteve – se constante) e de seguinte o aparelho é retirado do trabalho e levado de volta ao laboratório onde se retira a cassette conectado a mangueira e deixa – se durante 24 horas de modo a se estabilizar ao ambiente, A amostra é posteriormente depositada no petri e introduzida em uma câmara situada no laboratório. A temperatura do laboratório é de cerca de 27 °C.
7. Seguidamente, organizam-se as cassetes com filtros para o dia seguinte repetindo os procedimentos 1, 2, 3, 4, 5 e 6 e as cassetes usadas são lavadas para o uso posterior.
 - ✚ As cassetes são lavadas por um dispositivo especial, que durante 30 minutos introduzem-se duas cassetes e assim procede para cada sessão.
8. Após 24 horas de deposição ou armazenamento, as amostras são mensuradas na balança analítica de modo a se obter o valor do peso depois da colheita da amostra. Lido o valor da pesagem antes e depois do levantamento da amostra já se pode determinar o peso da amostra.

4.3.2. Leitura de níveis de ruído

As leituras de ruidos foram feitas em apenas um dia, 02 de fevereiro de 2022 na empresa. Na medição do ruído, foi se até as máquinas das secções onde os trabalhadores operam para se conhecer os níveis de ruído em que estão expostos, mais também fez se estudos nos armazenamentos, corredores e laboratório.

4.4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para a avaliação da emissão das poeiras foi feita a análise estatística a partir dos dados da massa e volume da amostra.

A massa da amostra é determinada pela diferença do peso do filtro depois e antes do levantamento da amostra como mostra o anexo A2. Este peso indica a quantidade de poeiras suspensas que o trabalhador fica exposto no ambiente de trabalho.

O volume é a medida de fluxo da bomba pelo tempo de exposição. Este volume indica a quantidade de ar que é aspirado pela bomba no ambiente de exposição durante o tempo do funcionamento do aparelho. O volume é dado pela expressão ilustrada no anexo A2.

A concentração TWA 8 horas é a quantidade de poeiras em miligramas por unidade de volume em metros cúbicos num tempo de trabalho de jornada de (8 horas). Esta concentração é dependente do tempo de análise pelo tempo da jornada diária de trabalho, e indica a concentração máxima que um trabalhador deve ficar exposto por dia, como mostra a expressão do anexo A2.

4.4.1. Resultados das poeiras

Os resultados seguintes apresentam valores obtidos a partir dos pesos dos filtros antes e depois da colheita das amostras, o volume obtido a partir do fluxo do ar pelo tempo de colheita calculando assim a concentração das amostras durante o período laboral na empresa.

Tabela 7. Parâmetros usados para o cálculo da concentração das poeiras secção de tanques grandes

Amostra	Massa da amostra (mg)	Volume da amostra (m ³)	Concentração de poeiras (mg/m ³)	TWA 8 horas (mg/m ³)
CIN 01	6,23	0,847000	7,3593	5,9027
CIN 03	6,20	0,928400	6,6782	5,8713
CIN 04	6,13	1,012000	6,0606	5,8080
Média	6,18	0,9291333	6,6994	5,8622

Tabela 8. Parâmetros usados para o cálculo da concentração das poeiras secção de tanque pequeno

Amostra	Massa da amostra (mg)	Volume da amostra (m ³)	Concentração de poeiras (mg/m ³)	TWA 8 horas (mg/m ³)
CIN 02	2,90	0,851400	3,4061	2,7462
CIN 05	2,96	1,137400	2,6081	2,8091
CIN 06	2,96	0,794200	3,7354	2,8093
Média	2,64	0,927666	2,6931	2,7882

Os valores de concentração obtidos serão sempre ponderados ao tempo de ocorrência da operação, sendo posteriormente comparado com o valor limite de exposição a 8 horas contínuas diárias. A ponderação necessária será efectuada pela seguinte expressão:

$$\text{Concentração Média Ponderada} = \frac{C_1 T_1 + C_2 T_2 + \dots + C_n T_n}{T_i}$$

Onde: **C** - TWA 8 horas (mg/m³). **T** – Tempo de execução (minutos).

4.4.1.1. Levantamentos das Amostras de Poeira

A avaliação da exposição ocupacional gerada pelo contacto com partículas sólidas suspensas no ar do ambiente de trabalho foi realizada a partir da análise estatística dos dados obtidos, assim como através da comparação desses valores com os limites de exposição estabelecidos por órgãos normatizadores, como a ACGIH, a NIOSH e a OSHA.

O resíduo disperso no ar caracteriza a concentração de partículas pertinente ao ambiente de trabalho analisado, sendo dependente do tipo de processamento efectuado, do material processado e das condições ambientais existentes.

A secção que foi avaliada dispõe-se de seguintes equipamentos: tanques, dispersores, exaustor.

Tanques são usados para efeitos da produção, onde são introduzidas todas as matérias-primas.

O dispersor é um equipamento de Alta performance para dispersar, dissolver, emulsificar e desaglomerar, atuando em misturas dos tipos sólidos – líquidos e líquidos – líquidos.

Exaustor é usado para a eliminação de calor, impurezas, odores, gases e outras substâncias tóxicas de um ambiente, ela funciona retirando elas do ambiente e realizando a troca por ar puro e limpo.

4.4.1.2. Discussão dos resultados

Nas tabelas seguintes apresentam-se resultados da concentração média ponderada em comparação com os valores limites das poeiras respiráveis por secção da empresa.

Tabela 9. Concentração ponderada para a secção de tanque grande

Secção		Tanque grande		
Parâmetro	Concentração (mg/m ³)			
	Valor médio	Média ponderada	Valor limite	
Poeiras respiráveis	5,8622	5,8578	3	

Tabela 10. Concentração ponderada para a secção de tanque pequeno

Secção		Tanque pequeno		
Parâmetro	Concentração (mg/m ³)			
	Valor médio	Média ponderada	Valor limite	
Poeiras respiráveis	2,7882	2,7899	3	

Dos valores acima obtidos, usam-se os valores de concentração média ponderada de TWA para compará-los pelas diferentes secções da empresa. Isso irá permitir verificar a área de maior exposição.

A linha preta destacada dos gráficos a seguir indica o limite máximo de concentração, para as poeiras respiráveis (3 mg/m^3).

O gráfico a seguir irá facilitar na observação dos resultados apresentados nas tabelas.

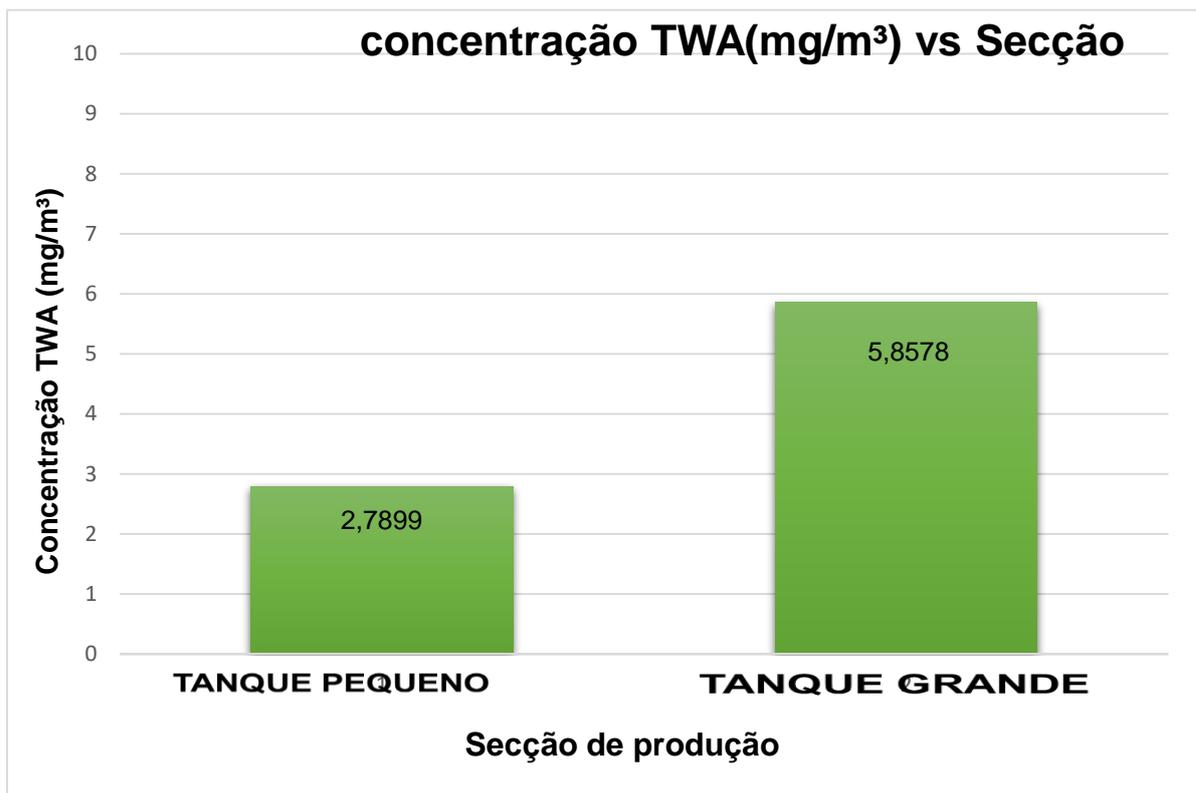


Figura 8. Concentrações em cada secção de trabalho em relação aos limites de exposição recomendados.

Fonte: (adaptado pelo autor, 2022).

O gráfico demonstra claramente os dados da concentração ponderada em cada secção em relação ao limite de exposição recomendado. Verifica-se que a secção do tanque pequeno apresenta um valor abaixo do limite de exposição e o tanque grande apresenta valor superior ao limite da exposição.

O tanque pequeno apresenta um valor abaixo devido a sua capacitação de produção, ou seja, a quantidade que se produz a um tanque pequeno é de 1500Kg, sendo assim a quantidade das matérias-primas em pó introduzidas para os produtos estudados variam de 289,522 - 650 Kg enquanto para tanques

grandes tem uma capacitação de 6500Kg e a quantidade das matérias-primas em pó varia de 3100 - 3700 Kg, isso explica a variação em cada secção.

Com base no texto da ACGHI, que tem como reconhecimento dos efeitos adversos da exposição ao material PNOC, foram estabelecidos e incluídos na lista principal de limites de exposição um TLV-TWA de 10 mg/m³ para particulados inalável total e um TLV-TWA de 3 mg/m³ para particulados respiráveis.

4.4.1.3. Avaliação das Concentrações pelo método do Coeficiente de Variação Específico

As medidas de dispersão servem para avaliar o grau de variabilidade ou dispersão de um conjunto de dados. Estas medidas nos permite estabelecer comparações entre fenomenos da mesma natureza mostrando como os valores se distribuem acima ou abaixo da medida de tendência central.

Os valores de concentração obtidos e avaliados acima representam uma estimativa de quantidades das amostras que os ambientes das empresas emitem durante as diferentes operações. Contudo, há uma necessidade de determinar um intervalo que esses valores podem oscilar se as mesmas secções forem submetidas a outras análises operando da mesma forma e mantendo as mesmas condições de operação.

Para avaliar os valores obtidos para poeiras respiráveis com um intervalo de confiança de 95%, é possível calcular o desvio do valor médio ponderado usando coeficiente de variação específico para o método segundo a NIOSH (CV_t = 0,09) através da seguinte expressão.

$$\pm L95\% = 1,645 \times CV_t \times VLE - \text{resp}$$

Tabela 11. Avaliação das concentrações com a variação do desvio médio.

secção		
	Tanque grande	Tanque pequeno
Concentração TWA	5,8578	2,7899
L(95%)	0,4442	0,4442
Valor mínimo	5,4136	2,3457
Valor máximo	6,302	3,2341

Para as amostras acima obtidas, o verdadeiro valor de concentração de poeiras respiráveis tem uma probabilidade de 95% de se encontrar nas gamas acima referenciadas e caso na mesma probabilidade de 95% os valores de concentração excederem o VLE para as poeiras respiráveis esse valor é considerado inadmissível.

4.4.2. Resultados do ambiente sonoro

O ruído contribui para distúrbios gastrointestinais, distúrbios relacionados com o sistema nervoso (por exemplo: irritabilidade, nervosismo, vertigens, etc.). Um ruído intenso e súbito acelera o pulso, eleva a pressão arterial, contrai os vasos sanguíneos, e contrai os músculos do estômago, dentre outras alterações.

É evidente que se faça o estudo de ruídos, pois durante o processamento de tintas tem havido a exposição dos operários ao ruído pelas máquinas de dispersão, do exaustor, bombas de pressão, dentre outras alterações.

A medição de ruídos foram feitas em várias secções dentre elas, o lugar da produção, corredores, loja e laboratório, como mostram as tabelas seguintes:

Tabela 12. Análise de níveis de ruído medidos nas secções da empresa em relação ao nível máximo admissível para 8 horas de trabalho contínuo.

Secção		Nível de Ruído dB (A)	Nível máximo admissível dB (A)
1	Laboratório	67	85
2	Corredor 1	75	85
3	Coredor 2	83	85
4	Coredor 3	76	85
5	Coredor 4	64	85
6	Sala de recepção	75	85
7	Coredor da produção	79	85
8	Tanques grandes	90	85
9	Tanques pequenos	87	85
10	Tanques grandes em séries	100	85

Representação Gráfica

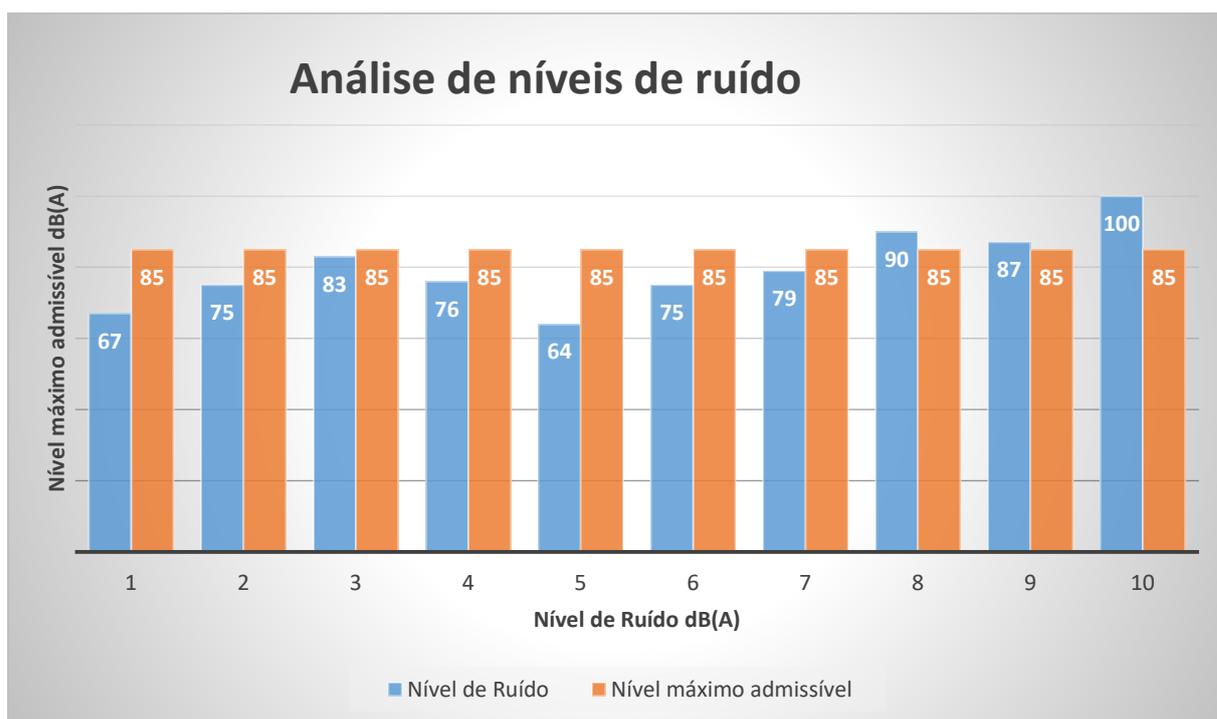


Figura 9. Nível máximo de ruídos em relação ao nível de ruídos da empresa em dB (A). Fonte: (adaptado pelo autor, 2022).

Conforme os dados ilustrados na tabela e o gráfico, verifica-se que os valores de ruídos variam de acordo com cada secção, os valores de ruídos que variam no intervalo de 67 – 83 dB (A) apresentam um valor abaixo do nível máximo recomendado, pois o trabalho não dispõe de máquinas de dispersão. Mas os

valores de tanques grandes em série, Tanques grandes, Tanques pequenos excedem o limite admitido para 8 horas de trabalho contínuo o que coloca os trabalhadores dentro de risco de desenvolver doenças ligadas à audição pela permanente exposição. Os níveis de ruído medidos são de risco para os trabalhadores, uma vez que se encontram em valores próximos ou elevados ao limite recomendado, o que coloca os trabalhadores em situações de desconforto na realização das suas tarefas, pois estes não usam os protectores auriculares o que podera desencadear a perda permanente da audição.

Conforme a natureza da exposição aos ruídos, o processo de perda auditiva pode ser reversível ou irreversível. Essas provavelmente sejam as consequências mais conhecida sobre a exposição prolongada ao ruído (DINIZ, 2003).

Um ruído de até 50 dB (A) pode perturbar, mas o organismo consegue se adaptar a ele com facilidade. Com um nível de 55 dB (A) pode haver a ocorrência de estresse, e o nível de 70 dB (A) é tido como o nível do desgaste do organismo, aumentando os riscos de infecções entre outras patologias. Com um ruído de 80 dB (A) ocorre a liberação de endorfinas, o que causa sensação de prazer momentânea e a 100 dB (A) pode haver perda de audição.

4.4.3. Resultados das águas de lavagem dos tanques

Durante o processo de análise constatou-se, que a empresa gasta uma quantidade de **120 L por dia** em média, que durante um período mensal são cerca de **2400 L** reservados no IBC (tanques de descargas, figura A4-6 em anexo), o que constitui 2 tanques e meios das águas de lavagem de tanques. Os tanques têm sido armazenados por um período longo de 3 meses ou mais. Durante este período as águas se encontram em uma avançada fase de decomposição o que provoca um ambiente odorífero que poderá causar várias doenças dentre os quais se destaca a **Legionelose** devido a inalação do cheiro causada pelas mesmas. Este tipo de problema pode ser comum em várias empresas, pelo que, necessita da atenção da parte dos responsáveis da gestão de higiene e saúde no trabalho.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. CONCLUSÕES

A avaliação do material particulado coletado no ar da empresa CIN é apresentada com base nos dados obtidos no período de Janeiro a Fevereiro de 2022. Em relação aos dados de concentrações de ACGIH, pode concluir que:

- ✓ Na análise quantitativa e qualitativa pode se concluir que é importante realizar análises como as descritas ao longo da dissertação, ergonômicas, concentração particulado total, pois através dos mesmos consegue-se ter uma visão geral dos elementos que se poderão encontrar durante o processo de produção das tintas, e também perceber a existência de elementos com potencial tóxico para a saúde humana e desconforto acústico. Visto isso pode se perceber que os dados relatam alguns valores que ultrapassam os limites de exposição de 3 mg/m^3 e 85 dB (A) e isso é considerado situação de risco grave e iminente aos trabalhadores expostos, medidas devem ser tomadas para controlar a exposição, não só pela imprecisão do método de avaliação, mas principalmente para resguardar a saúde dos trabalhadores;
- ✓ Com base na análise gravimétrica das emissões do material particulado pode se verificar que as duas secções da empresa emitem quantidades de materiais particulados diferentes, sendo o valor da concentração ponderada para tanques grandes ($5,5878 \text{ mg/m}^3$), que propagam maiores quantidades de poeiras devido ao seu tamanho e da forma em que são colocadas as matérias-primas em causa. Para tanques pequenos o valor da concentração ponderada não excede o valor limite da exposição sendo o valor ($2,7899 \text{ mg/m}^3$).
- ✓ Tendo em conta que as poeiras têm grande tendência a mantere-se em suspensão na atmosfera durante um certo período de tempo, e sabendo os elementos presentes nas mesmas, a sua forma e dimensão das partículas, bem, como formas de contaminação possível, pode-se concluir que os trabalhadores encontram-se expostos a níveis elevados das poeiras o que pode causar problemas de saúde ocupacional.

- ✓ No que tange ao ambiente sonoro há propagação do ruído durante as operações no tempo laboral não excedem o valor limite de 85 dB (A) na maioria das secções. Os maiores níveis de ruído são emitidos nas secções que usam tanques sendo essas secções de maior exposição aos efeitos danosos de ruidos, e podem ser caracterizados como locais de desconforto acústico. Esse desconforto não somente pode causar danos negativos aos trabalhadores mais a própria empresa, isto é, um trabalhador que se encontram a 55 dB (A) pode haver a ocorrência de estresse e isso poderá vir a dar efeito negativo na parte da produção devido a sua exposição.

- ✓ No que se refere as águas de lavagens pode se perceber que, essas águas são capazes de colocar em risco a saúde dos trabalhadores graças à presença de agentes patogênicos e a libertação de recendências negativas devido ao seu avanço de decomposição por longo período que se encontram armazenados. Essa libertação de recendência pode vir a causar os danos para própria empresa devido a exposição dos operários, pois isso pode interferir no desempenho durante o trabalho por se encontrarem em um estado de desconforto.

5.2. RECOMENDAÇÕES

- ✓ No que concerne a propagação de poeiras durante a produção de tintas (anexo A4-4), notou-se que os trabalhadores operam sem uso das tampas e sem assegurados das tampas, o que coloca os trabalhadores expostos tanto nas poeiras assim como na sua integridade física, deste modo, recomenda-se o uso de tampas nos tanques pequenos (anexo A4-1) e asseguradores de tampas para os tanques em séries (anexo A4-2), no momento em que são introduzidas as matérias-primas e amostras quando são levados para o teste no laboratório. As tampas devem apresentar uma pequena abertura em forma de círculo para serem conectadas com o captor das poeiras;
- ✓ No que diz respeito as lavagens dos tanques, elas não são lavados de forma correta, os trabalhadores devem entrar dentro dos tanques grandes. Isso pode vir a causar danos negativos aos trabalhadores, recomenda-se o uso das pinhas, uma espécie de Chuveiro rotativo, usando bombas;
- ✓ Em referência aos dados coletados na empresa, 60 metros de tubo reto e diâmetro interno de 15 cm com cerca de 20 ton/h foi possível calcular, a vazão necessária com um valor assumido de velocidade mínima. A potência calculada nas condições da coleta dos dados teve um valor aproximado de 14 HP, sendo assim recomenda - se a instalação de um exaustor adequado de modo que consiga fazer a sucção das poeiras de uma forma eficiente;
- ✓ Deve se adotar as medidas necessárias suficientes para a eliminação, a minimização ou o controle dos riscos ambientais, tais como: o estudo da eficácia dos EPI's no combate as poeiras que ficam em suspensão, pois os resultados das avaliações quantitativas assim como qualitativas da exposição dos trabalhadores excedem os valores dos limites previstos, como o de tanque grande;
- ✓ Com relação ao reaproveitamento de água usada para a lavagens dos tanques é criar fossas grandes no subsolo de modo que ao terminar de se fazer a lavagem nos tanques a água passe pelo duto, devem ser instalados os filtros no meio dos dutos de modo a filtrar as gangas que são depositadas no âmbito da lavagem e fazer se o estudo correto, para que a água seja reaproveitada.
- ✓ A expansão do uso de silos de modo a evitar a exposição dos trabalhadores (figura A4 – 3).

6. BIBLIOGRAFIA

6.1. Referências Bibliográficas

- ✓ Alcinéa Meigikos dos Anjos S. 2001 - O Tamanho das Partículas de Poeira Suspensas no Ar dos Ambientes de Trabalho. Adaptação da Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas da Universidade Federal de Minas Gerais. P. 21-30.
- ✓ Edson Ma. 2016 - Avaliação da Exposição dos Trabalhadores aos Riscos Ocupacionais em Empresas de Fabrico de Móveis. Universidade Eduardo Mondlane. P. 3-5.
- ✓ Analytics brasil – análises químicas, higiene ocupacional. 26 Fev. 2019.
- ✓ Rocha, i. C. I. De, 2017. Universidade federal do rio grande do sul escola de engenharia. Trabalho de diplomação em engenharia química - departamento de engenharia química. Pág. 7, 8.
- ✓ G. S. Spirlandelli, j. R. D. Finzer, d. M. Fernandes, 2016 - dispersão de dióxido de titânio em formulações de tintas. Universidade de Uberaba, Departamento de Engenharia Química.
- ✓ Sampaio, J. A. & Almeida, S. L. M. Calcário e Dolomito - Rochas e Minerais Industriais – CETEM/2008, 2ª Edição.
- ✓ Sá, A. n.d. – Prevenção e Controle dos Riscos com Poeiras Explosivas. *Controle de Poeiras Explosivas, Higiene Ocupacional e Ventilação Industrial.*
- ✓ <https://www.msmanuals.com/pt/casa/assuntos-especiais/drogas-recreativas-e-entorpecentes/solventes-vol%C3%A1teis#>.
- ✓ Mariana O. D. N. Recife, 2018. Processos de produção e avaliação do desempenho de tintas á base d' água para decoração e sua questão ambiental - universidade federal rural de pernambuco departamento de química licenciatura em química. Pág. 24, 26.

- ✓ Gustavo Pontes Brasil, campina grande – pb 2019. Projecção e montagem de uma indústria de tintas acrílicas - universidade estadual da paraíba centro ciências e tecnologia departamento de química química industrial, P. 17, 18.
- ✓ Carmen Dias Castro, Porto Alegre, RS 2009. Tese para obtenção do título de doutor em engenharia – Universidade federal do rio grande do sul, escolar de engenharia. Programa de pós – graduação em engenharia de minas, metalúrgica de de materiais – PPGEM. P. 46 - 57.
- ✓ Livia Garcia Soares, contaminação de aerodispersóides metálicos na indústria e seu risco na saúde dos trabalhadores - universidade federal de Uberlândia faculdade de engenharia química curso de graduação em engenharia química. Uberlandia-mg dezembro 2017, P. 14-16.
- ✓ Arinos, 2002. Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico - dióxido de titânio anatase.
- ✓ Basile químico, 2015. Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico – dióxido de titânio.
- ✓ Maria L. Matos - LNEG - UCTM- Lab S. Mamede de Infesta, 29 de Março de 2021. Valores Limite de Exposição a Sílica Cristalina Respirável na Indústria Extractiva e Transformadora – Medidas de Prevenção - webinar - a problemática da sílica cristalina respirável na indústria extractiva e transformadora.
- ✓ Curitiba, Mirre liluz M. 2013. Análise do impacto ambiental sonoro com a implantação do trecho norte da linha verde em curitiba - universidade federal do paraná.
- ✓ SUTER, A. H. The nature and effects of noise. Encyclopedia of occupational health and safety. V. VI. Geneva: ILO, 1998.
- ✓ Alves, Luís 2010 – Identificação e Avaliação de Riscos – Carpintaria Francisco Lopes & Filhos, Lda. Pós Graduação em Segurança e Higiene no trabalho. 22ª edição.
- ✓ American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) 1998 – Industrial Ventilation Manual. *A Manual of Recommended Practise*. 23rd edition. Washington, D.C.

- ✓ Amaral, A. C. M. M. 2012 – Exposição a Partículas e Eventuais Efeitos Sobre a Saúde. Lisboa. P. 4 – 24.
- ✓ Beça, M. S. 2013 – Ruído Ocupacional e Perdas Auditivas Numa Empresa do Ramo da Metalomecânica. *Dissertação de Mestrado em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacional, Universidade do Porto*. Porto. P. 29 – 36.
- ✓ Prof. Roberto L. Phd, Prof. António A. De P. Xavier, Dr. conforto térmico e stress térmico - universidade federal de santa catarina centro tecnológico. Departamento de engenharia civil, florianópolis, Março de 2002. P. 70-71.
- ✓ Ricardo Sá, (Setembro/Outubro de 1999): Introdução ao “stress” térmico em ambientes quentes.
- ✓ Alegre Thales, R. Silva Porto. Julho 2019 - sistema de iluminação sustentável aplicado em pavilhões industriais. Universidade federal do rio grande do sul escola de engenharia comissão de graduação do curso de engenharia civil. P.21 – 30.
- ✓ Reynaldo Gomide – são Paulo.1983 – CAP-IV. Primeiro volume: operações com sistemas sólidos granulares. Operações unitárias.

6.2. Outra revisões Bibliograficas

- ✓ Carolina R. Mota, Iluminação em ambientes de trabalho - A relação entre o projeto luminotécnico e a produtividade dos funcionários.
- ✓ Ricardo Sá, Setembro/Outubro de 1999 - Introdução ao “stress” térmico em ambientes quentes.
- ✓ https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwig3NL4rKz2AhVJg_0HHSeeA3MQFnoEC_AgQAw&url=https%3A%2F%2Fwww.medicinanet.com.br%2Fconteudos%2Fbiblioteca%2F2245%2F4_recomendacoes.htm&usg=AOvVaw3A0KtJlb-r3gd_8gUXo5II.,
- ✓ <https://www.mdsaude.com/doencas-infecciosas/doencas-da-agua/>

ANEXO

ANEXO A1. DADOS DA EMPRESA

Tabela A1 – 1. Pesos dos filtros antes do levantamento das amostras.

Filtros das amostras – Massa antes (g)	Nº de filtro	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Pesp médio	Min	Máx	ϵ (%)
	CIN 01	0,0915	0,0916	0,0915	0,09153	0,0915	0,0916	0,1
	CIN 02	0,0932	0,0931	0,0932	0,09317	0,0931	0,0932	0,1
	CIN 03	0,0948	0,0947	0,0948	0,09477	0,0947	0,0948	0,1
	CIN 04	0,0944	0,0946	0,0946	0,09453	0,0944	0,0946	0,2
	CIN 05	0,0976	0,0978	0,0978	0,09439	0,0976	0,0978	0,2
	CIN 06	0,0993	0,0994	0,0993	0,09933	0,0993	0,0994	0,1

Tabela A1 – 2. Pesos dos filtros depois do levantamento das amostras.

Filtros das amostras – Massa depois (g)	Nº de filtro	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Peso médio	Min	Máx	ϵ (%)
	CIN 01	0,0978	0,0977	0,0978	0,09777	0,0977	0,0978	0,1
	CIN 02	0,0966	0,0958	0,0958	0,09607	0,0958	0,0966	0,8
	CIN 03	0,0986	0,0988	0,0986	0,09867	0,0885	0,0988	0,2
	CIN 04	0,1006	0,1007	0,1007	0,10067	0,1006	0,1007	0,1
	CIN 05	0,0989	0,0987	0,0988	0,09736	0,0987	0,0989	0,2
	CIN 06	0,1021	0,1024	0,1024	0,10230	0,1021	0,1024	0,3

Tabela A1 – 3. Tempo de levantamento e volumes das bombas medidos durante a exposição das poeiras.

Nº da amostra	CIN 01	CIN 02	CIN 03	CIN 04	CIN 05	CIN 06
Ref. da bomba						
Tempo de início (hora)	9:347:00	09:35:00	09:40:00	08:46:00	08:09:00	07:40:00
Tempo de paragem (hora)	16:02:00	16:02:00	16:42:00	16:26:00	16:46:00	13:41:00
Tempo decorrido (min)	385	387	422	460	517	361
Volume anterior (l/min)	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Volume posterior (l/min)	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Volume medio (l/min)	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
ϵ (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Anexo A2. Exemplos de cálculo

Cálculo de massa da amostra

$$\text{Massa da amostra} = [\text{peso do filtro depois (g)} - \text{peso do filtro antes(g)}] \times 1000$$

$$\text{Massa da amostra} = (0,0978 - 0,0915) \times 1000 = 6,3 \text{ mg}$$

Cálculo de volume da amostra

$$\text{Volume da amostra} = \frac{\text{Volume médio (l/min)} \times \text{Tempo decorrido (min)}}{1000}$$

$$\text{Volume da amostra} = \frac{2,2 \times 385}{1000} = 0,847 \text{ m}^3$$

Cálculo de concentração das poeiras

$$\text{Concentração das poeiras} = \frac{\text{Massa da amostra (mg)}}{\text{Volume da amostra (m}^3\text{)}}$$

$$\text{Concentração das poeiras} = \frac{6,3}{0,847} = 7,438 \text{ mg/m}^3$$

Cálculo de TWA 8 horas

$$\text{TWA 8 horas} = \frac{\text{Concentração das poeiras (mg/m}^3\text{)} \times \text{Tempo decorrido (min)}}{480 \text{ (min)}}$$

$$\text{TWA 8 horas} = \frac{7,438 \times 385}{480} = 5,966 \text{ mg/m}^3$$

Cálculo da concentração ponderada

$$\text{Concentração Média Ponderada} = \frac{C_1 T_1 + C_2 T_2 + \dots + C_n T_n}{T_i}$$

$$\begin{aligned} \text{CMP} &= \frac{5,9027 * 385 + 3,6931 * 422 + 5,8080 * 460}{385 + 422 + 460} \\ &= 5,1324 \text{ mg/m}^3 \end{aligned}$$

Cálculo da Concentração usando o Coeficiente de Variação Específico

$$\pm L95\% = 1,645 \times CV_t \times VLE - \text{resp}$$

$$\pm L95\% = 1,645 \times 0,09 \times 3 = 0,44415.$$

Projetando um sistema de transporte pneumático de sólidos

Os sistemas pneumáticos em **fase diluída** (baixa pressão; $\cong 14\text{psi}$) utilizam grande quantidade de ar para remover quantidades relativamente pequenas de material em uma suspensão a altas velocidades (10-30 m/s). Utilizam sopradores e/ou ventiladores.

Sistema da empresa CIN com os seguintes parâmetros:

- ✓ Comprimento: 60 metros de tubo reto e diametro interno de 15 cm
- ✓ Acessórios: 6 cotovelos de 90 graus
- ✓ Velocidade minima assumida, uma vez que estamos a trabalhar com fase diluida quantidades relativamente pequenas de material em uma suspensão a altas velocidades: $v_{\min} = 18\text{m/s} = 1080 \cong 1094\text{m/min}$
- ✓ Vazão mássica de sólidos desejada: (cerca de 20 ton/h).

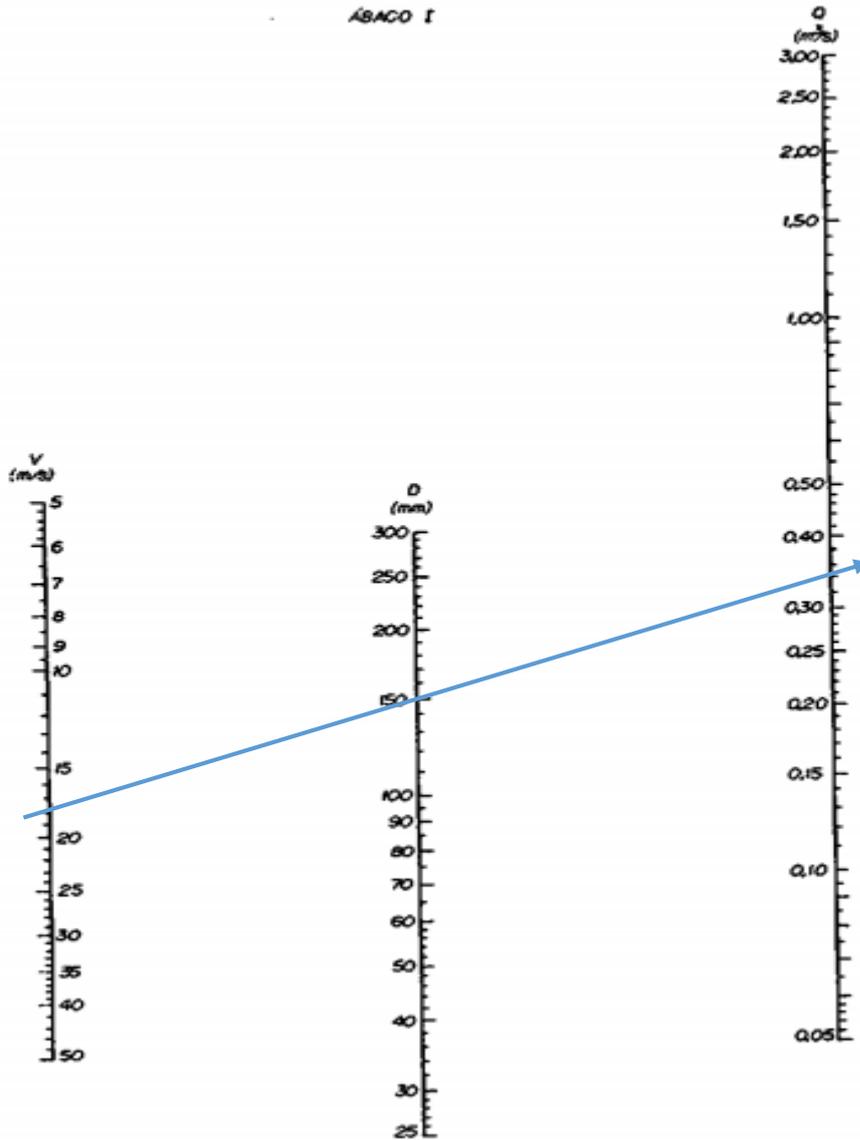
Determine o comprimento equivalente da tubulação para o sistema

Assumindo que cotovelos de 90 graus têm um comprimento equivalente de 60m, para o nosso projeto temos um comprimento equivalente = $60 + 6 \cdot 0,3048 = 61,8288$ m.

Densidade bulk		Velocidade do Ar	
lb/ft ³	kg/m ³	ft/min	m/min
10	160	2900	884
15	240	3590	1094
20	320	4120	1256
25	400	4600	1402
30	480	5050	1539
35	560	5500	1676
40	640	5840	1780
45	720	6175	1882
50	800	6500	1981
55	880	6800	2072
60	960	7150	2179
65	1040	7450	2270
70	1120	7700	2347
75	1200	8000	2438
80	1280	8250	2515
85	1360	8500	2591
90	1440	8700	2652
95	1520	9000	2743
100	1600	9200	2804
105	1680	9450	2880
110	1760	9700	2957
115	1840	9900	3118
120	1920	10500	3200

Pela tabela a densidade aparente é de 240 kg/m³

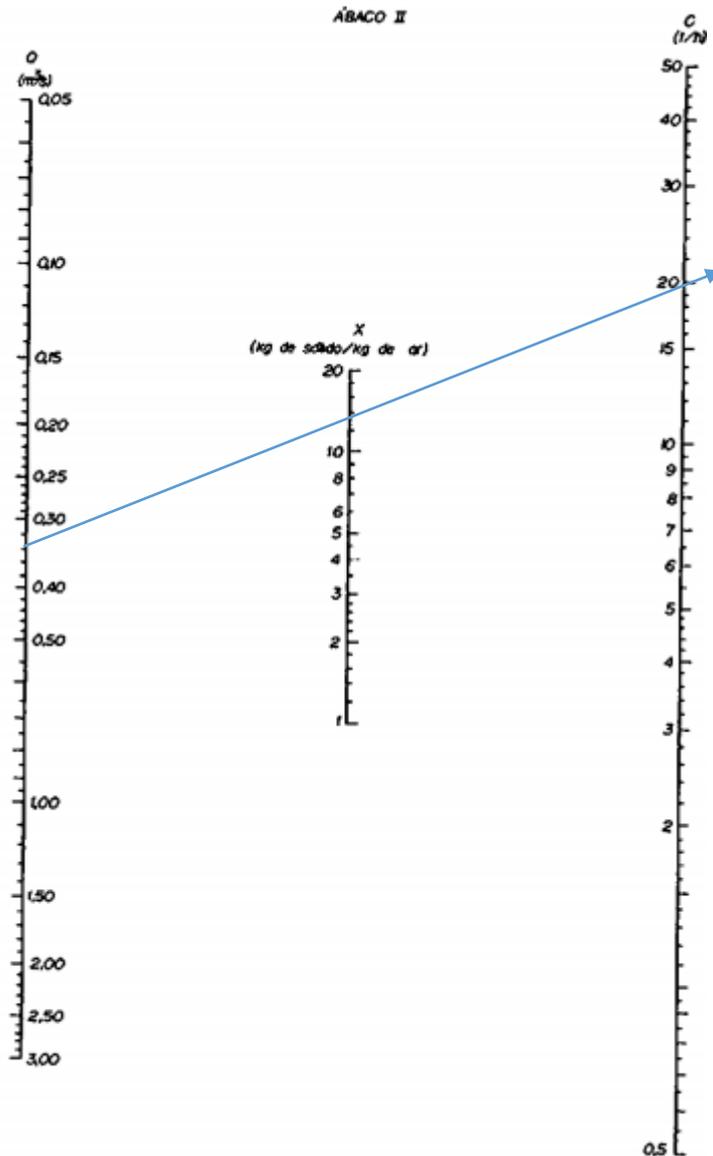
ÁBACO I



Vazão de ar exigido

Na Carta 1, trace uma linha reta da velocidade inicial para o diâmetro do tubo e prolongue a linha para encontrar a vazão de ar. Para nosso sistema, nós começaremos com um tubo comum de 150 mm de diâmetro.

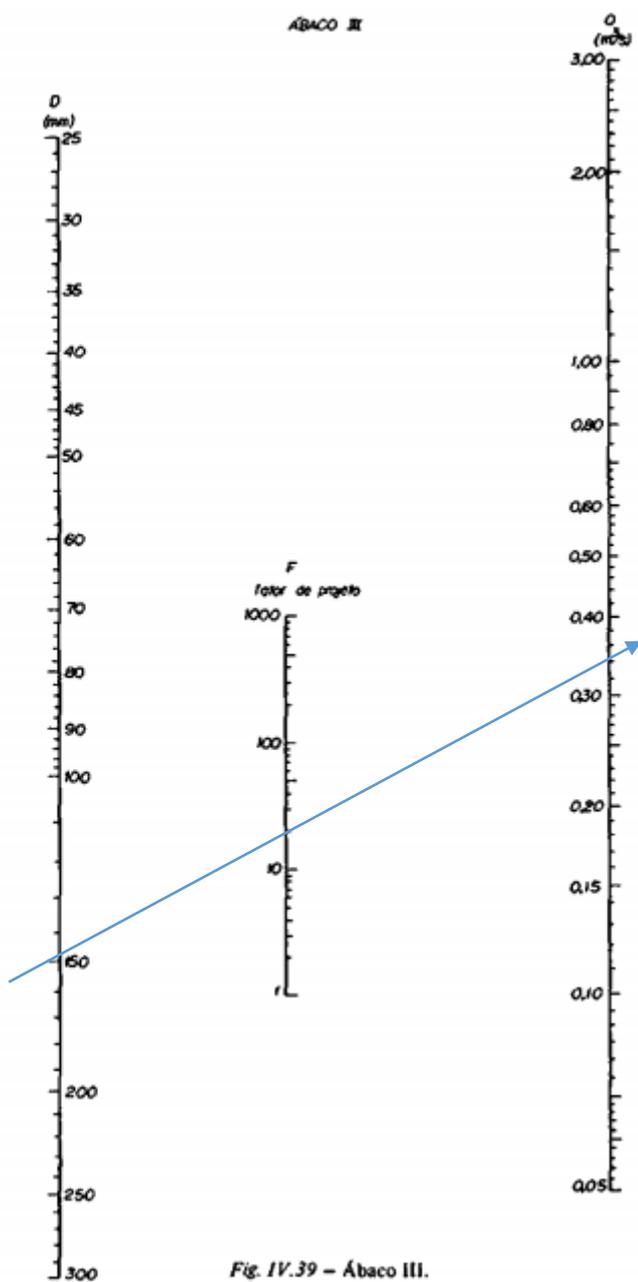
Este procedimento resulta uma vazão de ar inicial de $0,34\text{m}^3/\text{s} = 20,4\text{m}^3/\text{min}$.



Encontre a relação de sólidos

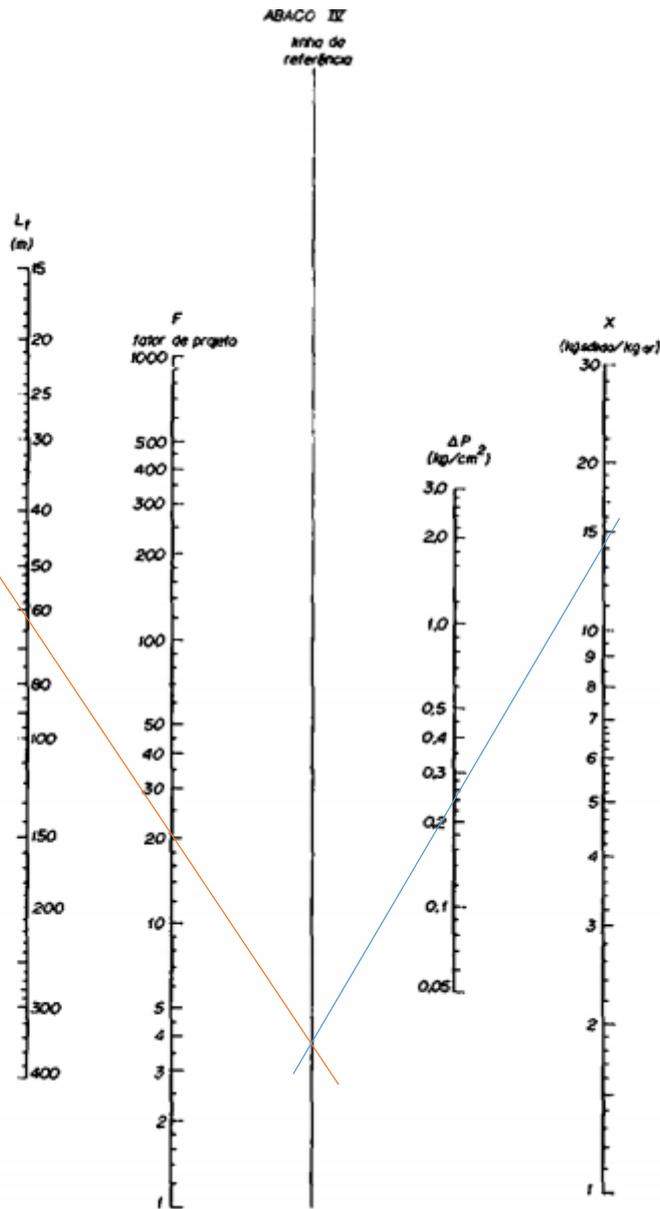
Na Carta 2 trace uma linha conectando a vazão de ar da carta 1 ($0,34\text{m}^3/\text{s}$) e a capacidade requerida do sistema (20 ton/h). Esta linha cruzará a linha de relação de sólidos no centro.

Para nosso sistema, temos uma relação de sólidos de cerca de 13,9. Se a relação de sólidos estiver acima de 15, reinicie os cálculos para um diâmetro de tubulação superior ao escolhido anteriormente.



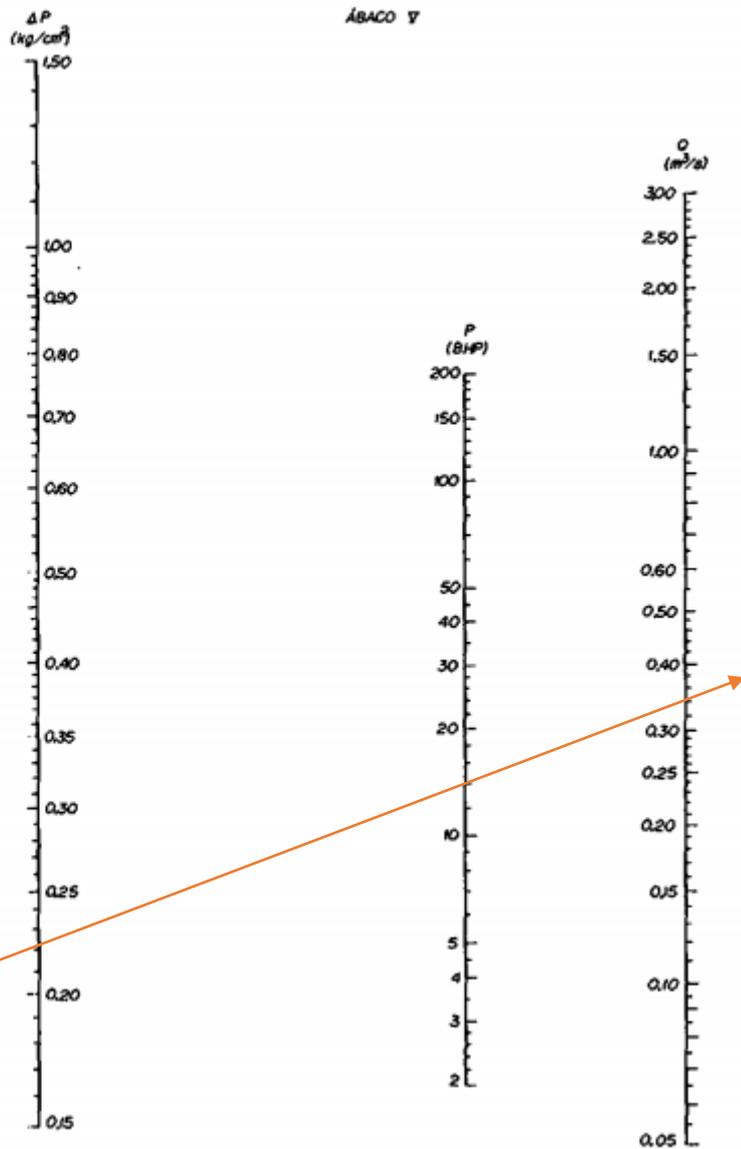
Determine o fator de projeto para o seu sistema

Na Carta 3, faça a partir do valor do diâmetro do tubo (150mm) para o volume de gás (0,34m³/s) e leia o fator de projeto na linha central. Para nosso sistema, isto dá um fator de projeto igual a 20.



Determine a perda de pressão no sistema

Na Carta 4, faça uma linha a partir do comprimento equivalente do sistema para o fator de projeto e estenda esta linha para a linha no centro do quadro. Agora, conecte o ponto de interseção entre a primeira linha e a linha do centro com a relação de sólidos no extremo direito. Leia a perda de pressão do sistema no ponto de interseção com esta linha. Para nosso sistema, é aproximadamente 0,22kg/cm². Se a perda de pressão for maior que 12 psi para sistemas de pressão (diluída ou densa) ou 5 psi para sistemas de vácuo, reinicie os cálculos com outro valor de diâmetro.



Determine a potência útil requerida pelo sistema

Na Carta 5, conecte a perda de pressão do sistema com a vazão de gás e leia as exigências de potência útil na linha central. Para nosso sistema, este valor seria 14 HP.

Anexo A3. Equipamentos usados Durante as experiências

Figura A2 – 1. Bombas de Amostragem



Figura A2 – 2. Cassetes de filtros.

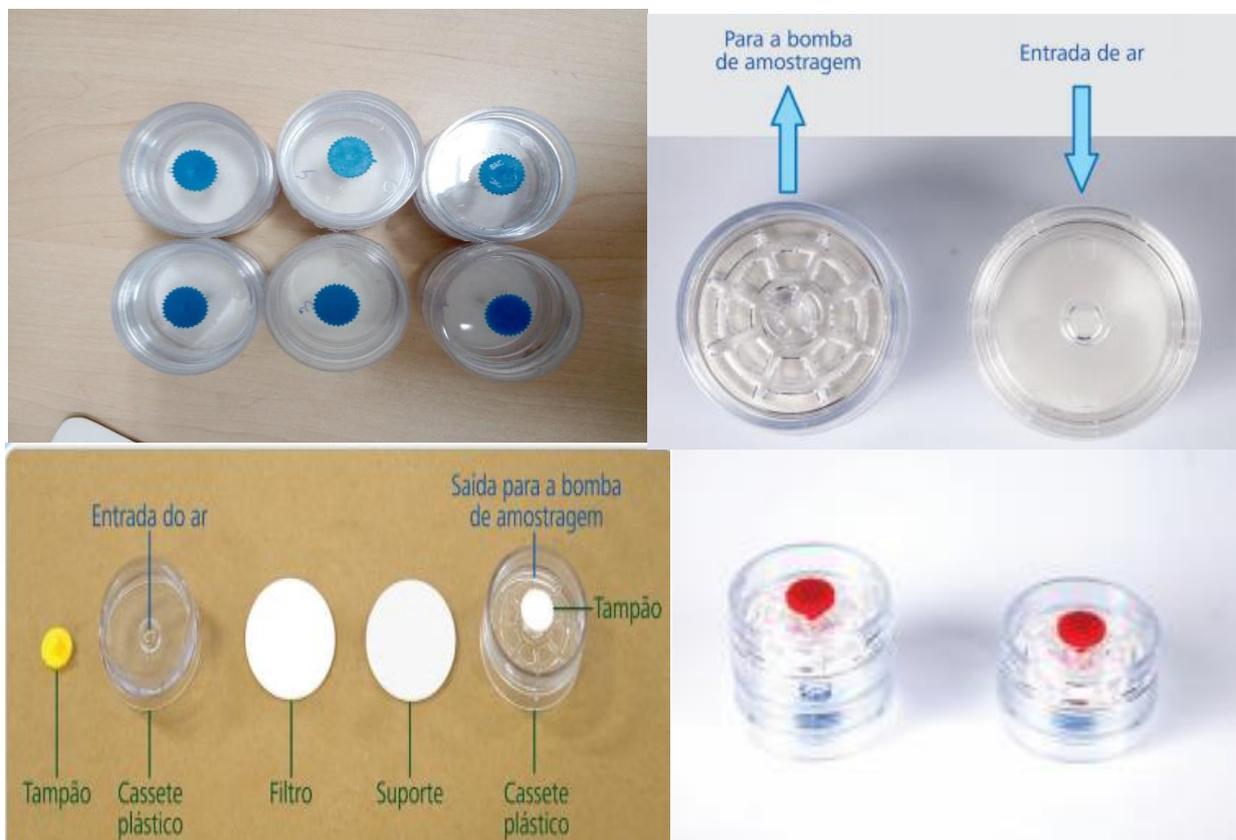


Figura A2 - 3. Petris com filtros de PVC

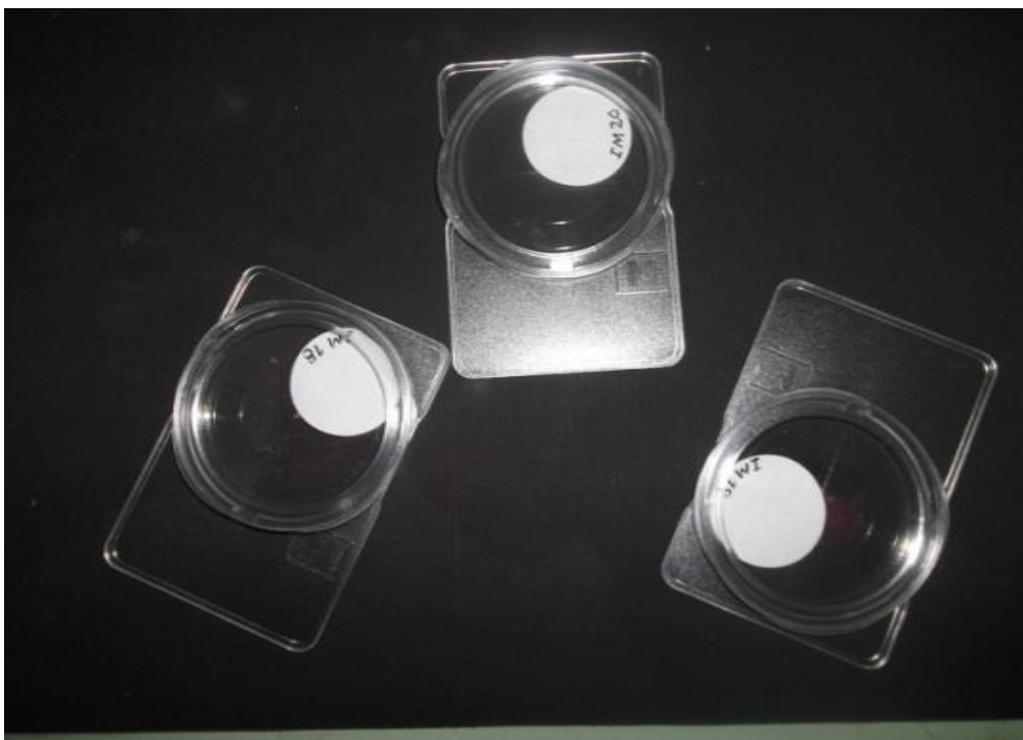


Figura A2 - 4. Mangueira de transporte de ar da cassete para a bomba.



Figura A2 – 5. Balança analítica de 0,001g de precisão.

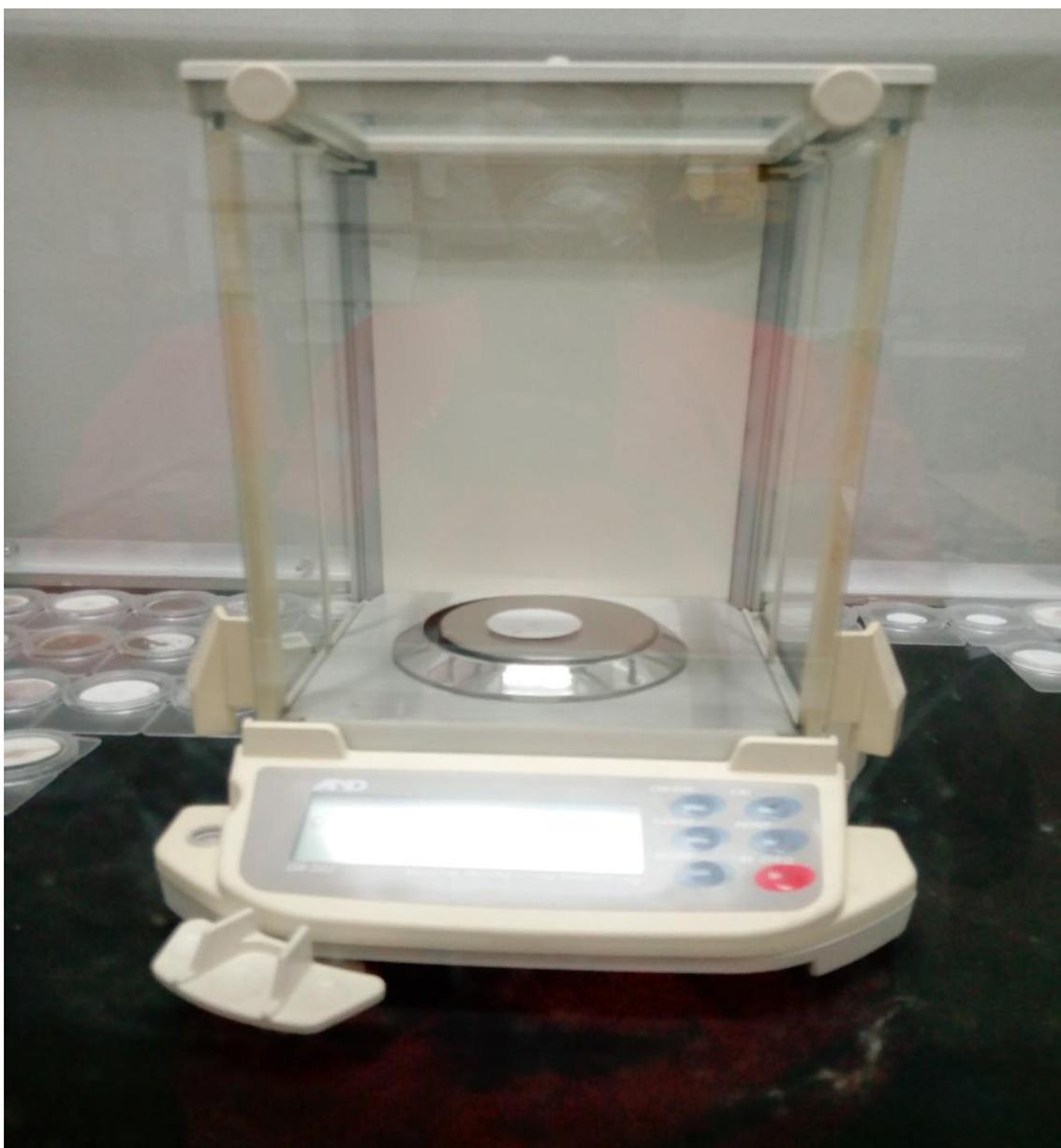


Figura A2– 6. Medidor de ruido



Figura A2 – 7. Exemplo de montagem do aparelho de levantamento de poeiras.



Anexo A4. Imagens dos tanques

Figura A4 -1. Tanque grande.



Figura A4 -1.1. parte superior do tanque grande.



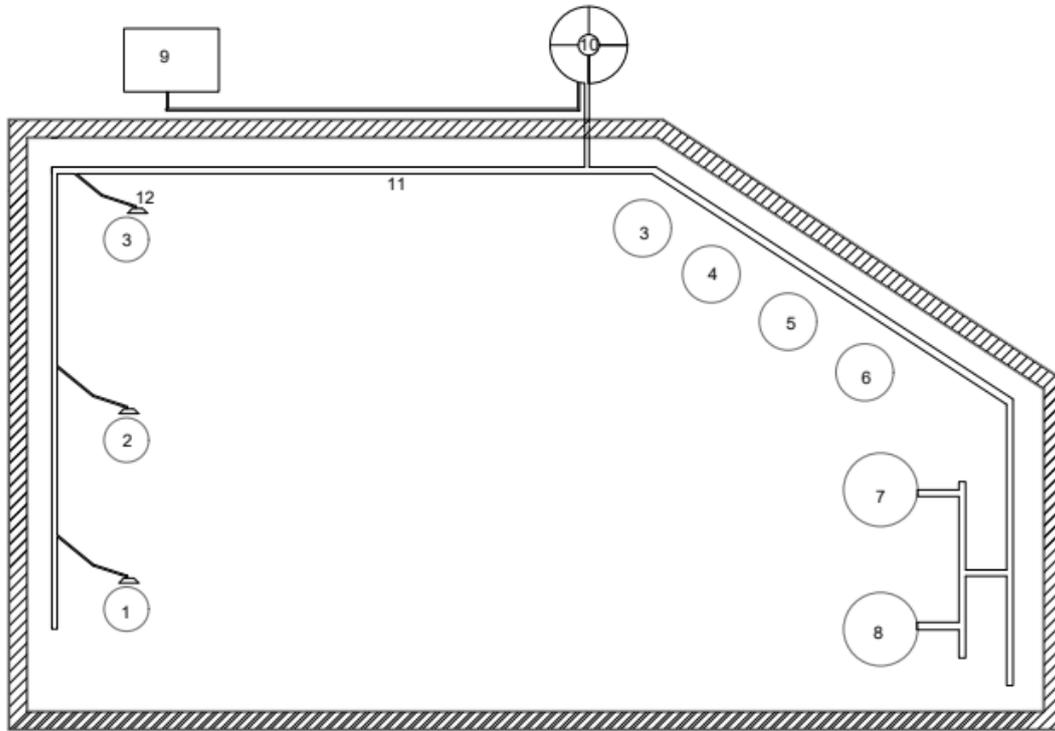
Figura A3 – 2. Tanques pequenos.



Figura A3 – 3. Tanques grandes sem correntes nas tampas.



Figura A3-4. Lay – out na secção da produção.



Legenda:

1, 2, 3 – Tanques pequenos;

3,4,5,6 – Tanques grande;

7, 9 – Tanques grandes;

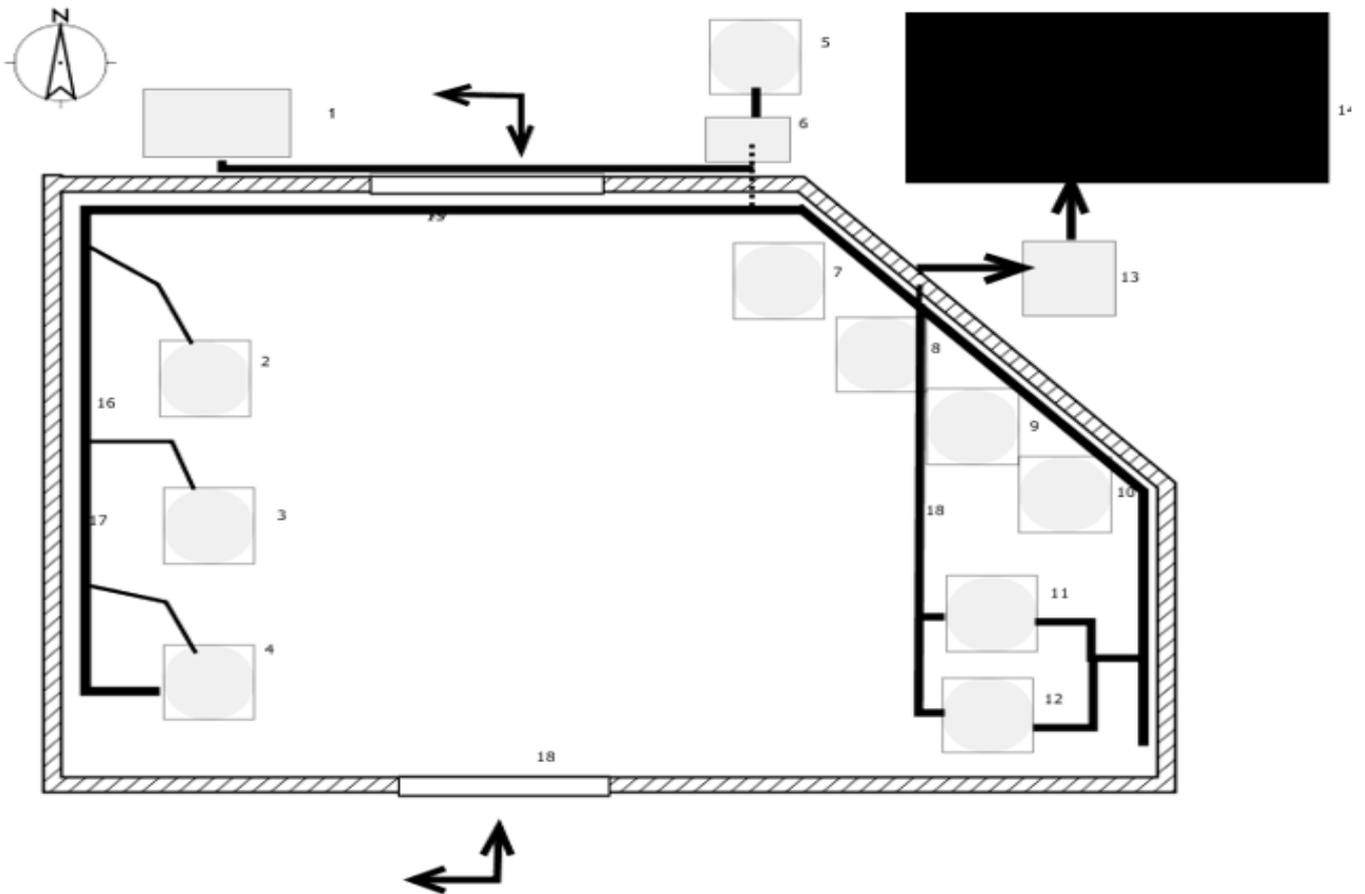
9 – Compressor;

10 – Exaustor;

11 – Dutos;

12 – Captores.

Figura A3-5. Lay – out na secção da produção, recomendação.



Legenda:

- 1 – Compressor;
- 2,3,4 – Tanques pequenos
- 5 – Exaustor;
- 6 – Silo;
- 7, 8, 9, 10 – tanques grandes em série;
- 11, 12 – tanques grandes;
- 13 – Bomba e filtro;
- 14 – Esgoto;
- 15, 16, 17 – tubos de sucção de material particulado;
- 18 – Tubos de sucção das águas recicladas atem o esgoto;
- 19 – Entrada.

Figura A3-6. Tanques IBC de 1000L.



Anexo A4. Recomendações

Figura A4 -1. Tampas que conectam o captor e as painelas.



Figura A4 -2. Tanques com correntes que asseguram tampam, durante o processo da devolução das amostras.



Figura A4 – 3. Silos.

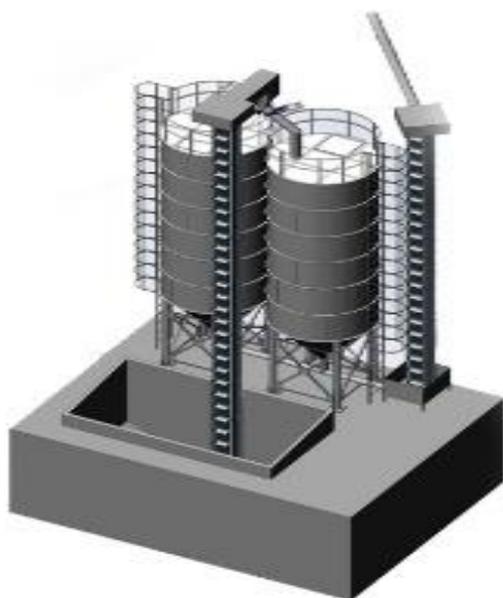


Figura A4-4. Pinhas (chuveiro rotativo).

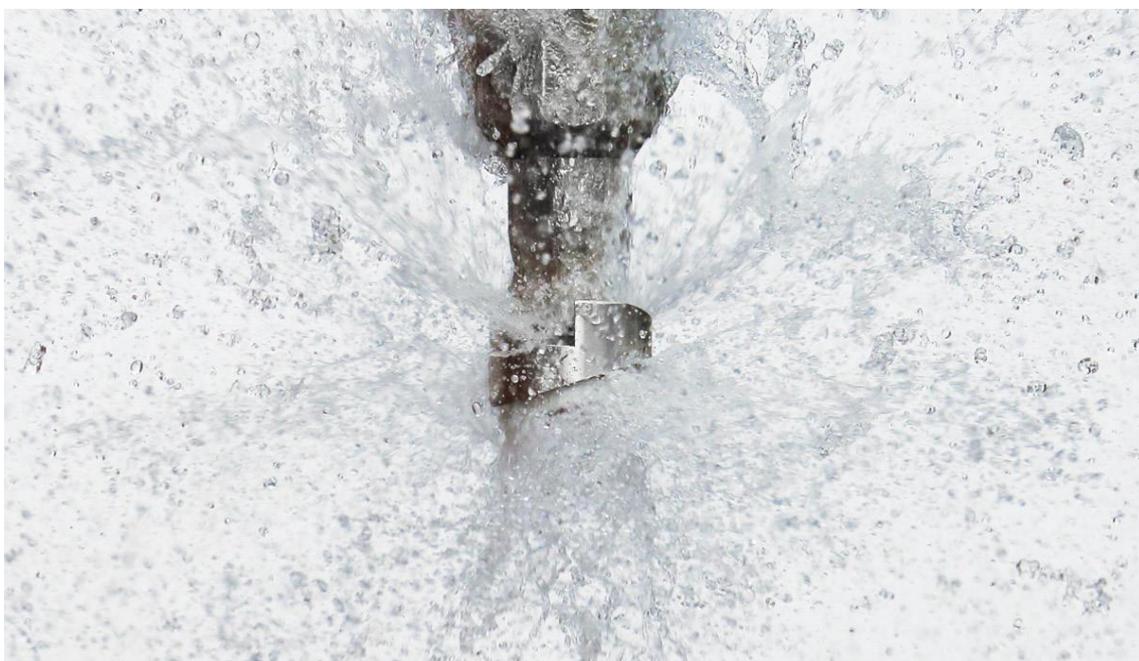


Figura A4-5. Durante o processo da fabricação das tintas.

