



FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
CURSO DE ENGENHARIA DO AMBIENTE

Estágio Profissional

**Estudo de Qualidade de Ar e Ruído/Factores Ergonómicos nas Indústrias.
Caso de Estudo Terminal de Combustíveis porto da Matola**

Autora:

Amália Clavea Tembe

Supervisor:

Prof. Doutor Jonas Valente Matsinhe

Maputo, Outubro de 2023



FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
CURSO DE ENGENHARIA DO AMBIENTE

Estágio Profissional

Estudo de Qualidade de Ar e Ruído/Factores Ergonómicos nas Indústrias.
Caso de estudo Terminal de Combustíveis porto da Matola

Autora:

Amália Clavea Tembe

Supervisor:

Prof. Doutor Jonas Valente Matsinhe

Maputo, Outubro de 2023



FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA _____

TERMO DE ENTREGA DO RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

Declaro que a
estudante _____

Entregou no dia ____/____/20__ as ____ copias do relatório do seu
estágio profissional com a Referencia: _____ intitulado:

Maputo, ____ de _____ de 20__

A Chefe da Secretaria

DECLARAÇÃO DE HONRA

Declaro por minha honra que o trabalho apresentado foi realizado com base nos conhecimentos adquiridos ao longo do curso, documentos e referências citadas no mesmo.

Maputo, Setembro de 2023

A autora

(Amália Clavea Tembe)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família em especial a minha mãe Joana Feliciano Branco que mesmo diante de muitas preocupações lutou pela educação dos seus filhos, aos meus irmãos, Erlo, Eltivânia, Yuri e Joselton, ao meu esposo Maurício Rico e a todos que directamente ou indirectamente contribuíram para minha educação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus em primeiro lugar pelo dom da vida, por ter-me concedido a força de chegar a etapa final da minha formação e por me proteger incondicionalmente.

À minha família em geral aos meus avós, meus pais, aos meus irmãos e ao meu esposo, pelo apoio moral e o amor que continuamente tem transmitido e a todos que directamente e indirectamente contribuíram com os meus estudos.

Ao meu supervisor Prof. Doutor Eng.º Jonas Valente Matsinhe pela orientação, entusiasmo, apoio e colaboração na realização do trabalho.

Aos meus colegas de curso e amigos Hercinia Nhabanga, Rosária Macondzo, Nilza Foloco, Januário Arouca, Rosa Chauque, Cecília Nhancale e Felecina Langa que juntos partilhamos os melhores momentos da formação e os desafios que juntos ultrapassamos.

A Todos Funcionários afectos no Departamento de Engenharia Química, da Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane, por estarem a colaborar no processo de ensino e aprendizagem.

Aos Funcionários da Valente Engenharia Lda, por terem acompanhado o processo de estágio profissional, desde o início até a fase final do relatório de estágio profissional.

A todos, estudantes e professores, comunidade académica no geral, que de forma directa, ou indirecta contribuíram para o sucesso da minha carreira na Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane.

ÍNDICE

DEDICATÓRIA	i
AGRADECIMENTOS.....	ii
RESUMO	viii
LISTA DE ABREVIATURA.....	v
ÍNDICE DE TABELAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
1.INTRODUÇÃO	1
1.1.JUSTIFICATIVA	2
1.2.OBJECTIVOS.....	2
1.2.1.Objectivo Geral	2
1.2.2.Objectivos específicos	2
1.3. Metodologia do Trabalho.....	2
2.REVISÃO BIBLOGRAFICA.....	3
2.1.BREVE HISTORIAL	3
2.2 Ar sua composição e importância	4
2.3.POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA	6
2.4.QUALIDADE DO AR.....	10
2.5.PARÂMETROS DE QUALIDADE DO AR.....	12
2.5.1.Parâmetros químicos	12
2.5.2. Parâmetros físicos.....	16
2.5.3.Parâmetros biológicos	17
2.6.AMBIENTE SONORO	18
2.6.1.Propagação sonora	19
2.7.LEGISLAÇÃO.....	25
2.7.1.Enquadramento legal nacional.....	25
2.7.2. Lei-Quadro do Ambiente (lei n.º 20/97, de 1 de Outubro)	26
2.7.3. Decreto nº 25/2011 de 15 de Junho Regulamento sobre o Processo de Auditoria Ambiental.	26
2.7.4. Regulamento sobre padrões de qualidade ambiental e de emissão de efluentes (Decreto nº 18/2004, de 2 de Junho), modificado pelo decreto n.º67/2010, de 31 de Dezembro.	27
3.INSTITUIÇÃO DE REALIZAÇÃO DE ESTUDO.....	29
3.1.DESCRICÇÃO DA EMPRESA.....	29

3.2. CASO DE ESTUDO	29
4. PARTE EXPERIMENTAL	31
4.1. MATERIAIAS E EQUIPAMENTOS USADOS	31
4.2. DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS	31
4.3. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS	32
4.3.1. Método de levantamento das amostras de material particulado	32
4.3.2. Leitura de níveis de ruído.....	33
4.3.3. Medição de gases	34
5. APRESNTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	35
5.1 RESULTADOS DO MATERIAL PARTICULADOS.....	35
5.2. MEDIÇÃO DE GASES	36
5.3.RESULTADDOS DO AMBIENTE SONORO	38
6.CONCLUSÃO	40
7.RECOMENDAÇÕES.....	41
8.BIBLIOGRAFIA.....	42
8.1.Referência Bibliográficas.....	42

LISTA DE ABREVIATURA

OMS - organização mundial da saúde

MP-material particulado

COV-compostos orgânicos voláteis

PVC- policloreto de polivinila

HR-humidade relativa

TLV-valor limite tolerável

DB-decibel(unidade de medição de som)

Pa- pascais(unidade de medição pressão)

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Efeitos de variação de concentração de O ₂ . Fonte: (FAKHOURY, 2017)	5
Tabela 2: Principais agentes e as suas respectivas fontes(SANTOS J. C., 2010)8	
Tabela 3: Índices de qualidade do ar pela concentração e saúde.(ALMEIDA, 1999)	11
Tabela 4: Velocidade de Propagação de som em diferentes meios.....	20
Tabela 5: Tempo de exposição limite, em função do nível sonoro a que está sujeito um trabalhador, segundo a Norma ISO 1999:1990.	21
Tabela 6: Duração periódica e os níveis limites de exposição segundo OMS. 23	
Tabela 7:Qualidade ambiental e de emissão de efluentes Decreto nº 18/2004, de 2 de Junho.....	27
Tabela 8:Padrões internacionais e nacionais de qualidade de Ar ambiental e ocupacional pelo Decreto 18/2004.	28
Tabela 9: Resultados de Material Particulado	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figure 1: SMOG Fotoquímico em Los Angeles. Fonte: CA (1999) JUNIOR (2019).....	4
Figure 2: Cadeia de eventos associados à poluição atmosférica, da emissão de poluentes aos efeitos na saúde. Fonte: MaiaAIA, 2014.....	9
Figure 3: Regiões de deposição para partículas de tamanhos variados. Fonte: Sousa, 2018.....	13
Figure 4: Esquema do sistema auditivo do ser humano. Fonte: Stinglin, 2017.	22
Figure 5: Equipamentos de proteção auditiva (1- Protector com rádio receptor, 2- protectores Auriculares Especiais, 3- Tampões auditivos). Fonte: Arezes, 2002.	24
Figure 6: Equipamentos usados no estudo de Qualidade do ar e ruído.	32
Figure 7: Analisador de gases usados para qualificação de gases	34
Figure 8: Monitorização de poeiras com PM 10 (B.I. - Bombas de combate ao incêndio, G.C. - Grua de carregamento de Camiões, P.E. - Ponto de referência externa, G.V. -Grua de carregamento de Vagões).	36
Figure 9: Monitorização de poeiras com PM 2.5 (B.I. - Bombas de combate ao incêndio, G.C. - Grua de carregamento de Camiões, P.E. - Ponto de referência externa, G.V. - Grua de carregamento de Vagões)	36
Figure 10: Resultados que mostram a intensidade de ruído.	39

RESUMO

O presente trabalho, tem como tema Estudo de **Qualidade de Ar e Ruído/factores Ergonómicos nas Industrias**. Caso de estudo Terminal de Combustíveis porto da Matola, e baseou-se na análise e avaliação de qualidade do ar e de ruído em ambiente laboral gerados por actividades de cargas e descargas de combustíveis. A avaliação ergonómica (ar e o ruído) visa a melhorar a qualidade de saúde aos quais os colaboradores estão expostos. Foi feita análise quantitativa dos riscos à exposição durante as suas tarefas laborais. A avaliação de qualidade do ar e do ruído é feita através de equipamentos de parâmetros tais como monóxido de carbono, dióxido de enxofre, material particulado, dióxido de carbono, dióxidos de nitrogénio e metano e, para o ruído fez-se leitura em dB. Após a determinação dos parâmetros faz-se a comparação dos resultados obtidos com os limites legalmente padronizados e considerados aceitáveis para ambientes laborais. Sendo assim, os resultados obtidos para material particulado (poeiras) estiveram acima do limite estipulado como maior valor na grua de carregamento de vagões. Os valores variam de 253mg/m³ a 1094mg/m³. Para os outros parâmetros de qualidade do ar como monóxido de carbono, dióxido de nitrogénio os resultados estiveram dentro do limite excepto para dióxido de carbono e dióxido de enxofre que tiveram picos elevados na grua de carregamento de camiões e grua de carregamento de vagões respectivamente. Para os níveis de ruído observou-se que a maior propagação foi no sector das bombas do incêndio quando ligadas, medidos a 120dB, representando assim grave risco de exposição aos colaboradores. Contudo busca-se dar importância a saúde dos colaboradores e identificar a necessidade de implementar medidas de controlo e redução dos impactos.

Palavra Chave: Qualidade do ar, intensidade ruído, factores ergonómicos, parâmetros de qualidade de ar .

1.INTRODUÇÃO

A preocupação mundial com a monitorização do ar atmosférico cresce ao longo dos anos com foco principal nos possíveis efeitos adversos á saúde, causados pela exposição a gases e partículas suspensas, particularmente em grandes centros urbanos(Silva, 2019). Grande parte da população nas sociedades modernas, passa entre 80 a 90% do tempo em ambientes interiores (residências, escritórios, escolas, espaços comerciais, etc.), pelo que a qualidade do ar interior (QAI) afecta o conforto, a produtividade e a saúde ainda mais do que a qualidade do ar no exterior, atingindo em especial os grupos mais vulneráveis como as crianças e os idosos(Sanguessuga, 2012).

Várias directrizes foram estabelecidas mundialmente dadas ao controle da concentração de poluentes em níveis no qual os efeitos a saúde humana não foram observados, os padrões de qualidade do ar, como níveis estabelecidos para a protecção de saúde humana são referidos como padrões primários e secundários com efeitos nas plantas, animais e nos materiais. Estes padrões definem legalmente o limite máximo para a concentração de um poluente na atmosfera que garanta a protecção da saúde humana e o bem-estar das pessoas(VIEIRA, 2007).

Segundo Maia (2014) estes poluentes encontram-se na atmosfera em fase gasosa ou em partículas. Podem ser classificados como poluentes primários (PM₁₀), quando emitidos directamente para a atmosfera por uma fonte emissora natural ou antropogénica, ou como poluentes secundários (O₃), resultantes da transformação dos poluentes primários através de reacções químicas dependentes das condições meteorológicas e/ou da presença de radiação solar.As PM₁₀, o ozono (O₃), e, em menor escala, o NO₂, foram identificados ao longo dos anos, tanto pela OMS, como poluentes problemáticos devido aos seus níveis elevados e aos seus potenciais efeitos na saúde humana.

1.1.JUSTIFICATIVA

A principal motivação para o desenvolvimento deste tema deve-se pelo facto de colaboradores serem afectados de forma significativa nos seus ambientes de trabalho, principalmente pela falta de controlo regular das questões ergonómicas dentro das instituições. Os ambientes adversos podem, além de afectar a saúde, influenciar na baixa produtividade e também, desenvolver doenças crónicas. Neste contexto é o papel da empresa criar condições de protecção aos colaboradores de modo a minimizar os impactos e garantir a qualidade do ar e melhorar a qualidade do som nos padrões legalmente estabelecidos.

1.2.OBJECTIVOS

1.2.1.Objectivo Geral

- Diagnosticar a situação de qualidade de ar e intensidade sonora em relação a saúde ocupacional na terminal de combustíveis do porto da Matola.

1.2.2.Objectivos específicos

Para o alcance do objectivo geral, foram formulados os seguintes objectivos específicos

- Conciliar conhecimentos práticos e teóricos, na Valente Engenharia Lda, sobre aspectos ligados a poluição do ar e ruído, suas influências na segurança e saúde ocupacional;
- Analisar a quantidade de gases em suspensão no ambiente ocupacional;
- Avaliar a concentração de poeiras em suspensão no ambiente ocupacional e;
- Verificar e avaliar o nível de ruído no ambiente ocupacional.

1.3. Metodologia do Trabalho

O trabalho foi de natureza aplicada, isto é, gerar conhecimentos para aplicação prática voltada para actividades desenvolvidas em ambiente de trabalho com vista a permitir a continuação das mesmas sob um ambiente saudável. Portanto, as actividades foram organizadas da seguinte forma: A primeira etapa

baseou-se na pesquisa bibliográfica com vista a recolher informações sobre o tema;

A segunda foi reconhecimento do local de estudo e a identificação dos pontos de medição e; por fim, a terceira consistiu no seguimento com as medições dos parâmetros de qualidade do ar e nível de ruído. A pesquisa bibliográfica apresenta conceitos e assuntos relacionados com a qualidade do ar e a presença de ruído.

2.REVISÃO BIBLOGRAFICA

2.1.BREVE HISTORIAL

Grande parte dos problemas relativos aos contaminantes ambientais está, de uma maneira ou de outra, associada aos crescentes processos de industrialização verificados, principalmente, a partir da revolução industrial, no século XVIII,(ANDRADE, 2008).SegundoJunior (2019)existem relatos sobre a qualidade do ar desde a Roma antiga. A utilização do fogo, desde sua descoberta já apresentava a emissão de gases, fumaça e materiais particulados, alterando a qualidade do ar. A síntese de compostos químicos orgânicos e inorgânicos vem crescendo exponencialmente desde a transição entre os séculos XIX e XX.

Nos séculos que precederam a primeira Revolução Industrial, as principais actividades poluidoras do ar foram a metalurgia, cerâmicas e preservação de produtos de origem animal, as quais expunham vilas a poeira e fumaça provenientes de diversas fontes. Com o desenvolvimento das tecnologias, a Revolução Industrial foi a consequência para a produção em massa através da energia para bombear vapor e mover máquinas pesadas. Máquinas e motores a vapor requerem calor provido da queima de combustíveis vegetais e fósseis. Durante o século XIX carvão foi o principal combustível, além da queima de alguns óleos.

No período entre 1925 e 1950 as pesquisas sobre problemas e soluções da poluição do ar emergiram. Os estudos começaram na Califórnia, na Fundação Técnica da Meteorologia de Poluição do Ar, com o intuito de proteger a

sociedade e ambiente dos danos pelos agentes químicos, biológicos e nucleares. Uma grande mudança tecnológica foi o uso das grandes tubulações de gás natural, substituindo aos poucos o uso de óleo e carvão para aquecimento de casas e assim, melhorando a qualidade do ar. Surgiram também o motor de combustão interna e motor a diesel. Entre 1950 e 1980 grandes potências mundiais como Japão e países europeus, apresentaram sérios problemas de poluição do ar nos centros populacionais, e nos Estados Unidos um efeito marcante da poluição do ar foi o smog. A junção das palavras (*smoke*fumaça e *fog* neblina) como mostra a ilustração 1,(JUNIOR, 2019).



Figura 1: SMOG Fotoquímico em Los Angeles. Fonte: CA (1999) JUNIOR (2019)

2.2 Ar sua composição e importância

O ar atmosférico é uma mistura de gases, que contem pequenas quantidades de matérias sólidas em suspensão e cuja composição, quando seco é considerado puro em ambientes externos(SANTOS, 2004).

Santos (2004), acrescenta que Considera se o ar normal, quando mais de 99,99% do volume do ar se compõem de apenas quatro moléculas gasosas, nitrogénio aproximadamente (78,09%), oxigénio (20,94%), argónio(0,95%), e dióxido de carbono (0,03%), além de uma dúzia de outros constituintes que se encontram em quantidades micrométricas, geralmente expressa em quantidade por milhão.

Segundo Fakhoury(2017)sabe-se que o ar é essencial aos sentidos da visão, olfacto e da audição sendo que a poluição afecta os dois primeiros sentidos, sendo que e através da respiração que se permite a produção de energia que

será utilizada na manutenção de vida e no desenvolvimento dos movimentos diversos de um indivíduo. O ar é composto por uma mistura de vários gases em contacto com vapor de água juntamente ao ar pode ser encontrados outros elementos em suspensão tais como: pólen, cinzas, microrganismos e compostos orgânicos voláteis.

Schossler(2014) afirma que o ar é uma mistura gasosa indispensável para vida do homem, principalmente devido aos processos que ocorre no interior das células, transforma os alimentos em energia através das reacções com oxigénio contido no ar inspirado. Também é importante no processo de respiração onde a ar inalado passa por vias respiratórias, sofrendo algumas alterações na proporção dos seus elementos básicos. Ocorre uma mistura deste ar com uma parcela de dióxido de carbono através de um processo de humidificação. A corrente sanguínea absorve o oxigénio e o dióxido de carbono e liberto para atmosfera.

De acordo com Schossler(2014), é necessária uma parcela mínima de 19,5 % de oxigenio no ar para que a sua utilização seja favoravel,sustentado a não presença de componentes químicos prejudicias a saúde. Ainda deve se levar em conta a presença de compostos orgânicos ,microrganismos,poeiras e outros elementos que possam ser encontrados em suspensão na atmosfera,juntamente a vapor de água e os gases.a temperatura e a pressão também são importantes factores para a utilização favorável do ar resperidado.A Tabela 1 mostra os efeitos fisiológicos no homem devido a variação de concentração de oxigénio.

Tabela 1: Efeitos de variação de concentração de O₂. Fonte: Fakhoury, 2017.

% volume de O ₂	Efeitos Fisiológicos
20,9	Concentração normal
19,5	Concentração mínima legal
19-16	Início de sonolência
16-12	Perda de visão periférica intermitente, dificuldade de coordenação aumento do volume de respiração,aumento de frequência cardíaca
12-10	Falta de raciocino, pobrecoordenaçãomuscular, leva a fadiga que pode causar danos permanentes no coração

10-6	Náusea, vomito, incapacidade para movimentos vigorosos inconsciência seguida por morte
>6	Respiração espasmática, movimentos convulsivos e morte em minutos

2.3.POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

Poluição atmosférica é resultado de um conjunto de actividades antropogénicas e naturais juntamente com processos físicos e químicos que contribuem para a deterioração da qualidade do ar, gerando, assim, efeitos negativos à saúde humana e ao meio ambiente(SOUSA, 2018).

Segundo Almeida (1999) poluição atmosférica consiste em gases, líquidos ou sólidos presentes na atmosfera em níveis elevados o suficiente para causar danos ao meio ambiente.

De acordo com Albuquerque (2013) que aborda poluente atmosférico como sendo qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que torne ou possa tornar o ar impróprio, nocivo, ou ofensivo a saúde, inconveniente ao bem estar público, que pode provocar danos aos materiais, a fauna e a flora, prejudicial a segurança, ao uso e gozo da propriedade e as actividades normais da comunidade, acrescenta também que a poluição do ar esta se tornando um problema cada vez mais grave em cidades industrializadas, onde e também a quantidade de automóveis cresce e contribui para o aumento de poluidoras.

A poluição do ar é provocada por uma mistura de substâncias químicas, lançadas no ar ou resultantes de reacções químicas, que alteram o que seria a constituição natural da atmosfera. Estas substâncias poluentes podem ter maior ou menor impacto na qualidade do ar, consoante a sua composição química, a concentração na massa de ar em causa e as condições meteorológicas. Assim, por exemplo, a existência de ventos fortes(SHATALLOF, 2013).

Para Pires(2005), o impacto da poluição atmosférica sobre o bem-estar humano tem sido a principal motivação para o seu estudo e controle. A poluição atmosférica afecta principalmente os sistemas respiratórios, circulatórios e

oftalmológicos, sendo o sistema respiratório a principal via de entrada dos poluentes, alguns dos quais podem alterar as funções dos pulmões.

Os efeitos atribuídos à poluição atmosférica variam desde uma simples irritação nos olhos até o caso de morte. Em geral os efeitos agravam doenças pré-existentes, tornando as pessoas mais susceptíveis às infecções ou ao desenvolvimento de doenças respiratórias crónicas. Os poluentes atmosféricos são emitidos por uma grande variedade de fontes de poluição, sendo posteriormente transportados e dispersados pela acção do vento na atmosfera. Por esse facto, a concentração dos poluentes na atmosfera varia no tempo e no espaço(PIRES, 2005).

Shatallof(2013), aborda ainda que Dependendo da sua formação, directa ou indirecta, os poluentes atmosféricos podem ser classificados em:

Poluentes Primários que são emitidos e expelidos directamente pelas fontes para a atmosfera. Exemplo: monóxido de carbono (CO), óxidos de azoto (NOx) e dióxido de enxofre (SO₂).

Poluentes Secundários: resultam de reacções físicas e químicas na atmosfera, de poluentes primários. Exemplo: o ozono troposférico (O₃), o qual resulta de reacções fotoquímicas, ou seja, realizadas na presença de luz solar, que se estabelecem entre os óxidos de azoto e os compostos orgânicos voláteis.

SegundoBrait(2008) as fontes de emissão dos poluentes podem ser classificados em:Fontes estacionárias ou fontes fixas: que podem ser subdivididas em dois grupos: um que abrangeactividades pouco representativas nas áreas urbanas, como queimadas e queima decombustíveis em padaria, hotéis e outras actividades consideradas não industriais; outro formado por actividades individualmente significativas, em vista à variedade ou intensidade de poluentes emitidos, como a poluição dos processos industriais, podem originar classificação segundo a fonte de emissão:

Fontes móveis: são todos os meios de transporte aéreo, marítimo e terrestre que utilizam motores à combustão como força motriz.

Fontes naturais: são todos os processos naturais de emissão que vêm ocorrendo durante milhares de anos, como actividades vulcânicas, os aerossóis marinhos, a liberação de hidrocarbonetos pelas plantas, a acção eólica entre outros. A Tabela 2 ilustra os principais poluentes e as suas respectivas fontes.

Tabela 2: Principais agentes e as suas respectivas fontes: Santos J. C., 2010.

Poluentes	Fontes de emissão
Monóxido de carbono (CO)	Emissões de veículos.
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	Emissões industriais.
Compostos Orgânicos Voláteis (benzeno, tolueno, hidrocarbonetos, etc)	Emissões de industriais; Emissões de Veículos.
Dióxido de nitrogénio (NO ₂)	Emissões de veículos; Emissões industriais.
Ozono (O ₃)	Nevoeiro químico.
Material Particulado	Solo; Emissões de veículos; Emissões industriais; Trabalho de construção; Vegetação.
Microrganismos (fungos, bactérias, vírus)	Vegetação Flora microbiana Animais Deposição de resíduos

Maia(2014), salienta que os efeitos da poluição atmosférica na saúde são o resultado de uma cadeia de eventos, esquematizado, que incluem a emissão de poluentes, o transporte desses poluentes na atmosfera, a dispersão e a transformação até ao contacto por um ou vários órgãos do corpo humano como mostra a ilustração da Figura 2.

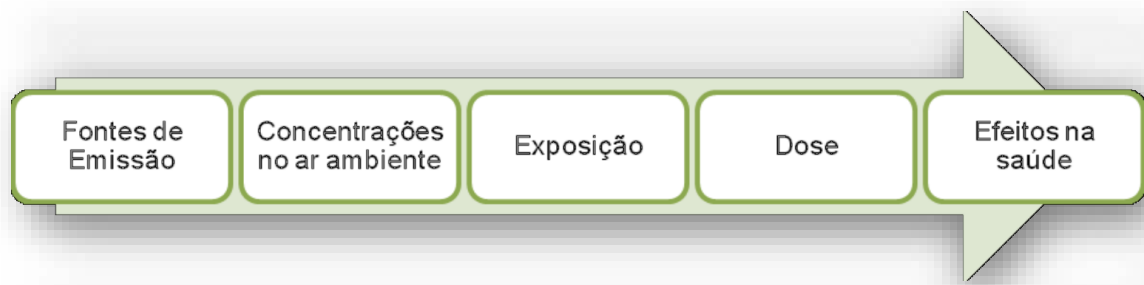


Figura 2: Cadeia de eventos associados à poluição atmosférica, da emissão de poluentes aos efeitos na saúde. Fonte: Maia, 2014.

2.4.QUALIDADE DO AR

As principais complicações para a qualidade do ar no século XIX foram a fumaça e cinzas geradas pela queima de carvão. A grande precursora da poluição do ar foi a Grã-Bretanha, e a partir do século XX, as locomotivas a vapor chegaram aos centros das cidades. Ao fim deste século, os trilhos a vapor foram substituídos pelos eléctricos, transferindo a causa da poluição do ar dos trilhos para as unidades de geração de electricidade, porém reduzindo a produção de cinzas (JUNIOR, 2019).

Fakhoury(2017), define qualidade do ar como termo que se usa, normalmente, para traduzir o grau de poluição no ar que respiramos. A poluição do ar é provocada por uma mistura de substâncias químicas, lançadas no ar ou resultantes de reacções químicas, que alteram o que seria a constituição natural da atmosfera. Estas substâncias poluentes podem ter maior ou menor impacto na qualidade do ar, consoante a sua composição química, a concentração na massa de ar em causa e as condições meteorológicas. Assim, por exemplo, a existência de ventos fortes ou chuvas poderão dispersar os poluentes para outros locais, mas a presença de luz solar poderá acentuar os seus efeitos negativos.

Para Quadros (2008) a qualidade do ar em ambientes internos em relação aos componentes e as características do ar que podem afectar a saúde e o conforto ocupantes de uma edificação embora haja inúmeros contaminantes do ar, estes podem ser facilmente distinguíveis quanto a sua natureza, sendo classificados como químicos, físicos e biológicos. As características do ar interno dependem directamente da qualidade do ar no ambiente externo, mas também podem ser afectadas pelas actividades realizadas dentro do edifício.

Segundo Souza(2011) devido aos efeitos prejudiciais dos poluentes ao ser humano, foram definidos padrões de qualidade do ar. Os padrões de qualidade do ar definem, para alguns poluentes, os limites máximos de concentrações

no qual a população pode ficar exposta, de forma a garantir protecção à saúde e bem estar, baseados em estudos de caracterização dos efeitos de cada poluente à saúde.

Os principais objectivos de monitorização da qualidade do ar são fornecer dados para activações de emergência durante período de estagnação atmosférica quando os níveis de poluentes possam representar risco a saúde pública avaliar a qualidade do ar a luz de limites estabelecidos para proteger a saúde e o bem-estar das pessoas, acompanhar as tendências e mudanças na qualidade do ar devidas a alterações nas emissões dos poluentes. É de salientar que para atingir os objectivos é necessário a fixação dos padrões legais, como mostra a Tabela 3, para a monitorização dos poluentes (ALMEIDA, 1999).

Tabela 3: Índices de qualidade do ar pela concentração e saúde. fonte: ALMEIDA, 1999.

Qualidade	Índice	MP10 Ug/	O ₃	CO	NO ₂	SO ₂	Significado
Boa	0-50	0-80	0-4,5	0-100	0-100	0-80	Praticamente não há riscos à saúde.
Regular	51-100	50-150	80-160	4,5-9	100-320	80-365	Grupos sensíveis (crianças, idosos), podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço.
Inadequada	101 - 199	150-250	160-200	9-15	320-1130	365-800	Pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta.
Má	200 - 299	250-420	200-800	15-30	1130-2260	800-1600	Agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda apresentar falta de ar e respiração ofegante
Péssima	>299	>420	>800	>30	>2260	>1600	Manifestações de doenças cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

2.5. PARÂMETROS DE QUALIDADE DO AR

2.5.1. Parâmetros químicos

São compostos ou substâncias que se apresentam como fumos, pó, vapores que quando são emitidos ao meio ambiente podem reagir entre elas criando novas substâncias.

2.5.1.1. Material Particulado

O material particulado na atmosfera é produzido por diversas fontes de emissão e consiste num conglomerado de partículas de tamanhos variados, com propriedades físico-químicas diferenciadas, apresentando os mais diferentes graus de toxicidade na atmosfera, as partículas, dependendo da sua origem, são denominadas de aerossóis primários ou secundários. São primários se são emitidos directamente das fontes emissoras. Por outro lado, se são formados na atmosfera, são considerados secundários (LIMA, 2006).

2.5.1.2. Tamanho das partículas

Segundo Ferreira (2016) o diâmetro é para classificação das partículas atmosféricas advém de propriedades importantes do MP, mais relacionadas ao tamanho do que à sua composição. Deste modo, o MP podem ser classificados em dois grandes grupos, o de partículas grossas e o de partículas finas. As partículas grossas são todas aquelas cujos diâmetros são maiores que $2,5 \mu\text{m}$ ($\text{MP} > 2,5$), enquanto que as partículas finas possuem diâmetro menor que $2,5 \mu\text{m}$ ($\text{MP} < 2,5$). Outro importante parâmetro para a saúde pública é o $\text{MP}_{2,5}$, pois se refere às partículas que conseguem efectivamente chegar ao interior dos pulmões, sendo que, em alguns casos, podem também passar dos alvéolos pulmonares para o sistema circulatório, conforme a Figura 3.

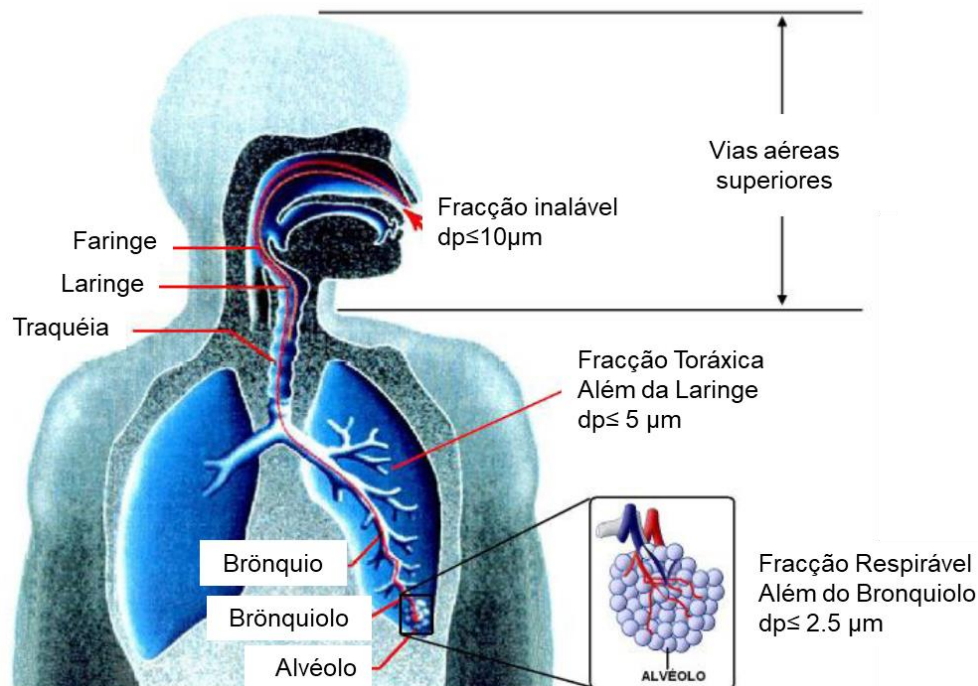


Figura 3: Regiões de deposição para partículas de tamanhos variados. Fonte: Sousa, 2018.

2.5.1.2. Monóxido de Carbono (CO)

O monóxido de carbono é um gás incolor, inodoro e tóxico produzido pelo processo de combustão incompleta. As fontes que mais contribuem para a emissão de CO são os veículos automotores, os incineradores, os fornos que utilizam madeira como combustível etc. Quando o CO é inalado, entra na corrente sanguínea e reduz bruscamente a demanda de oxigênio para os órgãos e tecidos. (PIRES, 2005).

Segundo Brait (2008) que aborda que os fumantes são uma exceção, porque possuem suas próprias fontes emissoras de CO, e os demais habitantes dos grandes centros urbanos têm no trânsito intenso a sua maior fonte deste poluente devido a combustão automotora. Pessoas que passam várias horas do dia dentro de um automóvel, ou que tenham que andar a pé ou de bicicleta são as mais afetadas. Porém os ambientes internos, como residências e escritórios podem vir a sofrer os efeitos do CO proveniente do ambiente externo que entra pelo sistema de ventilação, ou que é produzido localmente por aquecedores a óleo, fumantes, churrasqueiras e fogão a gás.

2.5.1.3. Compostos orgânicos Voláteis

Apresentam-se sob a forma gasosa por emissão de alguns líquidos e sólidos. As concentrações destes poluentes são normalmente mais elevadas no interior do que no exterior, uma vez que são emitidos por objectos/estruturas que maioritariamente existem no interior, tais como carpetes, mobiliário, produtos de limpeza, tintas, perfumes e solventes. O fumo do tabaco apresenta também uma contribuição significativa na emissão de COV. Estes compostos podem ser definidos como compostos químicos orgânicos cuja composição torna possível a sua evaporação sob condições de pressão e temperatura atmosférica normais (RAMOS, 2013).

2.5.1.4. Dióxido de enxofre (SO₂)

Segundo Junior (2019) o dióxido de enxofre é um gás ácido e corrosivo, e se mostra como o maior poluente atmosférico pelo mundo. Além disso, pode apresentar cheiro e sabor, e em altas concentrações pode apresentar mau odor. Juntamente com os materiais particulados, é um resultado da queima de combustíveis fósseis.

Junior (2019) acrescenta que o dióxido de enxofre possui pouco tempo de resistência atmosférica mas os seus derivados podem permanecer por muito mais tempo na atmosfera. Segundo Almeida (1999) o SO₂ é o principal poluente atmosférico primário da família SO_x e uma das características principais do SO₂ é que uma vez lançado na atmosfera ele sofre reacções químicas gerando outros óxidos como por exemplo o trióxido de enxofre (SO₃) que é formado quando o dióxido de enxofre reage com o oxigénio (O).

2.5.1.5. Óxidos de nitrogénio (NO_x)

De acordo com Primo, (2005) os óxidos de nitrogénio (NO_x) são uma família de compostos químicos poluentes. As principais fontes emissoras destes óxidos são as fontes antropogénicas fixas e móveis: queima de combustíveis fósseis e da biomassa. Porém, há também grande produção de NO_x por fontes naturais, como actividades vulcânicas, relâmpagos, actividade microbiana do solo, oxidação da amónia e processos fotolíticos ou biológicos nos oceanos.

Os Noxafectam à saúde humana e a vegetação na sua forma original. São também precursores de formação do ozônio (O_3) e conseqüentemente do smog urbano que deixa o ar com tonalidade acinzentado, sendo este fenômeno intensamente irritante aos olhos e mucosas., o dióxido de nitrogênio é o vilão dos óxidos denitrogênio por ser um gás muito tóxico. O NO_2 reage com todas as partes do corpo expostas ao ar, pele e mucosas provocando lesões celulares. Quando uma pessoa é atingida sente imediatamente ardência nos olhos, no nariz e nas mucosas em geral (PRIMO, 2005).

2.5.1.6. Ozônio (O_3)

Segundo Pires, (2005), Ozônio é um gás incolor, principal componente do smog fotoquímico. Não é emitido diretamente na atmosfera, mas é formado através de reações químicas complexas entre as emissões dos compostos orgânicos voláteis e as de NO_x na presença da luz solar, sendo aceleradas pelo aumento de temperatura. Tipicamente os maiores níveis na concentração do poluente ocorrem durante o verão.

Pires (2005), aborda ainda que o ozônio ocorre em duas camadas na atmosfera: na troposfera, onde é um poluente que causa prejuízos à saúde humana, a vegetação e aos materiais; e na estratosfera, onde a camada de ozônio estende-se por quase 30 quilômetros protegendo a vida dos raios ultravioletas nocivos.

Quanto a saúde este poluente (ozônio) pode reduzir a capacidade pulmonar, causar irritação nos olhos envelhecimento precoce e corrosão de tecidos e materiais de construção. Os asmáticos estão entre os grupos mais susceptíveis aos efeitos do ozônio (SCHOSSLER, 2014).

2.5.2. Parâmetros físicos

Os parâmetros físicos que se destacam pela sua relação com a contaminação do ar são a taxa de renovação do ar (ventilação), a temperatura do ambiente, a humidade relativa (HR).

2.5.2.1 Ventilação

Segundo (RAMOS, 2013) a ventilação é o processo que promove a entrada e a renovação de ar dos espaços. A ventilação tem dois objectivos primários que são i) remover ou diluir os poluentes e odores no ar interior e ii) promover o conforto térmico em ambientes internos. A estratégia de ventilação, se for concebida de forma deficiente ou implementada incorrectamente, pode ser causadora de desconforto, devido, por exemplo, às correntes de ar é de salientar também que o ar sempre se movimenta da zona de maior pressão para zona de menor. Existem dois tipos de ventilação, a ventilação natural e a ventilação mecânica. É de salientar que ventilação também é útil na conservação de materiais e equipamentos para além de promover ou auxiliar no conforto térmico em ambientes.

A ventilação pode ser dividida em duas categorias: ventilação Natural e ventilação Mecânica, dependendo da força motriz. A ventilação natural é a passagem de ar que actua sob diferenças de pressão ou temperatura entre o interior e o exterior, fazendo assim com que o ar circule. Esta passagem do ar ocorre por janelas, portas ou outro tipo de aberturas existentes em ambientes internos (RAMOS, 2013), e a força motriz é o ar atmosférico.

Ventilação Mecânica, o ar distribuído pelos sistemas de ventilação não deve ser ele próprio uma fonte de contaminação do ar interior, no entanto isso pode acontecer se não forem tomadas as opções correctas na fase de projecto do edifício e durante a sua exploração, a sua força motriz é mecânica.

2.5.2.2 Humidade Relativa (HR)

A par da temperatura, a HR é mais um parâmetro físico que influencia o crescimento microbiano. A HR é expressa em percentagem e representa a quantidade de água presente no ar, em relação ao seu valor máximo (100%).

Uma HR considerada óptima, está compreendida entre 30% a 60%. Uma HR fora dos parâmetros considerados como aceitáveis pode causar desconforto nos ocupantes, tal como secura das mucosas (olhos, garganta e nariz) para uma HR baixa e problemas respiratórios e reacções alérgicas quando a HR é elevada (devido ao aumento do desenvolvimento da matéria microbológica no ar)(RAMOS, 2013).

2.5.2.3.Temperatura

Como já foi referido, a temperatura é um factor que condiciona principalmente o conforto no ambiente e o crescimento microbiano. Para efeitos de conforto térmico a temperatura é avaliada sob dois parâmetros: a temperatura do ar e a temperatura radiante (temperatura emitida por objectos e equipamentos). O movimento do ar define a transferência de calor e massa por convecção entre o corpo humano e o ambiente(RAMOS, 2013).

2.5.3.Parâmetros biológicos

Os parâmetros biológicos são agentes biológicos que estão presentes no ar ambiente. Inclui a presença de agentes infecciosos, como os vírus, as bactérias e os fungos, toxinas que são produzidas por alguns fungos e bactérias, com efeitos na saúde.

2.5.3.1.Fungos

Os fungos são organismos eucariotas e heterotróficos, apresentando uma grande variedade de espécies. Reproduzem-se, naturalmente, por meio de esporos, com poucas excepções. Além disso, não têm clorofila, são filamentosos e, normalmente, ramificados. As suas necessidades nutricionais incluem carboidratos, proteínas e lípidos, quanto às temperaturas ideais de crescimento variam entre 10-35°C. A água é considerada um factor crítico para o desenvolvimento destes microrganismos. Fungos podem causar doenças infecciosas, alergias, reacções irritantes, reacções tóxicas e podem também desenvolver doenças como a rinite alérgica e asma(SANTOS J. C., 2010).

2.5.3.2.Bactérias

De acordo com Santos J. C(2010) as bactérias, protótipo dos procariotas, apresentam uma organização celular bastante simples e uma grande diversidade morfológica, tendo a sua maioria uma de duas formas: esférica(cocos). As células procarióticas possuem uma Algumas bactérias produzem células mais resistentes endósporos que conseguem sobreviver em condições adversas em estado de dormência Além dos endósporos, a maioria das bactérias Gram-negativas produzem endotoxinas que representam um risco ocupacional e ambiental importante. O autor acrescenta que quanto aos efeitos na saúde, estes microrganismos estão relacionados com reacções inflamatórias por inalação e doenças respiratórias de origem infecciosa.

2.6.AMBIENTE SONORO

A presença de ruído é um dos factores que mais perturbam o bom andamento dos trabalhos, afecta a concentração dos trabalhadores e por conseguinte a produtividade das empresas. O ruído nos locais de trabalho, ainda que a níveis bastante baixos, pode provocar stress. O ruído gerado nos locais de trabalho assume um papel importante na actualidade, por ser uma das principais causas de doenças profissionais no mundo. A exposição a elevados níveis de ruído pode causar surdez profissional permanente devido a lesões irreversíveis do ouvido interno. O ruído constitui uma causa de incómodo para o trabalho, um obstáculo às comunicações verbais e sonoras, podendo provocar fadiga geral e em casos extremos, trauma auditivo e alterações fisiológicas(FRANCO, 2010).

Do ponto de vista físico, pode então definir-se o ruído como toda a vibração mecânica, estatisticamente aleatória, de um meio elástico. Do ponto de vista fisiológico será todo o fenómeno acústico que produz uma sensação auditiva desagradável ou incomodativa(AREZES, 2002).

Dornells(2012) afirma que é qualquer variação de pressão (no ar, na água, etc.) que o ouvido humano possa captar, enquanto ruído é o som ou o conjunto de sons indesejáveis, desagradáveis, perturbadores. O critério de distinção é o agente perturbador, que pode ser variável, envolvendo o factor psicológico de tolerância de cada indivíduo.

2.6.1. Propagação sonora

A energia sonora gerada por uma fonte qualquer se propaga e se dissipa no ar ao percorrer uma dada distância, ou até que atinja um obstáculo. Ao atingir um obstáculo uma parte da energia sonora é absorvida e se dissipa na forma de calor, outra parte é transmitida a através do obstáculo e uma terceira parte é reflectida.

As vibrações sonoras originadas pela fonte tem, no entanto, valores variáveis dependentes de factores externos, tais como, distância e orientação do receptor, variações de temperatura, tipo de local, etc. Os níveis de pressão sonora não devem ultrapassar os 55 dB(A) e a exposição por mais de 8h a níveis acima de 80 dB(A) por dia pode provocar reacções fisiológicas. Estas podem se dividir em directas como dificuldade na comunicação com outras pessoas, restrições auditivas, dores de ouvido, etc. e indirectas como problemas neurológicos, elevação do nível de stress, cansaço e ainda problemas cardiovasculares e distúrbios psíquicos (SANTOS L. S., 2020).

Segundo Arezes (2002) o som propaga-se a diferentes velocidades dependendo do meio. No ar, o som propaga-se a uma velocidade aproximada de 340 m/s, enquanto que em meios sólidos e líquidos a velocidade é substancialmente superior – 1500m/s na água e 5000 m/s no alumínio. Comparados com a pressão estática do ar (101 Pa), os níveis de pressão sonora audíveis são muito pequenos, variando de 20 μ Pa até 100 Pa. O primeiro valor corresponde ao valor mínimo a partir do qual é possível haver um estímulo auditivo e o último ao chamado limiar da dor, valor máximo a partir do qual a audição se torna dolorosa.

E de salientar que os sólidos transmite melhor o som que os líquidos, e estes melhor que os gases isso ocorre devido ao facto de as partículas estarem mais próximas nos sólidos do que nos líquidos e gases, permitindo que a energia da perturbação se transmita de forma mais eficaz. A Tabela 4 ilustra a velocidade de propagação do som a 25°C, em diversos meios.

Tabela 4: Velocidade de Propagação de som em diferentes meios.

Meio	Velocidade m/s
Ar	346
Água	1498
Alumínio	5000
Vidro	4540
Ferro	5200

2.6.1.1. Nível de pressão sonora

Por ser um fenómeno mecânico, o som pode ser mensurado através das unidades de pressão Pa (Pascal), o que dá origem ao termo “pressão sonora”. A pressão sonora é dada pela diferença instantânea entre pressão acústica e a pressão atmosférica. A pressão acústica varia ao longo do tempo, estas variações são percebidas pelo ouvido humano, criando a sensação auditiva. O ouvido humano não é sensível da mesma maneira às diferentes frequências. Então, para um mesmo nível de pressão sonora, um ruído será tanto mais incómodo quanto maior a proporção de altas frequências (SANTOS L. S., 2020).

De acordo com Arazes (2002) o nível de pressão sonora, em decibéis, é

Dado pela seguinte expressão:

$$NPS = 10 \times \log \frac{p^2}{p_0^2} \quad (1)$$

em que:

p - é o valor eficaz da pressão sonora, em pascal;

p_0 - o valor eficaz da pressão sonora de referência (2×10^{-5} Pa).

Os níveis limites de exposição referem-se aos níveis de pressão sonora e ao tempo de exposição que representam condições das quais acredita-se que a maioria dos trabalhadores (Tabela 4), possam estarem expostos

repetidamente, sem sofrer efeitos adversos à capacidade de ouvir e entender uma conversa normal.

Tabela 5: Tempo de exposição limite, em função do nível sonoro a que está sujeito um trabalhador, segundo a Norma ISO 1999:1990.

Tempo de exposição	Nível sonoro recomendado [dB(A)]
8horas	85
4horas	88
2horas	91
1horas	94
30minutos	97
15minutos	100
7,5minutos	103

O ouvido humano, ao contrário de outros animais, não capta os infra sons abaixo de 20 Hz, como alguns insectos, muito menos os ultras sons acima de 20.000Hz, como os morcegos(SANTOS L. S., 2020).

Para Stinglin(2017) o ouvido humano é o órgão responsável pela audição, um dos cinco sentidos básicos, e que transforma as vibrações externas que se propagam através do ar em impulsos eléctricos para o cérebro. O sistema auditivo divide-se em duas partes: sistema auditivo periférico e sistema auditivo central. O periférico é dividido em ouvido externo, ouvido médio e ouvido interno, enquanto o sistema auditivo central contém o nervo e o córtex auditivo como ilustra a Figura 4.



Figura 3: Esquema do sistema auditivo do ser humano. Fonte: Stinglin, 2017.

Constituído pelo pavilhão auditivo (orelha) – de estrutura cartilaginosa - é responsável pela recepção das ondas sonoras e pela condução destas ao canal auditivo externo, o ouvido médio estabelece a ligação entre o ouvido externo e o interno.

O ouvido médio tem portanto uma função multiplicadora, uma vez que a pressão inicial num meio aéreo (ouvido externo) se reduziria de forma significativa ao passar a um meio aquoso (ouvido interno), pelo que é fundamental compensar essa perda. É no canal coclear que se encontra o órgão de Corti, que contém as células ciliadas ou sensoriais que se sustentam sobre a membrana basilar. Esta, ao vibrar, induz um movimento em cizalha das células ciliadas com a membrana tectoria (que permanece imóvel), transformando o estímulo mecânico numa excitação neuronal (MENDES, 2011).

Exposiçãodiária ao ruído é composta de dois ou mais períodos de exposição ao ruído de diferentes níveis, devem ser considerados seus efeitos combinados, e não os efeitos produzidos por cada um isoladamente. Existem limite para a exposição temporária, a Tabela 5 ilustra os valores limites de tolerância (TLV's) segundo a OMS.

Tabela 6: Duração periódica e os níveis limites de exposição segundo OMS.

Unidades	Valores Limites	
Horas (h)	24	80 Db
	8	85 Db
	1	94 dB
Minutos (Min)	30	97 Db
	15	100 Db
	7.5	103 dB
Segundos (s)	28.12	115 Db
	7.03	121 Db
	0.11	139 dB

2.6.1.2.Efeitos do ruído na saúde

A poluição sonora é um mal silencioso, traz consigo diversos problemas à saúde das pessoas, pois além dos zumbidos e da perda auditiva, causa danos ao sistema nervoso central, como também em todos os órgãos neurovegetativos, como por exemplo, ao do sistema cardiovascular e o gastrointestinal, alterações no sono, irritabilidade, dificuldades de atenção e perda da memória (DORNELLES, 2012).

Protectores Individuais Auditivos

Segundo Arezes(2002)Ao longo dos últimos anos os Protectores Individuais auditivos, ou simplesmente, protectores auditivos, têm sofrido grandes evoluções e mesmo inovações, existindo actualmente, uma grande variedade destes dispositivoDe uma forma genérica, os protectores auditivos actuam de forma a evitar a propagação do ruído desde a fonte sonora até ao ouvido interno. Desta forma, poderão ser considerados protectores auditivos todos os dispositivos (Figura 5) que assumam essa função de obstáculo à propagação da onda sonora.



Figura 4: Equipamentos de proteção auditiva (1- Protector com rádio receptor, 2- protectores Auriculares Especiais, 3- Tampões auditivos). Fonte: Arezes, 2002.

Os protectores auriculares são protectores auditivos que consistem em tampões posicionados contra cadaum dos pavilhões auriculares. Apressão dostampões pode ser conseguida quer por uma banda à volta da cabeça ou por baixo do queixo, querpor ligação a um capacete.

Protectores auriculares em combinação com outros equipamentos de protecção individualSão protectores auditivos cuja utilização é conjunta com outro tipo de equipamento de protecçãoindividual, especialmente concebido para o efeito (1-Protector com rádio receptor).

Existem protectores que por intermédio de dispositivos electro-acústicos amplificam sinais fracos deforma a torná-los mais audíveis. Se os sinais passarem a ser mais fortes, a amplificação tende a diminuirfazendo com que o nível de pressão sonora efectivo junto ao ouvido seja limitado a 85 dB (2-Protectores Auriculares Especiais).

Tampões auditivos são protectores auditivos que são introduzidos no canal auditivo ou na cavidade do pavilhãoauricular para obturar a entrada, impedindo dessa forma que o ruído se propague até ao ouvido interno, (3-Tampões auditivos).

2.7.LEGISLAÇÃO

2.7.1.Enquadramento legal nacional

A constituição da República de Moçambique, consagra nos seus artigos 45, 90 e 117 as políticas e princípios gerais que guiam a protecção e preservação do meio ambiente. A Constituição destaca nos artigos 45 e 90 que toda a comunidade tem o direito de viver num meio ambiente equilibrado e o dever de o proteger. E o artigo 117 estabelece que todos têm o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem como de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e a colectividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

A Lei do Ambiente, define a base jurídica para a boa utilização e gestão do ambiente para o desenvolvimento sustentável do país. A Lei do Ambiente aplica-se para todas as actividades públicas e privadas que, directa ou indirectamente, afectam o meio ambiente.

Um dos princípios fundamentais da Lei do Ambiente é o Princípio da Precaução, segundo o qual a gestão do ambiente deve priorizar o estabelecimento de sistemas de prevenção de actos lesivos ao ambiente, de modo a evitar a ocorrência de impactos ambientais negativos significativos ou irreversíveis. Este princípio deverá nortear todas as actividades previstas em projectos de qualquer natureza, inclusive a implantação de sistemas de controlo ambiental. Sendo assim, deverão ser considerados os atributos ambientais identificados nos meios físicos, biótico e socioeconómico, e as interacções que poderão sofrer interferências em função da construção e operação de um empreendimento.

O regulamento sobre o processo de avaliação do impacto ambiental, estabelece que um dos instrumentos fundamentais para a gestão ambiental, é o processo de Avaliação de Impacto Ambiental e Social (AIAS), o qual visa mitigar os impactos negativos que os projectos dos sectores público e privado possam causar ao ambiente natural e socioeconómico, através da realização de estudos ambientais antes do início das actividades do projecto.

O regulamento sobre Processo de Auditoria Ambiental indica que qualquer actividade deve ser objecto de auditorias ambientais públicas realizadas pela autoridade ambiental ou privadas realizadas por um auditor devidamente registado no Ministério da Terra e Ambiente, nos termos do artigo 10. O mesmo regulamento no seu artigo 12, destaca que a entidade-alvo de auditoria deve facultar aos auditores o livre acesso aos locais a serem auditados e toda informação solicitada.

A legislação ambiental moçambicana indica relevância e importância à avaliação dos parâmetros de qualidade do ar em ambientes do trabalho tendo em conta a protecção da saúde e ao seu bem-estar físico e mental.

2.7.2. Lei-Quadro do Ambiente (lei n.º 20/97, de 1 de Outubro)

Este regulamento define as bases legais para a utilização e gestão correcta do ambiente e das suas componentes, tendo em vista um desenvolvimento sustentável do país. A Lei é aplicável a todas as actividades públicas ou privadas que, directa ou indirectamente, possam afectar o ambiente. Este regulamento estabelece uma serie de princípios, como por exemplo:

- Princípio da Precaução: em acções de gestão ambiental, deve ser priorizada a prevenção de actos lesivos ao ambiente, independentemente da existência de certeza científica sobre a ocorrência de tais impactos.

2.7.3. Decreto n° 25/2011 de 15 de Junho Regulamento sobre o Processo de Auditoria Ambiental.

Este regulamento define auditoria ambiental como um instrumento de gestão de avaliação sistemática, documentada e objectiva do funcionamento e organização do sistema de gestão e dos processos de controlo e protecção do ambiente, tendo como seu âmbito de aplicação actividades públicas e privadas que durante a fase da sua implementação, desactivação e restauração, directa ou indirectamente, possam influir nas componentes ambientais

2.7.4.Regulamento sobre padrões de qualidade ambiental e de emissão de efluentes (Decreto nº 18/2004, de 2 de Junho), modificado pelo decreto n.º67/2010, de 31 de Dezembro.

Este Regulamento estabelece padrões de qualidade ambiental e de emissão de efluentes, tendo em vista o controlo e a manutenção de níveis de poluição não superiores aos admissíveis. É aplicável a todas as actividades públicas ou privadas susceptíveis de afectar directa ou indirectamente os componentes ambientais. O regulamento define parâmetros e metodologias de controlo para a manutenção da qualidade do ar, da água, do solo a Tabela 7 ilustra os padrões de gases.

Tabela 7:Qualidade ambiental e de emissão de efluentes Decreto nº 18/2004, de 2 de Junho

Parâmetro (mg/m ³)	Tempo de amostragem							
	1 Hora		8 Horas		24 Horas		Media aritmética anual	
	Primário	Secundário	Primário	Secundário	Primário	Secundário	Primário	Secundário
SO₂	800		10000		365		80	
NO₂	400				200		100	
CO	40000							
Ozono	160				50	70		
Pst					200			

2.7.4.1.Enquadramento Internacional

Os valores de exposição limite admissíveis, de qualidade de Ar conforme previsto no regulamento dos padrões ambientais (TLV, ThresholdLimitValue) da OMS e na legislação Moçambicana dado pelo Decreto 18/2004 são descritos na Tabela 8.

Tabela 8: Padrões internacionais e nacionais de qualidade de Ar ambiental e ocupacional pelo Decreto 18/2004.

Poluente	Media do período	OMS	Regulamento Moçambicano
		Valores admissíveis em $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valores admissíveis em $\mu\text{g}/\text{m}^3$
(SO ₂)	24-h	20	40
	10-minutos	500	500
(NO ₂)	1-Ano	40	10
	1-Hora	200	190
Material Particulado (tamanho menor que 10 μm) ou PM 10 μm	1-Ano	20	Partículas 24 horas (150)
	24-Hora	50	
PM2.5 μm	1-Ano	10	
	24-Hora	25	
Ozono	8-Horas diariamente máximo	100	120
Monóxido de Carbono	8- Hora	NA	10000
Chumbo	1-Ano	NA	0.5
Níquel	1 –Ano	NA	4×10^{-2}
Arsénio	1-Ano	NA	3×10^{-3}
Benzeno	1-Ano	NA	$4,4 \times 10^{-6}$

3.INSTITUIÇÃO DE REALIZAÇÃO DE ESTUDO

3.1.DESCRICÃO DA EMPRESA

A Valente Engenharia Lda, é uma empresa de consultoria em Engenharia de Processos e Engenharia Ambiental. Fundada com fundos próprios e de responsabilidade limitada. O principal propósito é aliar a teoria com a prática no ramo de engenharia em Moçambique. Para além desse propósito, pretende atender a demanda de solicitações ligadas a determinação de parâmetros na actividade industrial e na implementação de estudos ambientais e ergonómicos.

A empresa dispõe de uma equipe técnica de elevada categoria científica, que é responsável pelo estudo do local e das técnicas adequadas de amostragem. Os resultados são entregues por meio de um relatório que é devidamente analisado pela comissão científica composta por professores doutores especialistas do ramo de engenharia de processos e engenharia do ambiente. Localiza-se na Avenida das Industrias No. 760, no Bairro da Machava-Sede no Município da Matola.

3.2.CASO DE ESTUDO

Estudo foi realizado na terminal logístico de combustíveis na Matola (Porto da Matola) o local corresponde uma área de 5 hectares, possui uma capacidade de armazenamento de 60000m³ para combustíveis líquidos, 40000m³ de gasóleo e com uma capacidade de recepção e armazenamento de gás doméstico.

Terminal de combustíveis é o estabelecimento onde se exercem principalmente actividades de recepção e armazenagem de combustíveis em tanques e onde, por meio de tubagens, entre outros, se procede ao carregamento de camiões-tanque ou embarcações-tanque de combustíveis. Desta forma, importa quantificar as concentrações presentes nos locais de trabalho quer do ponto de vista da avaliação da exposição quer do ponto de vista do diagnóstico de saúde. Assim, o presente estudo tem como objectivo analisar as quantidades de poeiras suspensas e também diagnosticar a intensidade sonora.

De uma forma geral, estudo de qualidade de ar e ruídos nas terminais portuários de combustíveis representa papel fundamental na segurança das instalações, saúde do trabalhador e na sanidade do meio ambiente.

Com vista a reforçar a fiabilidade e segurança de abastecimento de combustível a toda região sul de Moçambique. A empresa é distribuída em 4 departamentos de operação que são: Grua de carregamento de camiões, Grua de carregamento de Vagões, Bombas de Combustíveis Líquidos e nas Bombas de combate ao incêndio, sendo estes os pontos de recolha de amostras e ensaios realizados.

4. PARTE EXPERIMENTAL

4.1. MATERIAIAS E EQUIPAMENTOS USADOS

Esta parte, apresenta equipamentos usados e os ensaios realizados no desenvolvimento da pesquisa, na empresa.

- Bomba gravimétrica;
- Cassete ou porta-filtros;
- Mangueira;
- Medidor de ruído;
- Pinças
- Balança

4.2. DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

O Medidor de ruído é um equipamento projectado para realizar a medição do nível de pressão sonora, e conseqüentemente, aferir o quão intenso é o som, mede o nível de pressão sonora em decibéis, uma unidade algorítmica.

A Bomba gravimétrica é utilizada para colectar os agentes químicos (como particulados, vapores névoas) e outros contaminantes que podem causar danos á saúde do trabalhador, não mede a concentração de nenhum produto químico apenas força a passagem do ar pelo dispositivo da colecta. O fluxo de ar usado durante o levantamento das amostras de poeiras e de 2,2L/min. a bomba e conectada a uma cassete contendo papel de filtro por meio de uma mangueira de borracha fazendo sucção do ar para o seu interior.

As Pinças utilizados para assegurar o filtro, quando removido dentro da cassete e também e utilizado para abertura da própria cassete. Deve ser feito com cuidado para que não haja escape das amostras colectadas pelo filtro.

A Mangueira é um equipamento que serve de conexão entre cassete e a bomba. A mangueira deve ser flexíveis de material plástico, de preferência inerte, com diâmetro e comprimento adequados de modo a evitar a interrupção do fluxo de ar ou vazamento durante o levantamento das amostras. As o

diâmetro externo e de 10mm e o interno de 7mm com espessura de 1,5mm e o comprimento varia de 60 a 100 cm.

As Cassetes ou porta-filtros a amostra de particulados utilizando filtros é conduzida em cassetes de 37 mm de diâmetro, com um tamanho de poro de 5,0 micrómetros (μm) com face fechada onde a bomba e ligada na saída de ar 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 um suporte de papelão e usado para apoiar o filtro PVC dentro da cassette.

A Balança é um instrumento de laboratório altamente sensível, projectado para medir a massa com precisão



Figura 5: Equipamentos usados no estudo de Qualidade do ar e ruído.

4.3. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

4.3.1. Método de levantamento das amostras de material particulado

A medição das poeiras foi feita por intermédio de bombas de sucção que simulam a respiração humana num caudal de 2,2 litros/min, com uma cassette contendo papel de filtro para partículas de PM₁₀ e PM_{2,5}. Utilizou-se o método gravimétrico para a colecta das partículas, usando equipamento modelo AirChek 52 SamplingPump. A quantificação das partículas fez-se pesando os filtros contendo as partículas por meio de uma balança electrónica

de alta precisão. Vale salientar que o condicionamento e pesagem dos filtros foram feitos em laboratório climatizado à temperatura e a humidade relativa de $20^{\circ}\text{C}\pm 1\text{K}$ e a (50 ± 5) HR% respectivamente por um período de 48 horas antes da pesagem, de acordo com metodologia proposta pela OMS.

O levantamento de material particulado foi feito em quatro pontos. A seleção dos pontos para medição foi feita de acordo com as condições observadas no terreno tendo-se concluído que seriam 4 pontos, dos quais três pontos no recinto da terminal e um foram para questões de referência.

Pontos de amostragem são:

- Grua de carregamento de camiões;
- Grua de carregamento de vagões;
- Bombas de combate ao incêndio;
- Referência externa.

Para a avaliação dos níveis de material particulado fez-se 4 amostragens por um período de 3 h feitas em duplo (PM 2.5 e PM 10), e resultou com o equivalente a 3 168 L de ar recolhido.

4.3.2. Leitura de níveis de ruído

A medição da intensidade do ruído, consistiu em leitura de valores em unidades de dB, em resposta lenta no decibímetro de Serie 246 Sound – LevelDatalogger, .As leituras de ruídos foram feitas em apenas um dia num período de uma hora (1 h) e os valores foram captados de segundo a segundo. A leitura foi feita em quatro pontos que são:

- Grua 1 de camiões com pouco movimento;
- Grua 2 de camiões com movimento intenso;
- Bomba 1 de incêndio desligada;
- Bomba 2 de incêndio ligada.

4.3.3. Medição de gases

Para a medição da concentração de gases no ambiente de trabalho foi realizada usando amostradores da MultiGasAnalyser, Safety, Henanzhongan como ilustra a Figura6 dotado de filtros e sensores para detecção dos seguintes gases:

- Monóxido de carbono;
- Dióxido de carbono;
- Dióxido de nitrogénio ;
- Dióxido de enxofre;
- Metano .



Figura 6: Analisador de gases usados para qualificação de gases

5. APRESNTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para avaliação da emissão do material particulado foi feita a análise estatística a partir dos dados da massa e volume da amostra. Os resultados das medições dos materiais particulado (poeiras com PM10 e 2,5) foram todas eficientes.

5.1 RESULTADOS DO MATERIAL PARTICULADOS

A Tabela 9 ilustra os valores médios obtidos na monitorização do material particulado, em função dos pontos de mostragem, onde demonstra que os valores estiveram acima do limite estipulado pela OMS assim como para o Decreto Moçambicano e são mais elevados na grua de carregamento de vagões. Para melhor análise dos resultados, as Figuras 7 e 8 mostram a relação de todos pontos de colecta.

Tabela 9: Resultados de Material Particulado

Pontos	Departamento	Poeiras PM2.5 (mg/m ³)	Poeiras PM10 (mg/m ³)	VLA (mg/m ³)
1	Grua de carregamento de Camiões	337	758	150
2	Grua de carregamento de Vagões	421	1094	150
3	Bombas de combate ao incêndio	253	421	150
4	Referência externa	421	1094	150

Para melhor interpretação dos resultados obtidos sobre material particulado (poeiras), elaborou se os gráficos que demonstram claramente que os dados de concentração (poeiras com PM10 e 2,5) de cada secção em relação ao limite de exposição recomendável. Contudo verifica -se que para cada secção que os valores estão acima do limite recomendável, com o pico na grua de carregamento de vagões e também no ponto de referência

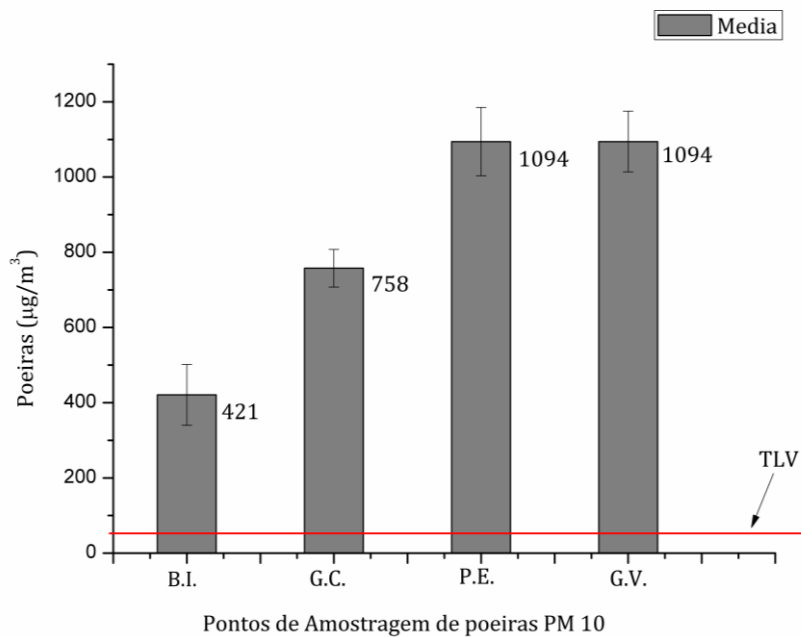


Figura 7: Monitorização de poeiras com PM 10 (B.I. - Bombas de combate ao incêndio, G.C. - Grua de carregamento de Camiões, P.E. - Ponto de referência externa, G.V. - Grua de carregamento de Vagões).

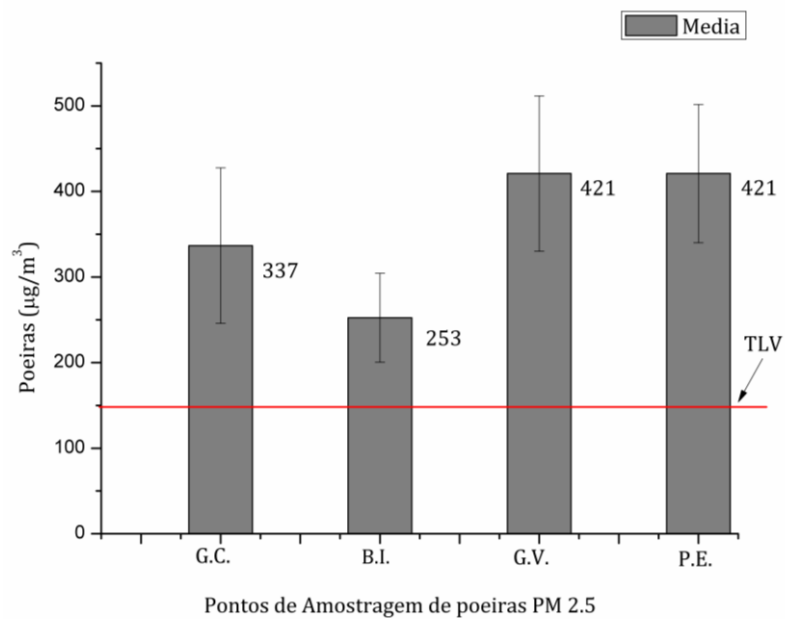


Figura 8: Monitorização de poeiras com PM 2.5 (B.I. - Bombas de combate ao incêndio, G.C. - Grua de carregamento de Camiões, P.E. - Ponto de referência externa, G.V. - Grua de carregamento de Vagões)

5.2.MEDIÇÃO DE GASES

Como pode se observar os valores obtidos para metano, monóxido de carbono, dióxido de nitrogénio estiveram dentro do intervalo estipulado em todos departamentos de análise, conforme mostra a Tabela 8. Os valores de óxido de

enxofre, dióxido de carbono estiveram fora do limite em todos pontos de amostragem, tendo seu pico na Grua de carregamento de Vagões, e pode estar aliado aos combustíveis no momento de carregamento, assim como pelos gases de combustão da chaminé da empresa vizinha.

Tabela 8: resultados de concentrações de gases por ponto de amostragem

Ord. De Pontos	Ponto de Medição	T (°C)	Concentração de gases (ppm)					
			CH ₄	CO	CO ₂	O ₂ (%)	NO ₂	SO ₂
1	Grua de carregamento de Camiões	32	0.00	5.00	589	20.9	0.00	10.0
			0.00	5.01	585	20.9	0.00	10.0
			0.00	5.00	591	20.9	0.00	10.0
	Média		0	5.00	585	20.9	0.00	10
2	Grua de carregamento de Vagões	31	0.00	6.00	572	21.03	0.00	33.0
			0.00	6.06	574	21.04	0.00	36.0
			0.00	6.00	570	21.03	0.00	30.0
	Média		0	6.02	572	21.03	0.00	33.0
3	Casa das Bombas de Combustíveis líquida	32	0.00	4.03	539	20.9	0.00	16.0
			0.00	4.00	539	20.9	0.00	17.0
			0.00	4.00	539	20.9	0.00	15.0
	Média		0	4.01	0.0	20.9	0.00	16.0
4	Bombas de combate ao incêndio	31	0.00	5.00	0.0	21.04	0.00	27.0
			0.00	5.00	0.0	21.04	0.00	27.0
			0.00	5.00	0.0	21.04	0.00	27.0
	Média		0	5.00	0.0	21.04	0.00	27.0
VLA (ppm)				10 - 50	25	21.0	25	5

5.3.RESULTADOS DO AMBIENTE SONORO

A medição da intensidade do ruído, consistiu em leitura de valores em unidades de dB, em resposta lenta no decibímetro.

Os resultados da tabela 9 mostram que o nível médio de poluição sonora em quase todos os pontos amostragem, esteve dentro do recomendado, com exceção do momento em que são ligadas as bombas de combate ao incêndio, como ilustra a Tabela 9.

Tabela 9: resultados de em função de pontos de amostragem

Pontos	Departamento	Ruído(dB)	TVL (dB)
1	Grua de camiões (Fraco Movimento)	59.3	85
2	Grua de camiões (Intenso Movimento)	71.6	85
3	Bombas de incêndio (Desligado)	72.9	85
4	Bombas incêndio (Ligado)	120	85

O ruído contribui para distúrbios gastrointestinais, distúrbio relacionados com o sistema nervoso (nervosismo, vertigens, dores de cabeça). Ruído intenso e súbito acelera o pulso, eleva a pressão arterial, contrai os vasos sanguíneos, contrai os músculos do estômago, entre outras perturbações.

Os resultados da intensidade sonora mostraram que o ruído ultrapassou o recomendado pela OMS, para o caso em que são accionados as bombas de combate ao incêndio. A Figura 10 mostra os picos registados nos pontos de referência.

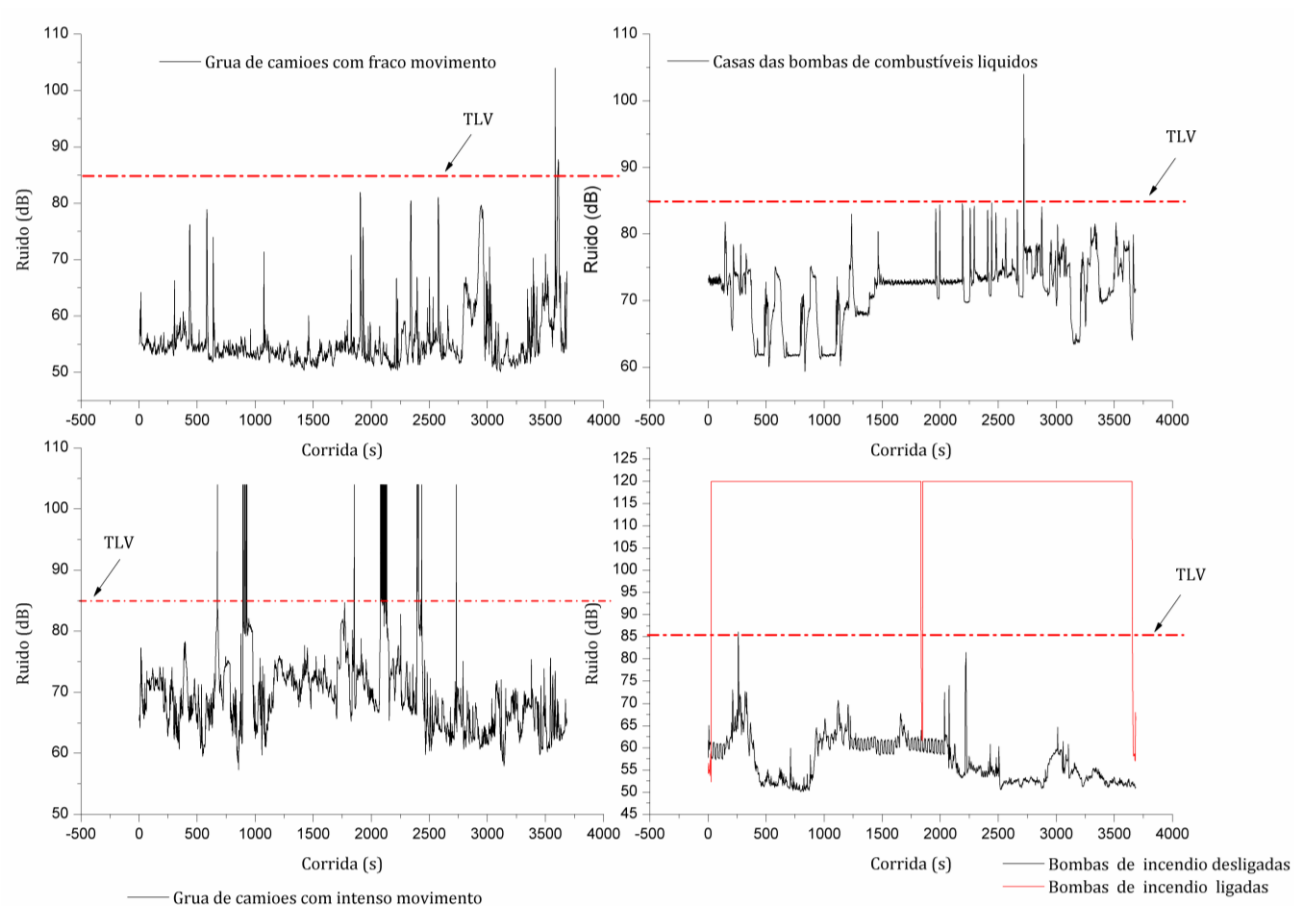


Figura 9: Resultados que mostram a intensidade de ruído.

Estes resultados mostraram que a intensidade de ruído oscila para cada secção e o ultrapassou o limite recomendado pela OMS, para o caso em que são accionados as bombas de combate ao incêndio, ou para os dias de descarga de combustível há necessidade de acautelar-se ao risco de perda de audição segundo Dornelles (2012).

6.CONCLUSÃO

Após o diagnóstico da intensidade sonora e qualidade de ar ocupacional no terminal de combustíveis do porto da Matola, para a análise foi possível recolher aproximadamente 3100 Litros do Ar no recinto fabril, pelo que se conclui o seguinte:

A medição de intensidade sonora mostrou que o nível médio obtido para todos pontos de amostragem, estão dentro do intervalo recomendado excepto quando as bombas estão ligadas com 120 dB, tanto para legislação nacional assim como para organizações internacionais. O valor mínimo de ruído foi de 59.3 dB obtido na Grua de carregamento de camiões com fraco movimento.

Quanto a partículas suspensas analisadas (partículas com peso médio de 10 e 2.5 μm), as quantidades encontradas estiveram fora dos limites admissíveis, tendo como valor mínimo de 253 mg/m^3 obtido para poeiras PM2.5 nas bombas de combate a incêndio, esse valor pode ser justificado pelas correntes de ar e sentido de velocidade do vento na região. O fato curioso é presença da mine fábrica de processamento de cevada nas mediações da Grua de carregamento de vagões, essa actividade pode justificar a elevação de nível de poeiras até a margem de 1000 mg/m^3 que é extremamente actividade de alto risco para a empresa.

As concentrações de metano, monóxido de carbono, dióxido de nitrogénio estiveram dentro do intervalo estipulado em todos departamentos de análise. Porém, para dióxido de enxofre e dióxido de carbono estiveram fora do limite em todos pontos de amostragem, tendo seu pico na Grua de carregamento de Vagões, e pode estar aliado aos combustíveis no momento de carregamento, assim como para a questão da mine fábrica mencionada acima.

7.RECOMENDAÇÕES

Quanto a qualidade do ar os valores de concentração de poeiras assim como também para os gases dióxido de carbono e óxidos de enxofre obtidos foram muito elevados quando comparados com o limite admissível tanto para a OMS, quanto para a legislação ambiental dado pelo Decreto 18/2004.

Assim sendo é recomendável o uso de máscaras dotadas de filtros e com retrovisores para que além de protecção inalatória também protegem a área dos olhos , para esta margem de tamanho de partículas e para gases . Pois possuem eficiência para retenção de partículas e gases, macacões de protecção com capuz, monitoramento regular dos parâmetros. No que diz respeito a fábrica vizinha com chaminé que pode estar a influenciar na qualidade do ar recomenda -se entrar em um plano de monitorização para melhor se apurar o nível de influência que esta fábrica apresenta para área vizinha.

É importante salientar que nenhum respirador eliminará totalmente a exposição, principalmente, se houver mau uso. Porém, o uso correcto do mesmo, contribuirá para mitigação.

No que diz respeito ao ruído em relação aos níveis sonoros, recomenda-se que a permanência neste local não deve exceder o limite durante a jornada de trabalho. O tempo máximo de exposição não pode superar 1 minutos dentro da região de bombas de combate ao incêndio quando ligadas. Extremamente recomendável o uso de EPI para amortização de intensidade sonora, monitorização de intensidade sonora (ruído) periódica. Variação nas actividades dos funcionários e nas operações ruidosas, limitar o acesso a sectores muito ruidosas permitir apenas a entrada de funcionários imprescindíveis ao sector.

Vale salientar que é a obrigatoriedade do empregador fornecer e cobrar o uso dos Equipamentos de Protecção Individual pelos trabalhadores, de acordo com o nível e o tipo de risco (físico, químico, mecânico e biológico) que estejam expostos nas suas actividades laborais.

8.BIBLIOGRAFIA

8.1.Referência Bibliográficas

ALBUQUERQUE, M. H. (2013). determinação de metais em material particulado pm10 e pm2,5 do ar atmosferico em uma area da cidade do natal rn. natal/rn: universidade federal do rio grande norte,programa de pos graduação em quimico.

ALMEIDA, I. T. (1999). poluição atmosferica por material particulado na mineração a ceu aberto. são paulo: escola apolitecnica da universidade de são paulo,titulo de mestre em engenharia.

ANDRADE, D. M. (2008). avaliação de bacterias provenientes de um biofiltro de tratamento de vapores de gasolina. florianopolis: universidade de federal de santa catarina centro tecnologico,pos -graduação em engenharia ambiental.

AREZES, P. M. (2002). percepção do risco de exposição ocupacional ao ruido. portugal: escola de engenharia da universidade de minho para grau de doutor em engenharia de produção.

BRAIT, C. H. (2008). monitoramento ambiental de metais utilizando biomonitores passivos de colecta de poluentes. goiania: universidade federal de goias.

DORNELLES, A. (2012). a poluição sonora no ambiente urbano impacto na saude humana e aspectos legais,. ijui(rs): universidade regional do noroeste do estado do rio grande sul,departamento de ciencias juridicas e sociais.

FAKHOURY, N. A. (2017). estudo de qualidade do ar em interiores educacionais. sao paulo: escola apolitecnica da universidade de são paulo.

FERREIRA, V. H. (2016). identificação das fontes do material particulado atmosferico fino e grosso no distrito federal empregando marcadores ionicos soluveis em agua. brasilia,df: instituto de quimica,programa de pos graduação de quimica.

FRANCO, J. M. (2010). contributo de estudo ao ruído ocupacional análise de uma central termoelétrica, dissertação apresentada para obtenção de grau de mestre em engenharia de segurança e higiene ocupacional. porto: universidade do porto faculdade de engenharia.

JUNIOR, G. C. (2019). concepção de manual de campo para diagnóstico e monitoramento de qualidade do ar utilizando fungos liquenizados. palhoça: universidade do sul de santa catarina.

LIMA, M. M. (2006). estimativa de material particulado em suspensão na atmosfera por meio da modelagem de redes neurais artificiais. belo horizonte: universidade federal de minas gerais.

MAIA, A. S. (2014). avaliação da exposição a poluentes atmosféricos na cidade de aveiro. aveiro: universidade de aveiro.

MENDES, A. F. (2011). ruído ocupacional em ambiente industrial, grau de mestre em engenharia de segurança e higiene ocupacionais. porto: universidade do porto, faculdade de engenharia.

PIRES, D. O. (2005). inventário de emissões atmosféricas de fonte estacionárias e sua contribuição para a poluição do ar na região metropolitana do rio de janeiro. rio de janeiro: universidade federal do rio de janeiro.

PRIMO, K. R. (2005). formação, controle e dispersão atmosférica dos óxidos de nitrogênio decorrentes da queima de bagaço em caldeiras industriais. itajuba: universidade federal de itajuba- pós graduação em engenharia de energia.

QUADROS, M. E. (2008). qualidade do ar em ambientes internos hospitalar: parâmetros físicos-químicos e microbiológicos. florianópolis: universidade federal de santa catarina.

RAMOS, C. A. (2013). qualidade do ar interior em ginásio, exposição de ar anterior durante atividade física. lisboa: instituto superior de educação e ciências.

SANGUESSUGA, M. S. (2012). síndrome dos edifícios doentes. lisboa: instituto politécnico de lisboa.

SANTOS, E. L. (2004). avaliação do conceito bolha como critério de composição ambiental em actividades poluidoras de ar atmosférico. sao carlos: universidade federal de sao carlos.

SANTOS, J. C. (2010). avaliação do ar interior no jardim de infancia. porto: faculdade de engenharia da universidade do porto, engenharia de segurança e higiene ocupacionais.

SANTOS, L. S. (2020). metodologia e análise da poluição sonora para fins de planeamento urbano. belo horizonte: universidade federal de minas, instituto de geociências, programa de pós graduação em geografia .

SCHOSSLER, I. D. (2014). avaliação de qualidade do ar interior em função das características de ventilação das edificações. lajeado: centro universitário univates , centro de ciências e tecnológicas, engenharia ambiental .

SHATALLOF, A. (2013). avaliação da qualidade do ar na região de setúbal. setúbal: instituto de superior de educação e ciências, .

SILVA, D. D. (2019). monitoramento de espécies fúngicas no ar atmosférico da região metropolitana de são paulo. são paulo: universidade de são paulo.

SOUSA, N. L. (2018). análise físico-química e toxicidade do material particulado no ar atmosférico em catalão-go. catalão-go: universidade federal de goias regional catalão, unidade acadêmica especial de química -programa de pós-graduação de química.

SOUZA, N. F. (2011). a qualidade do ar em morro da fumaça e seus efeitos sobre a saúde de população. florianópolis- sc: universidade federal de santa catarina-ufsc, centro tecnológico departamento de engenharia sanitária e ambiental .

STINGLIN, D. D. (2017). relações entre a percepção musical e o ensino das características das ondas sonoras. curitiba: universidade tecnológica federal do

parana, programa de pos -graduação em formação científica educacional e tecnologica, mestrado em ensino de ciências.

VIEIRA, L. M. (2007). avaliação de qualidade do ar em um porto através de parâmetros físicos-químicos e toxicológicos. itajai sc: universidade do vale itajai.