



FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
LICENCIATURA EM ENGENHARIA QUÍMICA
TRABALHO DE LICENCIATURA

Estudo de Viabilidade Técnica para a Minimização dos Efeitos da Poluição Sonora e Poluição Ambiental pelo Motor a Diesel

Autor: Salomão Joel Vutane

Supervisor: Prof. Doutor João Chidamoio, Eng^o

Maputo

2021



FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
LICENCIATURA EM ENGENHARIA QUÍMICA
TRABALHO DE LICENCIATURA

Estudo de Viabilidade Técnica para a Minimização dos Efeitos da Poluição Sonora e
Poluição Ambiental pelo Motor a Diesel

Autor: Salomão Joel Vutane

Supervisor: Prof. Doutor João Chidamoio, Eng^o

Maputo

2021

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA

TERMO DE ENTREGA DO RELATÓRIO DO TRABALHO DE LICENCIATURA

Declaro que a estudante Salomão Joel Vutane entregou no dia ___/___/2021
as_____ cópias do relatório do seu trabalho de licenciatura com a referência:
_____ intitulado: **Estudo de Viabilidade Técnica para
a Minimização dos Efeitos da Poluição Sonora e Poluição Ambiental pelo Motor
a Diesel.**

Maputo ___ de _____ de 2021

O Chefe da Secretaria

DEDICATÓRIA

Ao meu pai Joel Wilsene Vutane, a minha mãe Carlota Vasco Rumbane (em memória) por ensinarem a responsabilidade de cada acto meu.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família por todo o amor, dedicação e apoio ao longo da minha vida e de toda a caminhada para a conclusão deste trabalho.

Ao meu supervisor Prof. Doutor. João Chidamoio Eng^o pelo acompanhamento, ensinamento, dedicação e pela contribuição imensurável para a materialização deste trabalho. A todo o corpo docente e técnico da Faculdade de Engenharia, em especial do Departamento de Engenharia Química pelo conhecimento por eles transmitido e suporte durante os estudos.

Aos colegas, amigos e companheiros, que me deram força e ânimo para prosseguir com os meus estudos em busca de conhecimentos, e a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O presente trabalho teve como objectivo estudar a viabilidade técnica para minimização dos efeitos da poluição sonora e ambiental geradas durante o funcionamento do motor diesel. Para o efeito foi analisou-se os níveis do ruído transmitido em diferentes compartimentos do Departamento de Engenharia Química assim como os parâmetros que afectam a qualidade do ar no compartimento onde foi instalado o motor.

Substitui-se o sistema de exaustão do motor por outro sistema de exaustão, esta por sua vez contém o abafador do ruído e catalisador, e avaliou-se o nível do ruído e os parâmetros que afectam a qualidade do ar.

Feitas as análises, verificou-se uma redução na propagação do ruído de até 7 dB(A) depois da substituição do sistema de exaustão, e um máximo de 19 dB(A) combinando com portas e janelas fechadas no ponto P2. Houve uma redução acima de 50% na concentração dos gases emitidos durante o funcionamento do motor.

Palavras – Chave: Poluição Acústica. Motor a Diesel. Qualidade do Ar.

Índice

DEDICATÓRIA.....	i
RESUMO	iii
Lista de figuras.....	vi
Lista de tabelas.....	vii
Lista de Abreviaturas e Símbolos.....	viii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objectivos	2
1.1.1. Objectivo Geral.....	2
1.1.2. Objectivos específicos	2
1.2. Justificativa	3
1.3. Metodologia.....	4
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1. Motores de Combustão Interna.....	5
2.1.1. Motores alternativos.....	6
2.1.2. Motor Diesel.....	7
2.2. Problemas Ambientais Relacionados ao Uso do Motor Diesel.....	8
2.2.1. Emissão do Ruído.....	8
2.2.1.1. Ruído de Combustão	10
2.2.1.2. Ruído Mecânico	11
2.2.1.3. Propagação do Ruído	11
2.2.2. Emissão de Gases de Escape	12
2.2.2.1. Monóxido de Carbono (CO) e Dióxido de Carbono (CO ₂).....	12
2.2.2.2. Hidrocarbonetos não Queimados (HC).....	13
2.2.2.3. Óxidos de Nitrogénio (NO _x)	13
2.2.2.4. Material Particulado (MP).....	14
2.3. Qualidade do Ar.....	15
2.4. Abafadores de Exaustão	16
2.4.1. Silenciadores de Escape.....	17
2.4.2. Catalisadores	18
3. EQUIPAMENTOS E PROCEDIMENTOS	21
3.1. Motor de ensaio e Abafador de Exaustão	21
3.2. Monitorização da intensidade sonora	23
3.3. Monitorização da qualidade do ar	24
4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	25

4.1. Intensidade Sonora	25
4.1.1. Resultados da Monitorização da Intensidade Sonora (Sem Abafador).....	25
4.1.2. Resultados da Monitorização da Intensidade Sonora (Com Abafador)	26
4.2. Qualidade do Ar.....	29
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	31
BIBLIOGRAFIA.....	32
ANEXOS.....	34

Lista de figuras

Figura 1: a) Partes principais do motor de combustão interna (Lino, 2014); b) Partes do sistema de movimento cilindro-pistão (Brunett, 2012)	5
Figura 2: Curso do pistão no motor 4 tempos (Varella e Santos, 2010).....	7
Figura 3: Pressão no cilindro em função ao movimento de pistão (Contreras, 2013)	10
Figura 4: Fenômenos de propagação de pressão sonora (Rodrigues, 2010)	12
Figura 5: Composição percentual do material particulado (Squaiella, 2010)	15
Figura 6: Silenciador Reactivo (Martins, 2019).....	17
Figura 7: Silenciador Dissipativo (Martins, 2019)	17
Figura 8: <i>Silenciador Reactivo-Dissipativo (www.zanardo.com.br)</i>	18
Figura 9: Conversor Catalítico (Boldt e Silva)	19
Figura 10: Motor Gerador: a) Sem Abafador; b) Com Abafador.	21
Figura 11: Medidor do Nível de Intensidade Sonoro.....	24
Figura 12: Detector multigás	24
Figura 13: Monitoramento da pressão sonora em diferentes pontos com portas/janelas abertas.....	25
Figura 14: Monitoramento da pressão sonora em diferentes pontos com portas/janelas fechadas	26
Figura 15: Monitoramento da Pressão Sonora em Diferentes Pontos Com Portas/Janelas Abertas com Abafador	27
Figura 16: Monitoramento da Pressão Sonora em Diferentes Pontos com Portas/Janelas Fechadas com Abafador	27
Figura 17: Gráfico de Monitorização de Qualidade do Ar	29

Lista de tabelas

Tabela 1: Padrões Nacionais de Qualidade do Ar	16
Tabela 2: Especificações do Motor Diesel.....	22
Tabela 3: Pontos de Monitorização do Ruído	23
Tabela 4: Resultados de Monitorização do Ruído	28
Tabela 5: Resultados da Monitorização da Qualidade do Ar	29

Lista de Abreviaturas e Símbolos

dB(A)	Decibéis Ponderado a Curva A
FSI	Fracção Sólida Inorgânica
FSO	Fracção Sólida Orgânica
LA _{eq}	Nível sonoro contínuo equivalente
L _{avg}	Nível sonoro médio
LS _{max}	Nível sonoro máximo
OMS	Organização Mundial da Saúde
PM	Peso Molecular
PMI	Ponto Morto Inferior
PMS	Ponto Morto Superior
ppm	Partes por milhão
µg/m ³	Micrograma por metro cúbico

1. INTRODUÇÃO

Os motores diesel, tem a reputação de serem económicos, fortes e resistentes em relação a outros motores de combustão interna. Eles usam o diesel como fluido trabalho, a queima deste combustível pode ser considerada problema ao meio ambiente, pois resulta na emissão de gases responsáveis pela alteração da composição do ar atmosférico, com destaque ao dióxido de carbono, monóxido de carbono, hidrocarbonetos, material particulado, e outros.

Geralmente, os motores diesel operam a níveis de ruído acima dos padrões do nível recomendado em áreas residenciais, ambientes de trabalho como escritórios, ambientes de aprendizagem, etc. (Mushiri et. al. 2016). Apesar do ser humano ter alta capacidade de adaptação em ambientes diversos, a exposição prolongada em ambientes ruidosos pode provocar o desenvolvimento de estado de fadiga, resultando no esgotamento do seu limite de resistência não só no domínio físico, mas também sua influência no domínio intelectual principalmente na capacidade de atenção reduzindo assim o rendimento do trabalho do indivíduo.

Apesar de não ser as únicas, são fontes consideráveis de poluição necessitando de controlo para atenuar a geração do ruído e a redução da emissão dos poluentes atmosféricos. Porém, a pesquisa terá como foco principal encontrar soluções técnicas para redução da emissão do ruído e de poluentes gerados pelo motor a diesel.

1.1. Objectivos

1.1.1. Objectivo Geral

- ✓ Fazer o estudo de viabilidade técnica para a minimização dos efeitos de poluição sonora e de qualidade do ar causados pelo motor a diesel localizado no laboratório de operações unitárias do Departamento de Engenharia Química.

1.1.2. Objectivos específicos

- ✓ Avaliar os níveis de intensidade sonora e parâmetros de qualidade do ar;
- ✓ Propor o mecanismo para a minimização da emissão do ruído e gases de exaustão.

1.2. Justificativa

As perturbações acústicas e a poluição pela emissão dos gases de exaustão emitidos pelo motor a diesel têm afectado directamente o meio ambiente.

A exposição às perturbações acústicas tem causado a dificuldade na sensação e interpretação de som e perda de audição dependendo do nível da pressão sonora e a distribuição do tempo em que o indivíduo está exposto.

A emissão dos gases de exaustão tem causado danos significativos ao meio ambiente, pois os gases contém poluentes nocivos que contribuem deste modo para o aumento dos gases do efeito estufa.

Porém, no presente trabalho pretende-se fazer um estudo de viabilidade técnica para minimizar-se os efeitos causados pelo motor a diesel que se encontra no laboratório de operações unitária do Departamento de Engenharia Química.

1.3. Metodologia

A razão principal para realização da pesquisa é a busca de soluções para atenuar o ruído a emissão dos gases poluentes gerada durante o funcionamento do motor. A pesquisa adopta o carácter

Bibliográfico: A pesquisa desenvolveu-se com base nos livros, artigos científicos, entre outros trabalhos já realizados sobre assuntos ligados ao tema;

Ensaio laboratoriais: Para análise das variáveis, será utilizada o método quantitativo que compreende a realização das medições dos níveis de ruído em diferentes compartimentos do Departamento de Engenharia Química e a medição das concentrações dos gases com equipamentos disponíveis.

Elaboração do relatório: elaboração do relatório do trabalho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Motores de Combustão Interna

Quando a queima do combustível ocorre no interior do motor, denomina-se motor de combustão interna. O motor de combustão interna é composto por um cilindro fechado na sua parte superior pelo cabeçote e na parte inferior pelo cárter (**Figura 1.a**). Dentro desse cilindro movimenta-se o pistão, ligado pela biela ao virabrequim, também denominada árvore de manivelas. O formato peculiar desse componente transforma em movimento rotativo o movimento linear do pistão no cilindro (**Figura 1.b**).

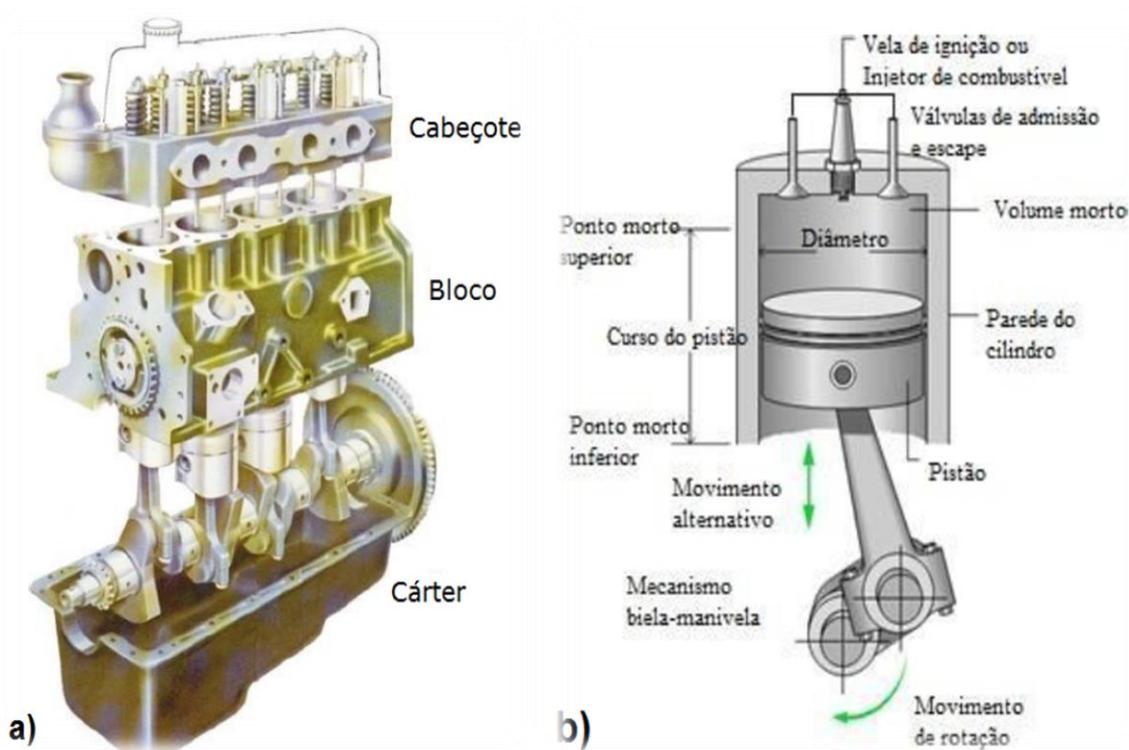


Figura 1: a) Partes principais do motor de combustão interna (Lino, 2014); b) Partes do sistema de movimento cilindro-pistão (Brunett, 2012)

Motores de combustão interna são máquinas térmicas que transformam energia proveniente de uma reação química em energia mecânica. Usam gases de combustão como fluido trabalho, ou seja, os gases realizam os processos de compressão, aumento de temperatura, expansão e exaustão. (Lino, 2014).

Brunett, 2012 classifica os motores de combustão interna quanto à forma de obter trabalho mecânico como:

- ✓ Motores Alternativos: quando se obtém o trabalho através do movimento oscilatório de um pistão o qual é transformado em rotação contínua por um conjunto biela-manivela.
- ✓ Motores Rotativos: o trabalho é obtido directamente por movimentos de rotação, como exemplos turbina a gás e motor de Wankel.
- ✓ Motores de Impulso: a força da reacção dos gases que são expelidos em alta velocidade pelo motor é que realizam o trabalho, como exemplos motores a jacto e foguetes.

2.1.1. Motores alternativos

O motor alternativo apesar de apresentar um sistema bastante simples (pistão-cilindro) é uma das invenções que apresenta uma vasta variedade de aplicações, é o coração da maioria dos automóveis, aviões de pequeno porte, navios, geradores de electricidade, e de muito outros dispositivos (Cengel e Boles 2015).

Dependendo de como é iniciado o processo de combustão no cilindro, o motor alternativo é classificado em dois tipos fundamentais:

- ✓ Motor Ciclo Otto, em homenagem a Nikolaus Otto que criou motor de quatro tempos em 1862 usando o ciclo proposto pelo francês Beau de Rochas em 1862) a mistura de ar e combustível é previamente admitida, em seguida inflamada através de uma centelha eléctrica, ocasionando a queima da mistura e a expansão dos gases.
- ✓ Motor Ciclo Diesel, o nome deve-se em homenagem ao engenheiro francês Rudolf Diesel que desenvolveu o primeiro motor em Augsburg na Alemanha no período de 1893 a 1898. Neste tipo de motor somente o ar é comprimido, sendo o combustível injectado no interior do cilindro, quando a compressão do ar está próxima ao seu ponto máximo.

Quando o motor completa o ciclo em dois cursos do pistão é designado de motor de dois tempos e quando executa quatro cursos completos por ciclo é denominado motor de quatro tempos. No presente trabalho o foco será o motor diesel de quatro tempos.

2.1.2. Motor Diesel

É uma máquina térmica alternativa de combustão interna, com objectivo de prover energia mecânica ou força motriz de accionamento. O motor em questão executa quatro cursos completos (dois ciclos mecânicos) dentro do cilindro, o eixo da manivela realiza duas revoluções para cada ciclo termodinâmico. Os quatro cursos descritos a seguir estão representados na figura 2.

Com a válvula de descarga fechada, o pistão realiza o movimento descendente a partir do ponto morto superior (PMS) admitindo o ar no interior do cilindro através da válvula de admissão (curso de admissão). Com as válvulas de admissão e descarga fechadas, o pistão realiza o movimento ascendente a partir do ponto morto inferior (PMI) comprimindo o ar dentro do cilindro aumentando pressão interna (curso de compressão), pouco antes do pistão atingir o PMS o combustível é pulverizado criando-se a mistura de ar/combustível a alta pressão. Ao atingir a posição mais alta a mistura sofre a ignição e liberta energia, a energia libertada nessa combustão força o pistão deslocar-se para baixo, que por sua vez força o eixo da manivela girar, produzindo o trabalho útil (curso de expansão). No final deste curso o pistão está na posição mais baixa e o cilindro cheio de produtos de combustão. O pistão move-se para cima expulsando os produtos de combustão através da válvula de descarga (curso de exaustão).

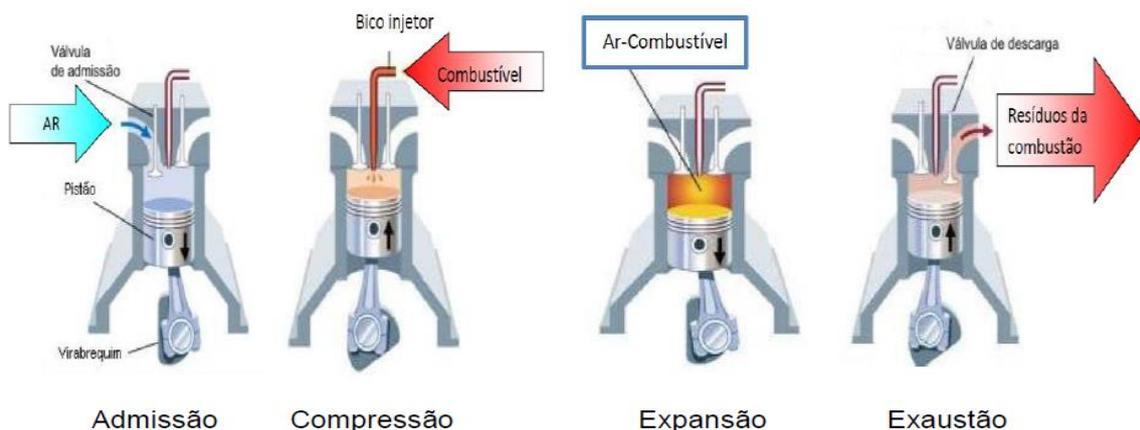


Figura 2: Curso do pistão no motor 4 tempos (Varella e Santos, 2010)

É importante notar que o ar é comprimido até a uma temperatura superior a temperatura de auto-ignição do combustível e a combustão é iniciada pelo contacto à medida que o combustível é pulverizado no ar quente. (Cengel e Boles 2015). E que durante os cursos de admissão e exaustão não há realização de trabalho apenas são fundamentais para troca de gases no interior do cilindro.

2.2. Problemas Ambientais Relacionados ao Uso do Motor Diesel

Os grupos geradores com motor diesel são alternativa mais utilizada para o fornecimento de energia eléctrica devido a sua eficiência e durabilidade (Figueiredo et. al.,2013). Porém, durante o seu funcionamento, o motor diesel tem causado problemas ambientais tais como: perturbações acústicas e a poluição pela emissão dos gases de escapamento, estes relacionados com a combustão interna para o funcionamento do motor (Barros, 2007). Esses problemas podem ser minimizados utilizando tecnologias de controlo.

2.2.1. Emissão do Ruído

O ruído é um dos mais importantes problemas ambientais que afectam o conforto e a saúde do ser humano, classificada pela OMS como segundo maior factor ambiental delicado a seguir á poluição atmosférica causada por partículas finas.

O ruído pode ser entendido como qualquer som indesejável que tem o potencial de perturbar o conforto humano, podendo comprometer a saúde quando emitido altos níveis de pressão sonora. Na sociedade urbana atual, o ambiente sonoro é composto por diversas fontes ruidosas: aviões, motores de veículos, atrito entre o pneu e o pavimento, obras de construção civil, helicópteros, máquinas domésticas (Pinheiro, 2015).

Quando os ruído alcançam níveis prejudiciais à saúde e ao sossego público, diz-se que ocorre a poluição sonora. Em níveis excessivos de intensidade, a poluição sonora pode ocasionar diversos danos à saúde.

Além de causar perda auditiva temporária ou permanente, o ruído pode também ser um risco de segurança. Mais claramente, o ruído interfere na comunicação verbal, levando a erros e fracassos em responder a sons de aviso e gritos. Danos auditivos

podem ser induzidos por exposição contínua a níveis superiores a 85 dB (A), mas a resposta de um indivíduo varia dentro de uma população. Segundo Chechin 2016, a exposição contínua a níveis superiores a 90 dB (A) resulta em 20% da população exposta sofrendo de perda auditiva induzida por ruído.

A exposição constante a ruídos de alta intensidade, ou seja, superiores a 80 dB (A), quase invariavelmente produz algum grau de perda auditiva induzida por ruído naqueles com audição suscetível. Não há maneira de prever com antecedência quais determinados indivíduos são mais propensos a sofrer de perda auditiva induzida por ruído.

De acordo com Chechin 2016:

- ✓ O ruído com intensidade até 55 dB(A) não causam mal a saúde, mas pode resultar em desconforto acústico.
- ✓ O ruído com intensidade entre 55 dB(A) a 75 dB(A), apesar de não ser potencial perigo à audição, poderá afectar a concentração e irá interferir com a comunicação.
- ✓ Entre 75 dB(A) a 85 dB(A) poderá causar dano a audição e acima de 85 afectará a saúde dependendo do tempo de exposição.

Em Moçambique foi aprovado o decreto sobre regulamento padrões de qualidade ambiental e emissão de efluentes (Decreto nº 18/2004) de 2 de Junho, o mesmo define que os padrões da emissão do ruído devem ser estabelecidos pelo MITTADER, no entanto até o presente período não existe normas ou directrizes sobre o ruído em Moçambique. Para proteger países e comunidades em desenvolvimento, a OMS introduziu um conjunto de limites máximos de ruído recomendado em ambientes específicos, onde estabelece o nível máximo de 70 dB. Pesquisas mostraram que a exposição contínua a níveis de som acima deste limite causa danos à audição humana, e este é o nível de ruído máximo permitido em muitas zonas industriais e de fabricação.

No âmbito de desenvolvimento do presente estudo, serão utilizados os valores padrão de ruído recomendadas pela OMS em ambientes específicos (ANEXO 1).

Os motores diesel são conhecidos por desenvolver alta potência de trabalho, mas também por altos níveis de ruído que eles emitem, resultante da queima do

combustível juntamente com as superfícies de vibração do motor (Leão et. al). Ao projectar dispositivos de controlo do ruído, é importante localizar a causa do problema e medir a fonte do ruído, esta fonte inclui principalmente o ruído de combustão e o ruído mecânico.

2.2.1.1. Ruído de Combustão

O ruído de combustão é causado principalmente pelo rápido aumento de pressão causado pela ignição. A pressão no cilindro aumenta gradualmente até o começo da injeção do combustível, após a injeção ocorre a autoignição. (Figura 3)



Figura 3: Pressão no cilindro em função ao movimento de pistão (Contreras, 2013)

Nos motores a diesel o ar é comprimido perto de um décimo sexto a um vigésimo de seu volume original e o combustível líquido é injetado na forma vaporizada, então ocorre a ignição e combustão espontâneas. Devido a taxa de aumento de pressão ser abrupta há rápidas mudanças de pressão no cilindro, o que, conseqüentemente, excita a estrutura do motor e provoca os ruídos. Um exemplo é o que ocorre com as flutuações de velocidade do virabrequim, que é consequência da pressão do cilindro, e podem causa ruído no trem de engrenagens ou pulsos na cadeia do sincronismo das partes móveis (Leão et. al.).

2.2.1.2. Ruído Mecânico

O ruído mecânico é causado por uma série de mecanismos, sendo a tampa do pistão um dos mais importantes, especialmente em motores diesel. O movimento do pistão subindo em direção ao ponto morto superior é uma das fontes mecânicas que resulta em uma vibração estrutural do motor e, assim, na geração de ruído. Mas o movimento do pistão não é estritamente um processo mecânico independente e este processo é influenciado pelas forças extras no pistão geradas pelo processo de combustão. A abertura e o fechamento de válvulas de admissão e escape, as forças dos rolamentos causadas pela rotação do sistema, e o balanceamento do motor são outras fontes mecânicas de vibração que resultam em ruído.

2.2.1.3. Propagação do Ruído

O ruído decorrente da produção de uma pressão sonora, propaga-se no ar em forma de ondas esféricas a partir de sua origem. Ao atingir a estrutura de uma edificação o ruído será transmitido pela vibração das paredes, cujo movimento gerará uma outra onda sonora no recinto adjacente. A transmissão da pressão sonora, pode gerar certos fenômenos tais como: reflexão, transmissão e absorção que são influenciadas pelas características da pressão e o meio onde ela se propaga (Pedroso, 2007).

Reflexão o fenômeno que ocorre quando uma onda sonora incidente em uma superfície que separa dois meios distintos, retorna a energia ou parte da energia incidente ao meio de origem. Neste processo existem dois tipos de onda: uma onda transmitida e outra refletida. Se toda energia incidente for completamente refletida, o processo é considerado equivalente, isto é, as duas ondas do processo terão mesma frequência e amplitude, propagando-se em sentidos contrários. Quando parte da onda sonora incidente atravessa a superfície que separa os dois meios, tem-se o fenômeno denominado de transmissão. Quando parte da onda sonora incidente é atenuada ou distorcida pela superfície ou pelo meio, tem-se o fenômeno da absorção (Rodrigues, 2010). Tais fenômenos estão representados na figura 4.

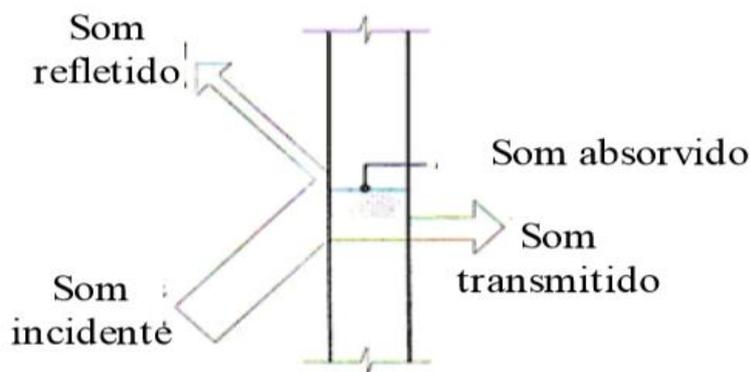


Figura 4: Fenômenos de propagação de pressão sonora (Rodrigues, 2010)

2.2.2. Emissão de Gases de Escape

As emissões geradas durante o escapamento nos motores diesel contribuem significativamente para a deterioração do meio ambiente. Menezes (2009), citando Neeft et.al. (1996) classifica os compostos emitidos por estes motores em dois tipos, os não causam danos à saúde: oxigênio, nitrogênio, gás carbônico e água e os que são prejudiciais à saúde: monóxido de carbono, hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio, e materiais particulados.

Apesar do gás carbônico não ser nocivo devido a sua baixa toxicidade, constitui uma grande preocupação devido a sua participação no agravamento do efeito estufa, contribuindo assim num dos mais graves problemas globais responsáveis pelas mudanças climáticas. (Barros, 2007).

2.2.2.1. Monóxido de Carbono (CO) e Dióxido de Carbono (CO₂)

O CO é um gás incolor e inodoro, em altas concentrações e em ambientes fechados é um dos agentes tóxicos mais perigosos para o homem como para animais. É um produto intermediário da combustão de hidrocarbonetos, formado pela combustão incompleta que ocorre devido a falta de oxidantes e a baixas temperaturas.

O Monóxido de Carbono pode causar asfixia uma vez que o seu principal efeito é a redução do transporte de Oxigênio a vários órgãos do corpo (tal como o coração e o cérebro) e tecidos. O CO tem mais afinidade com a hemoglobina do que o O₂, fazendo

com que a presença deste poluente nos pulmões conduza à formação de um complexo mais estável a carboxihemoglobina em vez da oxihemoglobina (Silva et. al. 2006). Como resultado desta substituição à hemoglobina, composto responsável pelo transporte do O₂ a todo o organismo, em vez de transportar o O₂ transporta o CO provocando, em caso de exposição prolongada a este composto, a morte das células por asfixia.

O dióxido de carbono apesar de não ser considerado directamente prejudicial à saúde, o aumento das suas concentrações é fundamental para o aumento da temperatura no planeta. É formado na combustão completa de hidrocarbonetos, pela oxidação de CO.

2.2.2.2. Hidrocarbonetos não Queimados (HC)

Os hidrocarbonetos encontrados nas emissões dos motores Diesel são resultados principalmente da mistura entre o combustível não queimado e o óleo lubrificante. Têm como característica um odor forte e desagradável e em alguns casos como o benzeno, são tóxicos e cancerígenos.

As emissões dos hidrocarbonetos podem ser avaliadas em duas fases. A primeira é a fase sólida, controlada pela medição do material particulado em que se torna possível detectar a presença do óleo lubrificante, de partículas metálicas e do combustível não queimado. A segunda é a fase gasosa que é controlada a partir da análise dos gases do fluxo de escape do motor.

2.2.2.3. Óxidos de Nitrogénio (NO_x)

Compostos de gases altamente reactivos, que contém diferentes conteúdos de oxigénio e nitrogénio. O óxido nítrico (NO) e dióxido de nitrogénio (NO₂) são poluentes primários, no homem, por exemplo atacam as vias respiratórias, na atmosfera são responsáveis pela formação de chuvas ácidas, redução na camada de ozônio, participa em complexas reacções fotoquímicas alternando em diferentes estágios de oxidação, contribuindo para o acréscimo de poluentes secundários, peróxidos, formaldeídos, etc. (Verganhanini Filho, 2016).

2.2.2.4. Material Particulado (MP)

O material particulado é o poluente que mais caracteriza o motor Diesel, responsável pela tradicional emissão da fumaça preta muito prejudicial ao organismo humano. O início de sua formação acontece durante o processo de combustão ainda dentro dos cilindros do motor principalmente devido à utilização de combustíveis com elevada massa molar, sob altas temperaturas em regiões da câmara de combustão ricas em combustível. O sistema de escape do motor também exerce grande influência sobre a formação do material particulado principalmente porque se acredita que o núcleo volátil é formado por hidrocarbonetos e ácido sulfúrico condensado durante o resfriamento dos gases na fase de exaustão.

Sua composição complexa não permite avaliação através de análises químicas durante o processo de certificação como os demais poluentes. Seu controle é feito por amostragem, onde partes dos gases de escape são diluídas com o ar ambiente e passam por um processo de filtragem em que as partículas sólidas são impregnadas num filtro posteriormente pesado.

Basicamente o material particulado se divide em três componentes:

- ✓ Fração Sólida Inorgânica (FSI): é a parte seca insolúvel do material particulado. Composta de carbonos elementares e cinzas metálicas vindas dos lubrificantes e do atrito das partes metálicas.
- ✓ Fração Solúvel Orgânica (FSO ou SOF): compõe a parte húmida do material particulado. Composta de hidrocarbonetos derivados do combustível e do óleo lubrificante.
- ✓ Partículas de Sulfatos (SO_x): são derivados do enxofre contidos no combustível. Mais de 95 % do enxofre forma o SO₂, uma pequena parte em torno de 2% a 5% formam o SO₃, que na presença da água reage formando o ácido sulfúrico.

A composição total do material particulado está representada na figura a seguir.

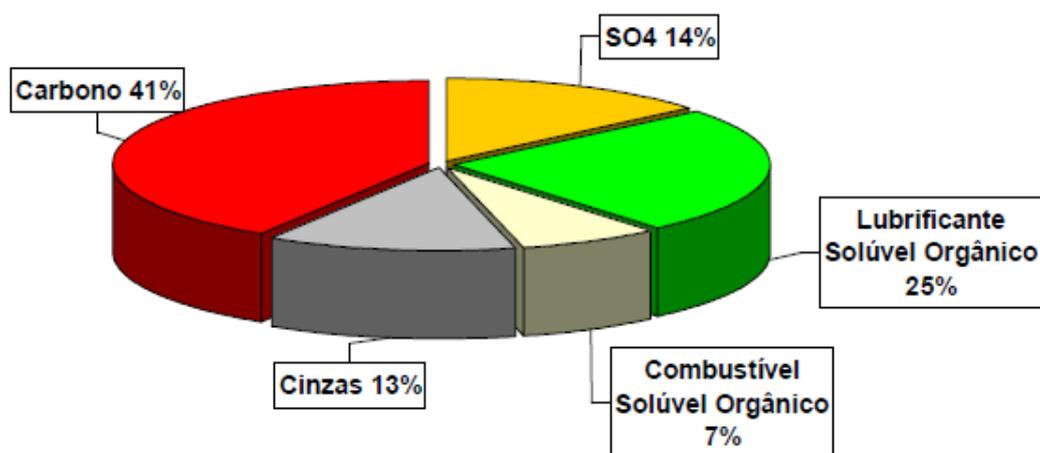


Figura 5: Composição percentual do material particulado (Squaiella, 2010)

2.3. Qualidade do Ar

O ar é uma mistura gasosa que contém em pequenas quantidades misturas sólidas em suspensão, contaminantes são parte dos elementos já que o ar seco é composto por cerca de 99% de N_2 e O_2 . É considerado ar poluído aquele que apresentar qualquer alteração na sua composição ou propriedade através de emissão de poluentes em concentrações prejudiciais aos seres vivos e ao meio ambiente.

Em relação aos poluentes, são duas categorias que interferem na qualidade do ar, nomeadamente: poluente primário e poluente secundário. A designação dessas categorias tem como objecto melhorar a identificação das diferentes substâncias presentes na atmosfera. Os poluentes primários são aquelas emitidas directamente a atmosfera pelas fontes de emissão, enquanto que, os poluentes secundários são aqueles formados na atmosfera através da reacção química entre poluentes primários e componentes naturais da atmosfera.

A nível legislativo e directamente relacionado a qualidade do ar, a lei prevê o estabelecimento de padrões ambientais através da regulamentação do artigo nº 10, que foi aprovado através do decreto nº 18/2004 de 2 de Junho (Regulamento sobre

padrões de qualidade ambiental e emissão de efluentes) e que foi alterado posteriormente pelo decreto nº 67/2010, no qual procede a revisão e actualização dos padrões de qualidade ambiental. O regulamento estabelece os valores-limite nacionais dos parâmetros de qualidade do ar (apresentados na tabela 1) para que esta mantenha a sua auto-depuração e não tenha impacto negativo significativo a saúde e no equilíbrio ecológico.

Tabela 1: Padrões Nacionais de Qualidade do Ar

Parâmetro ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tempo de Amostragem			
	1 hora	8 horas	24 horas	MAA ¹
Dióxido de enxofre	800		100	40
Dióxido de nitrogénio	190		200	10
Monóxido de carbono	30000	10000		
Ozono	160	120	50	70
Partículas totais suspensas			150	60

Fonte: Adaptado BR. (Decreto nº 67/2010)

2.4. Abafadores de Exaustão

É composto basicamente pelos componentes descritos a seguir podendo existir variações de acordo com a necessidade de cada projecto.

- ✓ Tubo primário: Responsável por canalizar e direccionar os gases resultantes da queima do combustível que saem directamente do colector de exaustão.
- ✓ Catalisador: Possui a função de reduzir e ou eliminar os gases tóxicos emitidos pelo motor.
- ✓ Silenciador: Possui a função de reduzir parcialmente o nível de ruídos, também é responsável pela redução da velocidade dos gases de escoamento, para que se tenha maior aproveitamento na redução de ruídos.

¹ MAA – Média aritmética anual

2.4.1. Silenciadores de Escape

Um filtro acústico consiste em um elemento acústico, ou uma série de elementos colocados entre a fonte sonora e o meio em questão, ou seja, a atmosfera. Este filtro acústico é análogo ao filtro elétrico ou um isolador de vibração. Os silenciadores são classificados como passivos ou activos. Os silenciadores passivos ainda são subdivididos em reactivos ou dissipativos, dependendo se a energia acústica é refletida para a fonte devido a descontinuidades de área ou se é dissipada como calor.

Os silenciadores reativos consistem em conjuntos de elementos tubulares de dimensões transversais variadas, com câmaras com volumes e formas diferentes. Tais elementos são unidos para causar, em toda junção, impedâncias distintas e, conseqüentemente, refletir parte da energia acústica incidente, de volta para a fonte.

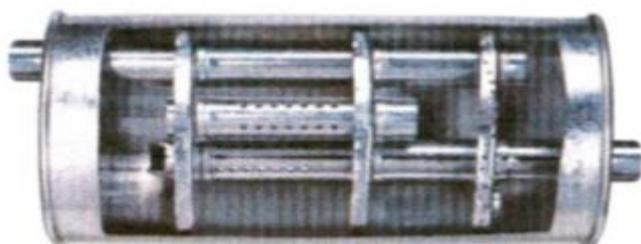


Figura 6: Silenciador Reactivo (Martins, 2019)

Os silenciadores dissipativos são fabricados com dutos internos perfurados revestidos ou não com materiais absorventes onde a energia sonora incidente é transformada irreversivelmente em calor. O aumento de temperatura a cada ciclo motor, reduz a eficiência do dispositivo uma vez que há um desgaste acelerado dos componentes internos.

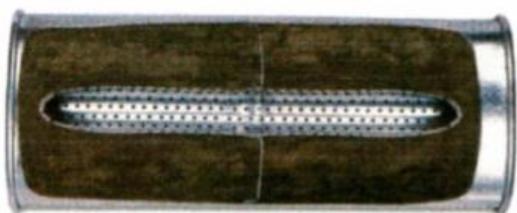


Figura 7: Silenciador Dissipativo (Martins, 2019)

Existem ainda os silenciadores compostos pela combinação dos modelos **reactivo e dissipativo**. A combinação dos dois visa extrair as qualidades de cada modelo.

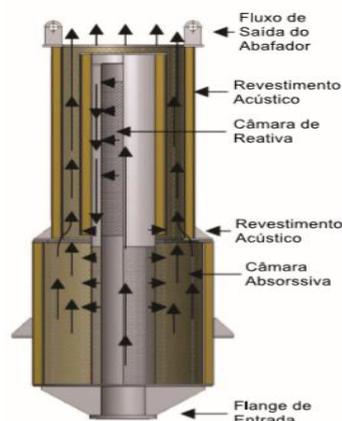


Figura 8: Silenciador Reactivo-Dissipativo (www.zanardo.com.br)

2.4.2. Catalisadores

O desenvolvimento e o uso de catalisadores constitui a maior parte da busca constante por novas maneiras de aumentar o rendimento do produto e a selectividade das reacções químicas, uma vez que o catalisador torna possível obter o produto final por uma rota diferente com menor barreira de energia (Fogler, 2006).

Substâncias que aceleram a velocidade de uma reacção química através do deslocamento do seu equilíbrio sem serem consumidas nesse processo são designados por catalisadores.

Um processo catalítico heterogêneo envolve mais de uma fase (catalisador na fase sólida, reagentes na fase líquida ou gasosa), é um processo tecnológica mais importante desenvolvida na indústria para o controle de emissões.

O tratamento das emissões poluentes se aprimorou com aplicação de sistemas catalíticos, representados pelos conversores catalíticos ou simplesmente catalisadores, os quais convertem quimicamente os poluentes CO, HC e NOx em emissões menos nocivas como dióxido de carbono, vapor de água e nitrogénio. Portanto, o propósito do conversor catalítico é reduzir quimicamente os poluentes contidos no gás de exaustão, através de reacções catalíticas heterogêneas de

oxidação e redução na superfície do monólito, permitindo às espécies dos gases de escape difundirem dentro do material catalítico.

A figura 9 apresenta a ilustração do catalisador e os seus elementos que proporcionem a saída dos gases inofensivos após a entrada das emissões tóxicas provenientes dos gases expelidos pelos motores de combustão interna. É possível verificar que os gases tem contato com os metais nobres onde ocorre a reação para emissão dos gases inertes como o CO_2 , N_2 e também H_2O .

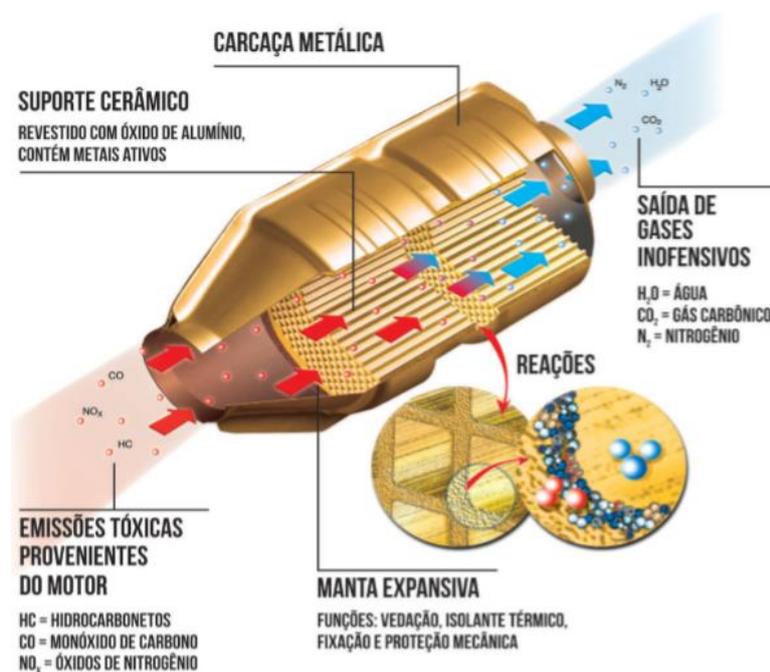
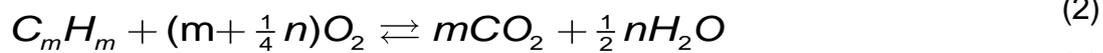


Figura 9: Conversor Catalítico (Boldt e Silva)

O processo químico de catálise é promovido pela presença dos metais preciosos, tais como, platina, paládio e ródio que aceleram o processo das reações dos óxidos de nitrogênio e oxidação do monóxido de carbono e hidrocarbonetos na superfície das paredes para o centro do canal monolítico (Cobo, 2018).

Segundo Boldt e Silva, o processo químico de catálise promovido pela presença do catalisador é descrito pelas seguintes reações:

Reações de oxidação: Tais reações ocorrem especialmente com uma composição estequiométrica e oxidantes dos gases de exaustão



Reações de oxidação/redução: Os óxidos de nitrogênio são formados nos processos de combustão através de duas fontes principais: a oxidação do nitrogênio do ar a alta temperatura ou pela oxidação de compostos nitrogenados existentes no próprio combustível (maior fonte).



Reações paralelas: Ocorre quando a composição dos gases na exaustão é pobre em oxigênio.



A depender das condições de operações, outras reações químicas podem ocorrer e são chamadas de reações secundárias:



3. EQUIPAMENTOS E PROCEDIMENTOS

O estudo de viabilidade técnica foi realizado com o objectivo de minimizar os efeitos de poluição sonora e pelos gases geradas durante o funcionamento do motor. Foram feitas medições referentes ao nível de intensidade sonora, a composição dos gases de exaustão e os parâmetros para o controle da qualidade do ar antes e depois da montagem do abafador de exaustão.

3.1. Motor de ensaio e Abafador de Exaustão

O motor de referência utilizado neste trabalho é um motor diesel de cilindro simples, da marca YANMAR modelo YDL 4200 equipado com gerador (figura 10.a). O objectivo foi de minimizar a geração do ruído e dos gases de exaustão causados durante o funcionamento do motor, para o efeito fez-se a substituição do sistema de exaustão (figura 10.b). O motor é refrigerado á ar e a potência máxima é de 4.5 kW a 3000 rpm. As especificações estão representadas na tabela 2.



Figura 10: Motor Gerador: a) Sem Abafador; b) Com Abafador.

Tabela 2: Especificações do Motor Diesel

Características	Especificações
Tipo	Auto-excitado 2 polos
Combustível	Diesel
Tipo de injeção	Directa
Frequência (Hz)	50
Potência máxima (kW)	4.5
Tensão (V)	220
Sistema de ignição	Eléctrica e/ou manual
Diâmetro e curso (mm)	79x67
Cilindrada (l)	0.320
Capacidade (l)	13.5
Dimensões (cxlxa)	378x422x453

Os abafadores de escape actuam com um filtro acústico cuja finalidade é absorver a energia acústica ocasionada pelo escape de gases e vapor em alta velocidade para atmosfera. Depois de uma avaliação preliminar projectou-se um silenciador caracterizado pela combinação de dois sistemas (dissipativo-reativo) para absorção da energia acústica, este proporcionando alto desempenho de funcionamento com baixa perda de carga.

Características do Abafador de exaustão

Modelo	FT125
Material	Aço Galvanizado
Cor	Preto
Diâmetro de entrada	28 mm
Diâmetro do tubo	50 mm
Comprimento	230 mm
Massa	0.8 kg

3.2. Monitorização da intensidade sonora

Para a caracterização da situação do ponto de vista acústica do motor diesel, foram planejada uma série de medições em determinados compartimentos do Departamento de Engenharia Química. As medições foram feitas no ponto central de cada compartimento, com LA_{eq} (A) processado para 1 minuto de sinal, foram planejadas duas situações de medição antes e depois da montagem do abafador de exaustão:

1ª Medição – Portas e janelas abertas,

2ª Medição – Portas e janelas fechadas.

A tabela 3 apresenta os pontos onde foi feita a monitorização da intensidade sonora, onde P1 é o ponto de emissão do ruído, os pontos P2, P3, e P4 são os pontos de recepção do ruído. Os pontos P2 e P3 ocupam o mesmo piso com P1, o ponto P4 está no piso diferente.

Tabela 3: Pontos de Monitorização do Ruído

Local de medição	Designação	Parâmetros Medição
Sala de Gerador	P1	dB(A)
Laboratório de Operações Unitárias	P2	dB(A)
Gabinete Dr ^a Maida	P3	dB(A)
Secretaria	P4	dB(A)

Para a verificação do nível de intensidade sonora utilizou-se o medidor de nível sonoro digital da série CELL-24X (figura 11), com a faixa de medição de 30-130 dB(A) disponível em duas faixas 30-100 dB e 60-130 dB(A)².

² As especificações do aparelho estão no ANEXO 2



Figura 11: Medidor do Nível de Intensidade Sonoro

3.3. Monitorização da qualidade do ar

Os poluentes atmosféricos são emitidos a partir de fontes existentes e, subsequentemente, transportados, dispersados e muitas vezes transportados para atmosfera o que vem afectando o nível da qualidade do ar. No presente estudo pretende-se determinar a qualidade do ar no compartimento onde foi instalado o motor diesel. Para o efeito usou-se o detector multigás da marca Gas-Pro um aparelho portátil de maior autonomia operacional (figura 12). A campanha de monitorização foi feita com o registo da concentração de poluentes na no interior do compartimento durante meia hora de operação do motor diesel antes e depois da substituição do sistema de exaustão. As concentrações obtidas são expressas em ppm e posteriormente convertidas em $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para facilitar comparação com parâmetros estabelecidos pela legislação nacional.



Figura 12: Detector multigás

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A seguir são apresentados os resultados referentes aos procedimentos experimentais do capítulo anterior.

4.1. Intensidade Sonora

As tabelas 4 apresenta os resultados de monitorização do ruído em diferentes pontos, a listagem completa dos resultados está representada no ANEXO 3, e a partir desta listagem foram gerados os gráficos das figuras 13, 14, 15 e 16. Os resultados da tabela estão representados em termos de nível sonoro equivalente durante 1 minuto de medição.

4.1.1. Resultados da Monitorização da Intensidade Sonora (Sem Abafador)

Os valores referentes ao nível do ruído nos diferentes compartimentos do na 1ª medição (portas e janelas abertas) estão representados pelo gráfico da figura 13, correspondente durante um minuto de observação.

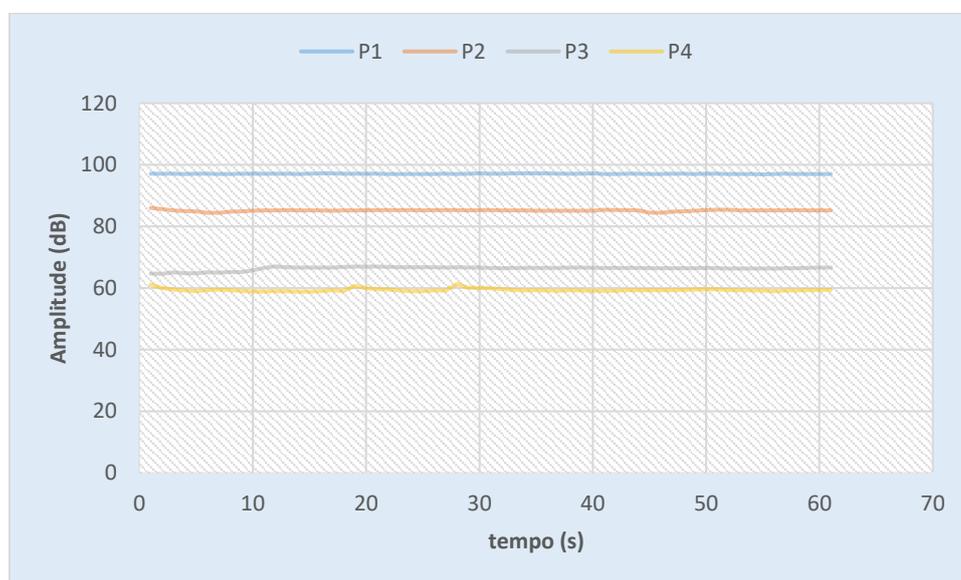


Figura 13: Monitoramento da pressão sonora em diferentes pontos com portas/janelas abertas

A exposição contínua a níveis do ruído apresentado nos pontos de amostragem P1 e P2 pode induzir a danos auditivos, dependendo do tempo em que o indivíduo será exposto. Em relação aos pontos P2 e P3, apesar de não implicar necessariamente risco a saúde, a exposição a esses níveis de ruído poderão causar desconforto, para além de que são elevados para o ambiente em estudo.

A figura 14 apresenta resultados da monitorização do ruído referentes situação da 2ª medição (portas e janelas fechadas), foram feitas medições nos pontos P2, P3 e P4. Apesar de uma redução na propagação da pressão sonora os resultados ainda continuam elevados e podem causar desconforto, porém não causam danos a saúde.

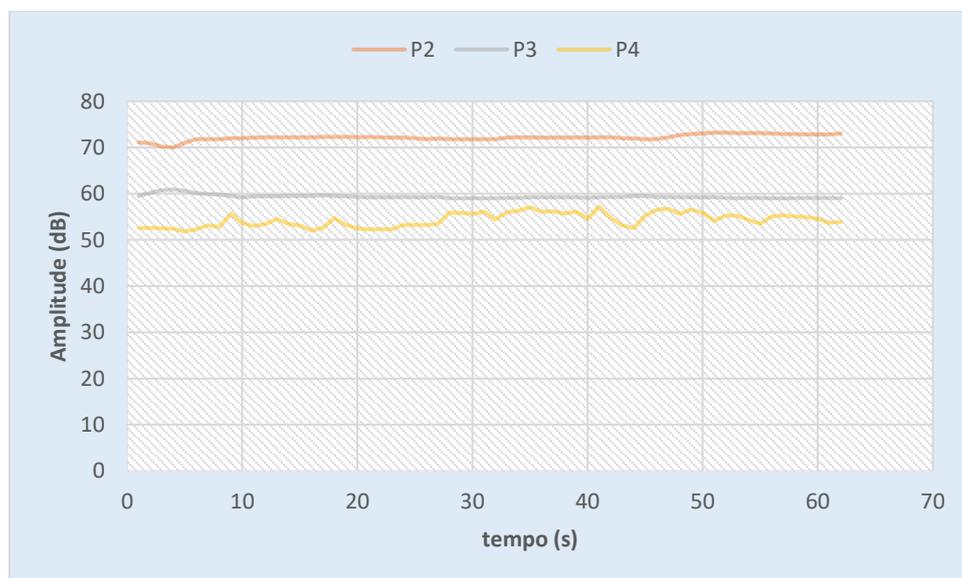


Figura 14: Monitoramento da pressão sonora em diferentes pontos com portas/janelas fechadas

4.1.2. Resultados da Monitorização da Intensidade Sonora (Com Abafador)

O gráfico da figura 15 é referente aos resultados da monitorização do ruído em diferentes pontos amostragem com portas e janelas abertas. Os níveis apresentados nos pontos P1 e P2, além de serem elevados para o ambiente em estudo poderão afectar a saúde dependendo do tempo em que o receptor será exposto, e o nível

apresentando no ponto P4 não constitui dano a saúde mas poderá causar desconforto acústico.

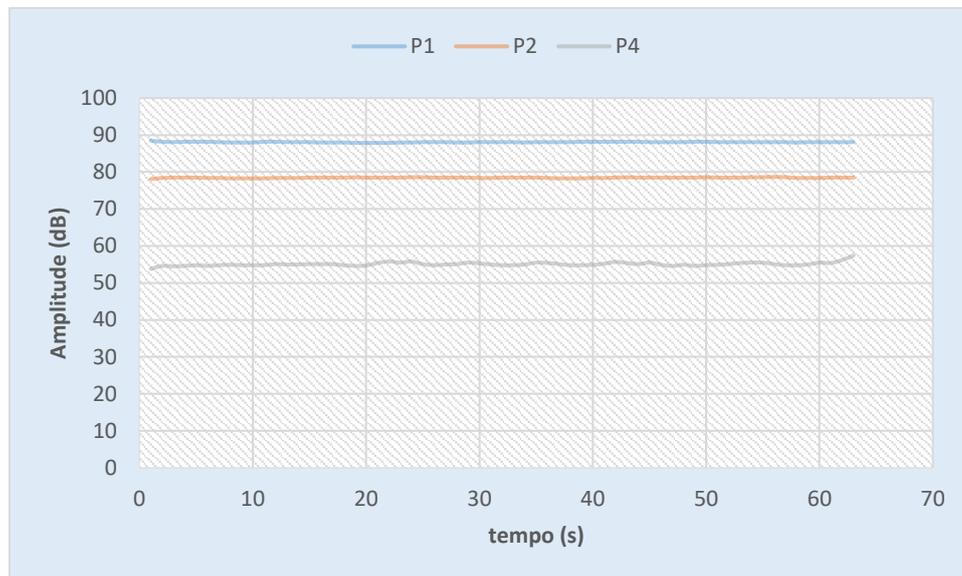


Figura 15: Monitoramento da Pressão Sonora em Diferentes Pontos Com Portas/Janelas Abertas com Abafador

Os resultados de monitorização de ruído com portas e janelas fechada dos pontos P2 e P4 estão representadas na figura 16, para todos os pontos os valores não constituem riscos a saúde, porém o nível de ruído apresentado no ponto P2 pode provocar desconforto acústico.

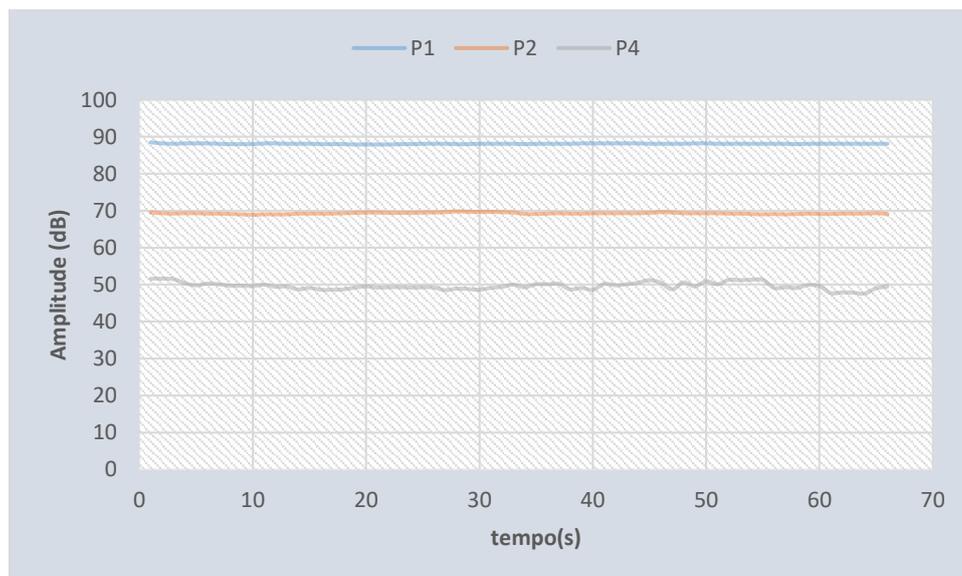


Figura 16: Monitoramento da Pressão Sonora em Diferentes Pontos com Portas/Janelas Fechadas com Abafador

A tabela 4 apresenta o resumo resultados obtidos durante a medição ruído em todos os compartimentos, onde foram registados os níveis mais elevados nos pontos P1 e P2, isso deve-se ao facto de estarem mais próximos a fonte que geradora do ruído.

Tabela 4: Resultados de Monitorização do Ruído

Pontos De Amostragem	Portas e Janelas Abertas		Portas e Janelas Fechadas	
	Sem Abafador	Com Abafador	Sem Abafador	Com Abafador
	LAeq	LAeq	LAeq	LAeq
P1	95.3	88		
P2	85.1	78.5	72.4	65.3
P3	66.4		59.3	
P4	59.3	55	53.6	49.6

Durante o período de funcionamento do motor com as portas e janelas fechadas nos pontos de recepção houve uma redução na propagação do nível de ruído na ordem de 12.7 dB(A) no ponto P2, 7.1 dB(A) e 5.7 dB(A) nos pontos P3 e P4 respectivamente antes da substituição do sistema de exaustão. Enquanto que com a substituição do sistema de exaustão houve uma redução de 13.2 dB(A) no ponto P2 e 5.4 no ponto P4.

Com as portas abertas, o sistema de exaustão proporcionou uma redução no nível de ruído de 7.3 dB(A), 6.6 dB(A) e 4.3 dB(A) respectivamente nos pontos P1, P2 e P4. E com as portas fechadas a redução foi de 7.1 dB(A) e 4.0 dB(A) nos pontos P2 e P4.

No geral as portas/janelas e o novo sistema de exaustão influenciaram para uma redução na ordem de 7.3 dB(A), 19.8 dB(A) e 9.7 dB(A) nos pontos P1, P2 e P4. Essa redução foi possível devido a distorção e absorção da onda sonora pelas portas, janelas e o abafador.

4.2. Qualidade do Ar

A tabela 5 e o gráfico da figura 17 apresentam a média das concentrações dos diferentes compostos analisados durante ½ hora de funcionamento do motor, a listagem completa das concentrações durante o período de análise é apresentado no ANEXO 4. As concentrações das espécies químicas refletem os níveis dos compostos que afetam a qualidade do ar no compartimento onde está instalado o motor durante o período de funcionamento antes e após a montagem do abafador de exaustão.

Tabela 5: Resultados da Monitorização da Qualidade do Ar

Composto	Concentração			
	Sem Abafador		Com Abafador	
	(ppm)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	(ppm)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
SO2	1.20763	3101.88	0.55060	1414.27
NO2	0.19524	360.14	0.05150	95.00
CO	3.28822	3686.12	0.91669	1029.38
O3	0.00022	0.43	0.00009	0.19

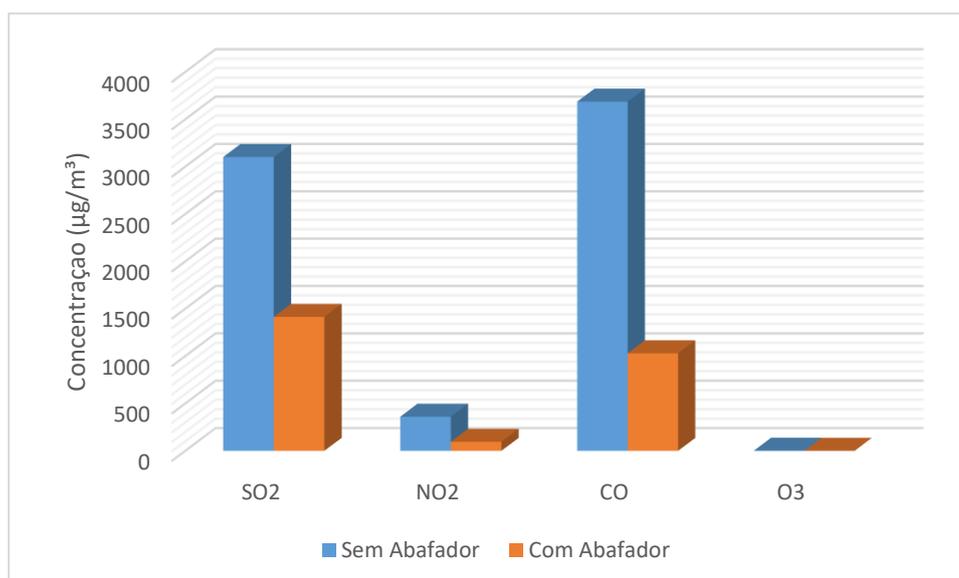


Figura 17: Gráfico de Monitorização de Qualidade do Ar

As espécies analisadas são parte dos compostos emitidos durante a combustão do óleo diesel.

A oxidação parcial do carbono presente no óleo diesel resulta na formação do monóxido de carbono, onde a quantidade do oxigénio presente no momento da combustão é fundamental na emissão desse poluente. Antes da montagem do abafador de exaustão o resultado do monóxido de carbono foi de 3686 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) onde teve o valor reduzido para 1029 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). A redução deve-se a oxidação do gás na presença do catalisador presente no abafador, o processo é descrito pelas equações (1) (4) e (8). Os valores das concentrações estão dentro do limite imposto pela legislação nacional do ar no ambiente.

A formação dos óxidos de nitrogénio está relacionada à presença de aditivos nitrogenados presentes no combustível e também a reacção entre o oxigénio e o nitrogénio atmosférico submetidos a altas temperaturas durante o processo de combustão. O dióxido de nitrogénio apresentava o valor da concentração 360 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), que à luz da legislação nacional do ar ambiental encontra-se definido fora do limite padrão. O valor teve uma diminuição para 104 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) e passou a apresentar a concentração definida dentro do limite de legislação nacional após a montagem do abafador de exaustão, diminuição é atribuída a redução do óxido de nitrogénio na presença do catalisador conforme as reacções (4), (5), (9) e (10).

O enxofre é um componente presente no óleo diesel, a emissão do dióxido de enxofre é formada durante a combustão do óleo. O dióxido de enxofre apesar da diminuição da concentração após a montagem do abafador apresenta o valor acima do limite dos padrões nacionais de qualidade do ar (3101 a 1414 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Essa diminuição está relacionada as condições de operação, as reacções que poderão ocorrer são (13) e (14).

O ozônio é um oxidante fotoquímico, formado no meio ambiente pela transformação de hidrocarbonetos voláteis, óxidos de nitrogénio, pela radiação ultravioleta da radiação solar, a sua redução foi de 0.43 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para 0.19 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). A redução na emissão de dos hidrocarbonetos e óxidos de nitrogénio contribuiu para redução na formação desse composto.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que com o novo do sistema de exaustão:

- ✓ Houve uma redução significativa na propagação do ruído, na ordem de 7.3 dB(A) no ponto P1, 7.6 dB(A) no ponto P2 e 4.3 no ponto P4, combinado a substituição do sistema de escape e as portas e janelas fechadas atingiu-se uma redução de 19.8 dB(A) no ponto P2 e 9.7 no ponto P4.
- ✓ Os resultados confirmam a redução significativa nas concentrações dos elementos durante o período em medição na ordem de 50% para todos os gases analisados, com destaque para o dióxido de nitrogénio que a passou a apresentar concentração dentro do limite padrão da qualidade do ar.

RECOMENDAÇÕES :

- ✓ Avaliação da eficiência e emissões do motor com novo sistema de exaustão.
- ✓ Uso de equipamentos de proteção individual durante a operação com o motor gerador.
- ✓ Fechar as portas e janelas dos pontos P2, P3 e P4 durante a operação com motor gerador.
- ✓ O uso de uma cabine feita de material com características de absorção poderá ser uma das alternativas para reduzir a propagação do ruído, portanto algumas medidas deverão ser criadas para recriar um sistema onde o motor opere normalmente dado ao facto de que a cabine poderá afectar no processo de arrefecimento.

BIBLIOGRAFIA

Barros, M.A.T.M., 2007 – Emissões Atmosféricas de Grupos Geradores na Região Metropolitana de São Paulo, Pós-Graduação em Energia – Universidade de São Paulo, São Paulo

Boldt, T., Silva, A.W., – Caracterização dos Catalisadores Automotivos: Composição, Classificação, Variáveis Físico-Químicas e Eficiência Catalítica, Curitiba

Cechin, C.A., 2016 – Análise de Controle do Ruído nos Geradores em uma Balsa Guindaste, Dissertação (Mestrado em Sistemas de Gestão) – Universidade Federal Fluminense, Niterói

Cengel, Y.A., Boles, M.A., 2015 – Thermodynamics: An Engineering Approach, 8th Edition, McGraw-Hill

Cobo, E.D., 2018 – A emissão da Fumaça Preta de Veículos Diesel e a Saúde: Índice de Eficiência de Fiscalização por Localidade, Pós-Graduação (Conformidade Ambiental)

Contreras, V.M.P., 2013 – Estimativa de Ruído Estrutural Através de Fórmulas Empíricas: Aplicação em Navios e Plataformas Offshore, Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica) – Universidade Federal de Rio de Janeiro, Rio de Janeiro

Fogler, H.S., 2006 – Elements of Chemical Reaction Engineering, 4th Edition, Prentice Hall, Inc.

Figueiredo F.L., Fernando F., Petrucci A.L., Filho R.F., (2013) – Análise do Desempenho de um Grupo Gerador de 50 kVA com Motor MWM Adaptado a Ciclo Otto, Alimentado com Gás Natural, *Ciências Exactas e Tecnologia*, vol. 34, n. 2, p. 145-154

Leão, F.A.M., Silva, R.H.S., Barreda, E., 2017 – Redução de Ruídos em Motores Marítimos pelo Método de Isolamento Acústico

Lino, P.S.C., 2014 – Introdução aos Motores de Combustão Interna

Martins, I.M., 2019 – Projecto de Sistema de Escapamento para Motores de Combustão Interna – UFRJ/Escola Politécnica, Rio de Janeiro

Martinelli Jr., L.C., – Motores de Combustão Interna (Conceitos Básicos), UNIJUI

- MAHLE M.L., 2016 – Motores de Combustão Interna (Manual Técnico)
- MENEZES E.W., – Geração de Contaminantes e Tratamentos Pós-Combustão em Motores Ciclo Diesel, Pós-Graduação em Química – Universidade do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul.
- Mushir, T., Madziro, N., Mbohwa, C., 2017 – Design of an Optimum Acoustic Enclosure for an Open Diesel Generator, *14th Global Acoustic Conference on Sustainable Manufacturing, South Africa.*
- Pedroso, M.A.T., 2007 – Estudo Comparativo entre as Modernas Composições de Piso Flutuante Quanto ao Desempenho no Isolamento ao Ruído de Impacto, Pós-Graduação (Mestrado em Engenharia Civil), Santa Maria
- Pinheiro, G.M., 2015 – Análise do Desempenho Acústico de Edifícios Habitacionais em Fortaleza e Avaliação de Sistema de Contrapiso Flutuante, Fortaleza
- República de Moçambique, 2010 – Decreto nº 67/2010, Regulamento Sobre Padrões de Qualidade Ambiental e de Emissão de Efluentes, Boletim da República – Publicação Oficial da República de Moçambique, I Série nº 52, 12º Suplemento
- Silva, L.T., Mende, J.F.G., 2006 – Determinação do Índice de Qualidade do Ar numa Cidade de Média Dimensão, vol. 1, n. 27. P. 63-74
- Spinelli, R., Possebon, J., Brevigliero, E., 2011 – Higiene Ocupacional: Agentes Biológicos, Químicos e Físicos, 6ª Edição, Editora Senac São Paulo, São Paulo.
- Squaiella, L.L.F., 2010 – Efeitos de Sistema de Recirculação dos Gases de Escape no Controle de Emissões de NOx em Motores a Diesel, Dissertação (Mestrado em engenharia Mecânica) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Rodrigues, C.M., 2010 – Avaliação Acústica de um Estúdio de Gravação Implantado numa Edificação Comercial, Pós-Graduação (Mestrado em Engenharia Civil)
- Varella, C.A.A., Santos, G.S. 2010 – Noções Básicas de Motores Diesel, UFRRJ
- Verganhanini Filho, R., (2016) – Emissão de Óxidos de Nitrogénio (NOx) na Combustão Industrial, *Tecnologia e Inovação*, Vol.1, n.3, p. 1-19.
- www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html, 27 de Outubro de 2019
- www.zanardo.com.br/manualdeabafadoresderuido, 08 de Fevereiro de 2021

ANEXOS

ANEXO 1: Padrões de Ruído Recomendado pela OMS

Specific environment	Critical health effect(s)	L _{Aeq} [dB(A)]	Time base [hours]	L _{Amax} fast [dB]
Outdoor living area	Serious annoyance, daytime and evening	55	16	-
	Moderate annoyance, daytime and evening	50	16	-
Dwelling, indoors	Speech intelligibility & moderate annoyance, daytime & evening	35	16	
Inside bedrooms	Sleep disturbance, night-time	30	8	45
Outside bedrooms	Sleep disturbance, window open (outdoor values)	45	8	60
School class rooms & pre-schools, indoors	Speech intelligibility, disturbance of information extraction, message communication	35	during class	-
Pre-school bedrooms, indoor	Sleep disturbance	30	sleeping-time	45
School, playground outdoor	Annoyance (external source)	55	during play	-
Hospital, ward rooms, indoors	Sleep disturbance, night-time	30	8	40
	Sleep disturbance, daytime and evenings	30	16	-
Hospitals, treatment rooms, indoors	Interference with rest and recovery	#1		
Industrial, commercial shopping and traffic areas, indoors and outdoors	Hearing impairment	70	24	110
Ceremonies, festivals and entertainment events	Hearing impairment (patrons:<5 times/year)	100	4	110
Public addresses, indoors and outdoors	Hearing impairment	85	1	110
Music and other sounds through headphones/earphones	Hearing impairment (free-field value)	85 #4	1	110
Impulse sounds from toys, fireworks and firearms	Hearing impairment (adults)	-	-	140 #2
	Hearing impairment (children)	-	-	120 #2
Outdoors in parkland and conservations areas	Disruption of tranquillity	#3		

ANEXO 2: Especificações do Medidor de Nível de Intensidade Sonoro



12 ESPECIFICAÇÕES DO EQUIPAMENTO

ESPECIFICAÇÕES	CARACTERÍSTICAS
NORMAS	IEC 61672-1 2002-5 (Electroacústica – Medidores de Nível Sonoro) aparelhos do Grupo 'X', Classe de Desempenho 2. IEC 60651: 1979 Tipo 2, ANSI S1.4 tipo 2A Especificação para Medidores de Nível Sonoro. Modelos CEL-244/246: IEC 60804: 2000 Tipo 2, ANSI S1.43: 1997 (R2007) Tipo 2
FAIXA:	Faixa de apresentação: 30-130 dB(A) RMS, disponível em 2 faixas, 30-100 dB e 60-130 dB. Faixa de funcionamento linear de 10dB acima do nível de ruído de fundo.
ESCALAS DE FREQUÊNCIA RMS	Escalas de filtragem A e C, atendendo a IEC 61672-1: 2002 Classe 2, ANSI S1.4 Tipo 2A.
RUIDO DE FUNDO	Ruído de fundo total típico -33 dB(A).
RESPOSTA DE FREQUÊNCIA	Resposta de frequência geral conforme a IEC 61672-1: 2002 Classe 2, ANSI S1.4 Tipo 2A.
ESCALAS DE TEMPO	Rápido, Lento e Impulso, conforme a IEC 61672-1: 2002, ANSI S1.4 Tipo 2A.
CONDIÇÕES DE REFERÊNCIA	Temperatura do ar a 20 °C, Humidade Relativa de 65%, pressão atmosférica de 101,325 kPa. Nível de referência nominal = 114,0dB a 1kHz Campo de incidência livre perpendicular.
CONDIÇÕES AMBIENTAIS DE FUNCIONAMENTO	
Humidade	5 a 90% de HR na ausência de condensação
Faixa de Temperatura:	0 - 40 °C.
Pressão	65 a 108 kPa.
Efeitos da Humidade	Menor que $\pm 0,5\text{ dB}$ na faixa de 30 a 90% de humidade relativa (sem condensação), em relação aos valores das condições de referência.
CONDIÇÕES AMBIENTAIS DE ARMAZENAMENTO	
Humidade	0 a 90% HR na ausência de condensação.
Faixa de temperatura	-20 a +60 °C.
Pressão	65 a 108kPa,
MICROFONE	Cápsula de electreto interna de 10 mV/Pa nom $\pm 3\text{ dB}$ dentro de pré-amplificador de $\frac{1}{2}$ °.
CALIBRAÇÃO	Auto-calibração utilizando calibrador de 1kHz a 114 ou 94dB (CEL- 110/2 ou CEL-110/1). Faixa de calibração de $\pm 1\text{ dB}$.

FONTE DE ALIMENTAÇÃO

CC externa:	5 VCC (via pino mini B USB 5).
Pilhas	3 pilhas tamanho AA recarregáveis, NIMH ou alcalinas.
Vida Útil das Pilhas	Duração normal de 35 horas.
Consumo de energia	~65 mA.

COMPATIBILIDADE ELECTROMAGNÉTICA

O aparelho foi projectado e testado para atender as seguintes Normas EMC e ESD:

IEC 61000-4-2	Técnicas de Teste e Medição – Testes de imunidade à descarga electrostática.
IEC 61000-4-3	Compatibilidade electromagnética (EMC) – Testes de campo electromagnético irradiado.
IEC 61000-4-6	Compatibilidade electromagnética (EMC) – Imunidade a perturbações conduzidas induzidas por campos de radiofrequência. Testado a 10 V/m ou acima
EFEITOS DE CAMPOS DE FREQUÊNCIA DE ENERGIA EM CA	Inferior a $\pm 0,5$ dB em nível de referência de 74 dB(A) 925 Hz quando sujeito a campo magnético de 80 A/m CA a 50 e 60Hz.

ECRÃ

Resolução	LCD Mono Gráfico 128 X 128.
Taxa de Actualização	Taxa de actualização de 0,5 segundos.

CONNECTIVIDADE

USB	USB 2.0 através de tomada 'mini B'. Para escala de saída SPL (necessário software) de acordo com as escalas de frequência e tempo seleccionadas.
Tomada auxiliar (estéreo 2,5 mm):	Fornecida saída AC para fita DAT / gravação de arquivo wav em computador ou para uso de auricular. Cerca de 0,5 V RMS saída ponderada de Escala de Deflexão Total (FSD) 'A' na faixa seleccionada. Impedância de carga mínima de 22 k Ω . (Saída CC opcional via configuração interna de 0 a 3,3 VDC para FSD na faixa seleccionada. Saída correspondente à escala seleccionada, impedância de saída de 2 k Ω . Entrada CC usada para calibração eléctrica, activada no menu de configuração.

ARMAZENAMENTO DE DADOS (Apenas modelos CEL-242 e CEL-246)

Tamanho da Memória	419.000 Pontos de Dados.
Número de Medições	100.
Máximo de Pontos de Dados por Medição	65.515.
Formato de Armazenamento de Arquivo	Arquivo CSV compatível com MS Excel.
Parâmetros Armazenados	CEL-242: Níveis de pressão sonora de 1s. CEL-246: Valores médios de 1-10s, Leq ou Lavg dependendo dos ajustes.

ANEXO 3: Listagem do Nível de Intensidade Sonora

A3-1: Nível de Intensidade Sonora sem Abafador (Portas e Janelas Abertas)

P1		Ponto P2		Ponto P3		Ponto P4	
<CEL-246 Data>		<CEL-246 Data>		<CEL-246 Data>		<CEL-246 Data>	
Version	509-02	Version	509-02	Version	509-02	Version	509-02
<Run>		<Run>		<Run>		<Run>	
Start	11/17/2020 13:20	Start	11/17/2020 13:26	Start	11/17/2020 13:38	Start	11/17/2020 13:43
Duration	0:01:05	Duration	0:01:05	Duration	0:01:03	Duration	0:01:06
Serial Number	5161382						
Run	4	Run	4	Run	6	Run	8
Range	30-100 dB						
Overload	No	Overload	No	Overload	No	Overload	No
Battery Low	Yes						
Interval Seconds	1						
<Broadband>		<Broadband>		<Broadband>		<Broadband>	
LASmax	99.6	LASmax	86.3	LASmax	67.1	LASmax	61.9
LAeq	95.3	LAeq	85.1	LAeq	66.4	LAeq	59.3
Lavg Q=5	97.1	Lavg Q=5	85.2	Lavg Q=5	66.3	Lavg Q=5	59.4
<Profile Lavg Q=5>		<Profile Lavg Q=5>		<Profile Lavg Q=5>		<Profile Lavg Q=5>	
11/17/2020 13:20	97.1	11/17/2020 13:26	86	11/17/2020 13:38	64.7	11/17/2020 13:43	61.1
11/17/2020 13:20	97.1	11/17/2020 13:26	85.6	11/17/2020 13:38	64.6	11/17/2020 13:43	60
11/17/2020 13:20	97	11/17/2020 13:26	85.2	11/17/2020 13:38	65.1	11/17/2020 13:43	59.5
11/17/2020 13:20	97.1	11/17/2020 13:26	85	11/17/2020 13:38	64.8	11/17/2020 13:43	59.2
11/17/2020 13:20	97.1	11/17/2020 13:26	84.9	11/17/2020 13:38	64.8	11/17/2020 13:43	59
11/17/2020 13:20	97	11/17/2020 13:26	84.4	11/17/2020 13:38	65.1	11/17/2020 13:43	59.3
11/17/2020 13:20	97	11/17/2020 13:26	84.4	11/17/2020 13:38	65	11/17/2020 13:43	59.5
11/17/2020 13:20	97.1	11/17/2020 13:26	84.8	11/17/2020 13:38	65.2	11/17/2020 13:43	59.3
11/17/2020 13:21	97.1	11/17/2020 13:27	84.9	11/17/2020 13:38	65.2	11/17/2020 13:43	59.1
11/17/2020 13:21	97.1	11/17/2020 13:27	85.1	11/17/2020 13:38	65.7	11/17/2020 13:43	58.9
11/17/2020 13:21	97.1	11/17/2020 13:27	85.2	11/17/2020 13:38	66.5	11/17/2020 13:43	58.9
11/17/2020 13:21	97.1	11/17/2020 13:27	85.2	11/17/2020 13:38	67	11/17/2020 13:43	59
11/17/2020 13:21	97	11/17/2020 13:27	85.3	11/17/2020 13:38	66.7	11/17/2020 13:43	59
11/17/2020 13:21	97.1	11/17/2020 13:27	85.2	11/17/2020 13:38	66.6	11/17/2020 13:43	58.8
11/17/2020 13:21	97.2	11/17/2020 13:27	85.2	11/17/2020 13:38	66.6	11/17/2020 13:43	58.8
11/17/2020 13:21	97.2	11/17/2020 13:27	85.2	11/17/2020 13:38	66.6	11/17/2020 13:43	59
11/17/2020 13:21	97.1	11/17/2020 13:27	85.1	11/17/2020 13:38	66.6	11/17/2020 13:43	59.3
11/17/2020 13:21	97.1	11/17/2020 13:27	85.2	11/17/2020 13:38	66.8	11/17/2020 13:43	59
11/17/2020 13:21	97.1	11/17/2020 13:27	85.2	11/17/2020 13:38	66.9	11/17/2020 13:43	60.7
11/17/2020 13:21	97.1	11/17/2020 13:27	85.2	11/17/2020 13:38	66.9	11/17/2020 13:43	59.9
11/17/2020 13:21	97	11/17/2020 13:27	85.3	11/17/2020 13:38	66.9	11/17/2020 13:43	59.6
11/17/2020 13:21	97	11/17/2020 13:27	85.3	11/17/2020 13:38	66.8	11/17/2020 13:43	59.5
11/17/2020 13:21	97	11/17/2020 13:27	85.3	11/17/2020 13:38	66.7	11/17/2020 13:43	59.2
11/17/2020 13:21	97	11/17/2020 13:27	85.3	11/17/2020 13:38	66.7	11/17/2020 13:43	59
11/17/2020 13:21	97	11/17/2020 13:27	85.2	11/17/2020 13:38	66.7	11/17/2020 13:43	59
11/17/2020 13:21	97.1	11/17/2020 13:27	85.3	11/17/2020 13:38	66.7	11/17/2020 13:43	59.2
11/17/2020 13:21	97	11/17/2020 13:27	85.3	11/17/2020 13:38	66.6	11/17/2020 13:43	59.2
11/17/2020 13:21	97.1	11/17/2020 13:27	85.3	11/17/2020 13:38	66.7	11/17/2020 13:43	61.3
11/17/2020 13:21	97.2	11/17/2020 13:27	85.2	11/17/2020 13:38	66.6	11/17/2020 13:43	60.1
11/17/2020 13:21	97.1	11/17/2020 13:27	85.3	11/17/2020 13:38	66.6	11/17/2020 13:43	60
11/17/2020 13:21	97.1	11/17/2020 13:27	85.3	11/17/2020 13:38	66.5	11/17/2020 13:43	59.9
11/17/2020 13:21	97.2	11/17/2020 13:27	85.2	11/17/2020 13:38	66.4	11/17/2020 13:43	59.6
11/17/2020 13:21	97.2	11/17/2020 13:27	85.2	11/17/2020 13:38	66.5	11/17/2020 13:43	59.4
11/17/2020 13:21	97.2	11/17/2020 13:27	85.2	11/17/2020 13:38	66.5	11/17/2020 13:43	59.2
11/17/2020 13:21	97.2	11/17/2020 13:27	85.1	11/17/2020 13:38	66.5	11/17/2020 13:43	59.3
11/17/2020 13:21	97.1	11/17/2020 13:27	85.1	11/17/2020 13:38	66.5	11/17/2020 13:43	59.2
11/17/2020 13:21	97.1	11/17/2020 13:27	85.1	11/17/2020 13:38	66.5	11/17/2020 13:43	59.1
11/17/2020 13:21	97.1	11/17/2020 13:27	85.1	11/17/2020 13:38	66.6	11/17/2020 13:43	59.3
11/17/2020 13:21	97.2	11/17/2020 13:27	85.1	11/17/2020 13:38	66.6	11/17/2020 13:43	59.2
11/17/2020 13:21	97	11/17/2020 13:27	85.1	11/17/2020 13:38	66.5	11/17/2020 13:43	59.1
11/17/2020 13:21	97	11/17/2020 13:27	85.4	11/17/2020 13:38	66.5	11/17/2020 13:44	59.1
11/17/2020 13:21	97.1	11/17/2020 13:27	85.3	11/17/2020 13:38	66.5	11/17/2020 13:44	59.1
11/17/2020 13:21	97.1	11/17/2020 13:27	85.3	11/17/2020 13:39	66.5	11/17/2020 13:44	59.3
11/17/2020 13:21	97	11/17/2020 13:27	85.2	11/17/2020 13:39	66.5	11/17/2020 13:44	59.3
11/17/2020 13:21	97	11/17/2020 13:27	84.5	11/17/2020 13:39	66.4	11/17/2020 13:44	59.3
11/17/2020 13:21	97.1	11/17/2020 13:27	84.4	11/17/2020 13:39	66.4	11/17/2020 13:44	59.3
11/17/2020 13:21	97.1	11/17/2020 13:27	84.8	11/17/2020 13:39	66.4	11/17/2020 13:44	59.3
11/17/2020 13:21	97	11/17/2020 13:27	84.9	11/17/2020 13:39	66.4	11/17/2020 13:44	59.4
11/17/2020 13:21	97.1	11/17/2020 13:27	85.1	11/17/2020 13:39	66.4	11/17/2020 13:44	59.5
11/17/2020 13:21	97.1	11/17/2020 13:27	85.3	11/17/2020 13:39	66.5	11/17/2020 13:44	59.6
11/17/2020 13:21	97	11/17/2020 13:27	85.4	11/17/2020 13:39	66.4	11/17/2020 13:44	59.6
11/17/2020 13:21	97	11/17/2020 13:27	85.4	11/17/2020 13:39	66.3	11/17/2020 13:44	59.3
11/17/2020 13:21	97	11/17/2020 13:27	85.2	11/17/2020 13:39	66.3	11/17/2020 13:44	59.3
11/17/2020 13:21	96.9	11/17/2020 13:27	85.2	11/17/2020 13:39	66.3	11/17/2020 13:44	59.2
11/17/2020 13:21	97	11/17/2020 13:27	85.2	11/17/2020 13:39	66.3	11/17/2020 13:44	59.2
11/17/2020 13:21	97.1	11/17/2020 13:27	85.2	11/17/2020 13:39	66.3	11/17/2020 13:44	59
11/17/2020 13:21	97	11/17/2020 13:27	85.2	11/17/2020 13:39	66.4	11/17/2020 13:44	59.2
11/17/2020 13:21	97	11/17/2020 13:27	85.3	11/17/2020 13:39	66.4	11/17/2020 13:44	59.2
11/17/2020 13:21	97	11/17/2020 13:27	85.2	11/17/2020 13:39	66.5	11/17/2020 13:44	59.3
11/17/2020 13:21	97	11/17/2020 13:27	85.2	11/17/2020 13:39	66.6	11/17/2020 13:44	59.4
11/17/2020 13:21	97	11/17/2020 13:27	85.2	11/17/2020 13:39	66.6	11/17/2020 13:44	59.4
11/17/2020 13:21	96.9	11/17/2020 13:27	85.2	11/17/2020 13:39	66.5	11/17/2020 13:44	59.5
11/17/2020 13:21	97	11/17/2020 13:27	85.2	11/17/2020 13:39	66.4	11/17/2020 13:44	59.2

A3-2: Nível de Intensidade Sonora sem Abafador (Portas e Janelas Fechadas)

P2		P3		P4	
<CEL-246 Data>		<CEL-246 Data>		Version	509-02
Version	509-02	Version	509-02	<Run>	
<Run>		<Run>		Start	11/17/2020 13:45
Start	11/17/2020 13:25	Start	11/17/2020 13:36	Duration	0:01:59
Duration	0:01:11	Duration	0:01:02	Serial Number	5161382
Serial Number	5161382	Serial Number	5161382	Run	9
Run	3	Run	5	Range	30-100 dB
Range	30-100 dB	Range	30-100 dB	Overload	No
Overload	No	Overload	No	Battery Low	Yes
Battery Low	Yes	Battery Low	Yes	Interval Seconds	1
Interval Seconds	1	Interval Seconds	1	<Broadband>	
<Broadband>		<Broadband>		LASmax	54.3
LASmax	73.4	LASmax	61	LAeq	53.6
LAeq	72.4	LAeq	59.3	Lavg Q=5	53.4
Lavg Q=5	72.3	Lavg Q=5	59.3	<Profile Lavg Q=5>	
<Profile Lavg Q=5>		<Profile Lavg Q=5>		11/17/2020 13:45	52.6
11/17/2020 13:25	71.1	11/17/2020 13:36	59.5	11/17/2020 13:45	52.6
11/17/2020 13:25	70.9	11/17/2020 13:36	60.2	11/17/2020 13:45	52.5
11/17/2020 13:25	70.2	11/17/2020 13:36	60.7	11/17/2020 13:45	52.4
11/17/2020 13:25	70	11/17/2020 13:36	60.9	11/17/2020 13:45	51.8
11/17/2020 13:25	71	11/17/2020 13:36	60.6	11/17/2020 13:45	52.3
11/17/2020 13:25	71.8	11/17/2020 13:36	60.1	11/17/2020 13:45	53.1
11/17/2020 13:25	71.8	11/17/2020 13:36	59.9	11/17/2020 13:45	52.7
11/17/2020 13:25	71.8	11/17/2020 13:36	59.8	11/17/2020 13:45	55.7
11/17/2020 13:25	72	11/17/2020 13:36	59.5	11/17/2020 13:45	53.6
11/17/2020 13:25	72	11/17/2020 13:36	59.2	11/17/2020 13:45	53
11/17/2020 13:25	72.1	11/17/2020 13:36	59.4	11/17/2020 13:45	53.4
11/17/2020 13:25	72.2	11/17/2020 13:36	59.4	11/17/2020 13:45	54.5
11/17/2020 13:25	72.2	11/17/2020 13:36	59.4	11/17/2020 13:45	53.4
11/17/2020 13:25	72.2	11/17/2020 13:36	59.5	11/17/2020 13:45	53.1
11/17/2020 13:25	72.2	11/17/2020 13:36	59.5	11/17/2020 13:45	52
11/17/2020 13:25	72.2	11/17/2020 13:36	59.5	11/17/2020 13:45	52.6
11/17/2020 13:25	72.3	11/17/2020 13:36	59.6	11/17/2020 13:45	54.7
11/17/2020 13:25	72.3	11/17/2020 13:36	59.5	11/17/2020 13:45	53.2
11/17/2020 13:25	72.3	11/17/2020 13:36	59.4	11/17/2020 13:45	52.5
11/17/2020 13:25	72.2	11/17/2020 13:36	59.3	11/17/2020 13:45	52.2
11/17/2020 13:25	72.3	11/17/2020 13:36	59.2	11/17/2020 13:45	52.3
11/17/2020 13:25	72.2	11/17/2020 13:36	59.2	11/17/2020 13:45	52.3
11/17/2020 13:25	72.1	11/17/2020 13:36	59.2	11/17/2020 13:45	53.2
11/17/2020 13:25	72.1	11/17/2020 13:36	59.3	11/17/2020 13:45	53.3
11/17/2020 13:25	72	11/17/2020 13:36	59.2	11/17/2020 13:45	53.2
11/17/2020 13:25	71.8	11/17/2020 13:36	59.2	11/17/2020 13:45	53.5
11/17/2020 13:25	71.9	11/17/2020 13:36	59.3	11/17/2020 13:45	55.9
11/17/2020 13:25	71.8	11/17/2020 13:36	59	11/17/2020 13:45	55.8
11/17/2020 13:25	71.8	11/17/2020 13:36	59	11/17/2020 13:45	55.6
11/17/2020 13:25	71.8	11/17/2020 13:36	59	11/17/2020 13:45	56.1
11/17/2020 13:25	71.8	11/17/2020 13:36	59	11/17/2020 13:45	54.4
11/17/2020 13:25	71.8	11/17/2020 13:36	59	11/17/2020 13:45	56
11/17/2020 13:25	72.1	11/17/2020 13:37	59.1	11/17/2020 13:45	56.3
11/17/2020 13:25	72.2	11/17/2020 13:37	59.1	11/17/2020 13:45	57.1
11/17/2020 13:25	72.2	11/17/2020 13:37	59.2	11/17/2020 13:45	56.1
11/17/2020 13:26	72.1	11/17/2020 13:37	59.2	11/17/2020 13:45	56.2
11/17/2020 13:26	72.1	11/17/2020 13:37	59.2	11/17/2020 13:45	55.7
11/17/2020 13:26	72.1	11/17/2020 13:37	59.2	11/17/2020 13:45	56.1
11/17/2020 13:26	72.2	11/17/2020 13:37	59.2	11/17/2020 13:45	54.6
11/17/2020 13:26	72.1	11/17/2020 13:37	59.1	11/17/2020 13:45	57.2
11/17/2020 13:26	72.2	11/17/2020 13:37	59.2	11/17/2020 13:45	54.8
11/17/2020 13:26	72.2	11/17/2020 13:37	59.3	11/17/2020 13:46	53.1
11/17/2020 13:26	72	11/17/2020 13:37	59.3	11/17/2020 13:46	52.5
11/17/2020 13:26	71.9	11/17/2020 13:37	59.5	11/17/2020 13:46	55.2
11/17/2020 13:26	71.8	11/17/2020 13:37	59.5	11/17/2020 13:46	56.5
11/17/2020 13:26	71.8	11/17/2020 13:37	59.3	11/17/2020 13:46	56.7
11/17/2020 13:26	72.2	11/17/2020 13:37	59.3	11/17/2020 13:46	55.6
11/17/2020 13:26	72.7	11/17/2020 13:37	59.2	11/17/2020 13:46	56.5
11/17/2020 13:26	72.9	11/17/2020 13:37	59.2	11/17/2020 13:46	55.9
11/17/2020 13:26	73	11/17/2020 13:37	59.2	11/17/2020 13:46	54.1
11/17/2020 13:26	73.2	11/17/2020 13:37	59.2	11/17/2020 13:46	55.3
11/17/2020 13:26	73.2	11/17/2020 13:37	59.1	11/17/2020 13:46	55.2
11/17/2020 13:26	73.1	11/17/2020 13:37	59	11/17/2020 13:46	54.3
11/17/2020 13:26	73.1	11/17/2020 13:37	59.1	11/17/2020 13:46	53.5
11/17/2020 13:26	73.1	11/17/2020 13:37	59.1	11/17/2020 13:46	55.1
11/17/2020 13:26	73	11/17/2020 13:37	59	11/17/2020 13:46	55.3
11/17/2020 13:26	72.9	11/17/2020 13:37	59	11/17/2020 13:46	55.1
11/17/2020 13:26	72.9	11/17/2020 13:37	59	11/17/2020 13:46	54.9
11/17/2020 13:26	72.8	11/17/2020 13:37	59.1	11/17/2020 13:46	54.6
11/17/2020 13:26	72.8	11/17/2020 13:37	59.1	11/17/2020 13:46	53.7
11/17/2020 13:26	72.8	11/17/2020 13:37	59.1	11/17/2020 13:46	53.9
11/17/2020 13:26	73	11/17/2020 13:37	59	11/17/2020 13:46	53.8

A3-3: Nível de Intensidade Sonora com Abafador (Portas e Janelas Abertas)

P1		P2		P4	
<CEL-246 Data>		<CEL-246 Data>		<CEL-246 Data>	
Version	509-02	Version	509-02	Version	509-02
<Run>		<Run>		<Run>	
Start	6/6/2021 13:36	Start	6/6/2021 13:33	Start	6/6/2021 13:31
Duration	0:01:08	Duration	0:01:03	Duration	0:01:00
Serial Number	5161382	Serial Number	5161382	Serial Number	5161382
Run	18	Run	16	Run	15
Range	60-130 dB	Range	60-130 dB	Range	30-100 dB
Overload	No	Overload	No	Overload	No
Battery Low	No	Battery Low	No	Battery Low	No
Interval Seconds	1	Interval Second	1	Interval Seconds	1
<Broadband>		<Broadband>		<Broadband>	
LASmax	88.8	LASmax	78.7	LASmax	55.8
LAeq	88	LAeq	78.5	LAeq	55
Lavg Q=5	88.1	Lavg Q=5	78.5	Lavg Q=5	55.3
<Profile Lavg Q=5>		<Profile Lavg Q=5>		<Profile Lavg Q=5>	
6/6/2021 13:36	88.5	6/6/2021 13:33	78.1	6/6/2021 13:31	53.8
6/6/2021 13:36	88.2	6/6/2021 13:33	78.4	6/6/2021 13:31	54.6
6/6/2021 13:36	88.1	6/6/2021 13:33	78.5	6/6/2021 13:31	54.5
6/6/2021 13:36	88.2	6/6/2021 13:33	78.5	6/6/2021 13:31	54.6
6/6/2021 13:36	88.2	6/6/2021 13:33	78.5	6/6/2021 13:31	54.8
6/6/2021 13:36	88.2	6/6/2021 13:33	78.4	6/6/2021 13:31	54.6
6/6/2021 13:36	88.1	6/6/2021 13:33	78.4	6/6/2021 13:31	54.8
6/6/2021 13:36	88	6/6/2021 13:33	78.3	6/6/2021 13:31	54.9
6/6/2021 13:36	88	6/6/2021 13:33	78.3	6/6/2021 13:31	54.8
6/6/2021 13:36	88	6/6/2021 13:33	78.3	6/6/2021 13:31	54.8
6/6/2021 13:36	88.2	6/6/2021 13:33	78.3	6/6/2021 13:31	54.8
6/6/2021 13:36	88.2	6/6/2021 13:33	78.4	6/6/2021 13:31	55.1
6/6/2021 13:36	88.1	6/6/2021 13:33	78.4	6/6/2021 13:31	55
6/6/2021 13:36	88.1	6/6/2021 13:33	78.4	6/6/2021 13:31	55
6/6/2021 13:36	88.1	6/6/2021 13:33	78.5	6/6/2021 13:31	55.1
6/6/2021 13:36	88	6/6/2021 13:33	78.5	6/6/2021 13:31	55.1
6/6/2021 13:36	88	6/6/2021 13:33	78.5	6/6/2021 13:31	55.1
6/6/2021 13:36	88	6/6/2021 13:33	78.5	6/6/2021 13:31	54.8
6/6/2021 13:36	87.9	6/6/2021 13:33	78.6	6/6/2021 13:31	54.6
6/6/2021 13:36	87.9	6/6/2021 13:33	78.5	6/6/2021 13:31	54.7
6/6/2021 13:36	87.9	6/6/2021 13:33	78.5	6/6/2021 13:31	55.4
6/6/2021 13:36	87.9	6/6/2021 13:33	78.5	6/6/2021 13:31	55.8
6/6/2021 13:36	88	6/6/2021 13:33	78.5	6/6/2021 13:31	55.5
6/6/2021 13:36	88	6/6/2021 13:33	78.6	6/6/2021 13:31	55.8
6/6/2021 13:36	88.1	6/6/2021 13:33	78.6	6/6/2021 13:31	55.1
6/6/2021 13:36	88.1	6/6/2021 13:33	78.5	6/6/2021 13:31	54.8
6/6/2021 13:36	88.1	6/6/2021 13:33	78.5	6/6/2021 13:31	55
6/6/2021 13:36	88	6/6/2021 13:33	78.5	6/6/2021 13:31	55.1
6/6/2021 13:36	88	6/6/2021 13:33	78.5	6/6/2021 13:31	55.5
6/6/2021 13:36	88.1	6/6/2021 13:33	78.4	6/6/2021 13:31	55.3
6/6/2021 13:36	88.1	6/6/2021 13:33	78.4	6/6/2021 13:31	55
6/6/2021 13:36	88.1	6/6/2021 13:33	78.5	6/6/2021 13:31	54.8
6/6/2021 13:36	88.1	6/6/2021 13:33	78.5	6/6/2021 13:31	54.8
6/6/2021 13:36	88	6/6/2021 13:33	78.5	6/6/2021 13:32	55
6/6/2021 13:36	88.1	6/6/2021 13:33	78.5	6/6/2021 13:32	55.5
6/6/2021 13:37	88.1	6/6/2021 13:33	78.4	6/6/2021 13:32	55.4
6/6/2021 13:37	88.1	6/6/2021 13:33	78.3	6/6/2021 13:32	55.1
6/6/2021 13:37	88.1	6/6/2021 13:33	78.3	6/6/2021 13:32	54.8
6/6/2021 13:37	88.2	6/6/2021 13:33	78.3	6/6/2021 13:32	54.8
6/6/2021 13:37	88.2	6/6/2021 13:34	78.4	6/6/2021 13:32	54.9
6/6/2021 13:37	88.2	6/6/2021 13:34	78.4	6/6/2021 13:32	55.2
6/6/2021 13:37	88.2	6/6/2021 13:34	78.5	6/6/2021 13:32	55.7
6/6/2021 13:37	88.2	6/6/2021 13:34	78.6	6/6/2021 13:32	55.4
6/6/2021 13:37	88.2	6/6/2021 13:34	78.5	6/6/2021 13:32	55.1
6/6/2021 13:37	88.1	6/6/2021 13:34	78.5	6/6/2021 13:32	55.5
6/6/2021 13:37	88.1	6/6/2021 13:34	78.5	6/6/2021 13:32	54.9
6/6/2021 13:37	88.1	6/6/2021 13:34	78.5	6/6/2021 13:32	54.6
6/6/2021 13:37	88.1	6/6/2021 13:34	78.5	6/6/2021 13:32	54.9
6/6/2021 13:37	88.1	6/6/2021 13:34	78.5	6/6/2021 13:32	55.1
6/6/2021 13:37	88.1	6/6/2021 13:34	78.5	6/6/2021 13:32	55.4
6/6/2021 13:37	88.1	6/6/2021 13:34	78.6	6/6/2021 13:32	55.5
6/6/2021 13:37	88.1	6/6/2021 13:34	78.6	6/6/2021 13:32	55.5
6/6/2021 13:37	88.1	6/6/2021 13:34	78.7	6/6/2021 13:32	55.1
6/6/2021 13:37	88.1	6/6/2021 13:34	78.6	6/6/2021 13:32	54.8
6/6/2021 13:37	88	6/6/2021 13:34	78.4	6/6/2021 13:32	54.8
6/6/2021 13:37	88.1	6/6/2021 13:34	78.4	6/6/2021 13:32	55
6/6/2021 13:37	88.1	6/6/2021 13:34	78.4	6/6/2021 13:32	55.5

A3-4: Nível de Intensidade Sonora sem Abafador (Portas e Janelas Fechadas)

P1		P2		P4	
<CEL-246 Data>		<CEL-246 Data>		<CEL-246 Data>	
Version	509-02	Version	509-02	Version	509-02
<Run>		<Run>		<Run>	
Start	6/6/2021 13:36	Start	6/6/2021 13:34	Start	6/6/2021 13:38
Duration	0:01:08	Duration	0:01:06	Duration	0:01:07
Serial Number	5161382	Serial Number	5161382	Serial Number	5161382
Run	18	Run	17	Run	19
Range	60-130 dB	Range	60-130 dB	Range	60-130 dB
Overload	No	Overload	No	Overload	No
Battery Low	No	Battery Low	No	Battery Low	No
Interval Seconds	1	Interval Seconds	1	Interval Seconds	1
<Broadband>		<Broadband>		<Broadband>	
LASmax	88.8	LASmax	69.9	LASmax	51.3
LAeq	88	LAeq	69.3	LAeq	49.6
Lavg Q=5	88.1	Lavg Q=5	69.3	Lavg Q=5	48.9
<Profile Lavg Q=5>		<Profile Lavg Q=5>		<Profile Lavg Q=5>	
6/6/2021 13:36	88.5	6/6/2021 13:34	69.5	6/6/2021 13:38	51.6
6/6/2021 13:36	88.2	6/6/2021 13:34	69.3	6/6/2021 13:38	51.6
6/6/2021 13:36	88.1	6/6/2021 13:34	69.2	6/6/2021 13:38	51.5
6/6/2021 13:36	88.2	6/6/2021 13:34	69.3	6/6/2021 13:38	50.4
6/6/2021 13:36	88.2	6/6/2021 13:34	69.3	6/6/2021 13:38	49.8
6/6/2021 13:36	88.2	6/6/2021 13:34	69.2	6/6/2021 13:38	50.3
6/6/2021 13:36	88.1	6/6/2021 13:34	69.2	6/6/2021 13:38	50.1
6/6/2021 13:36	88	6/6/2021 13:35	69.1	6/6/2021 13:38	49.7
6/6/2021 13:36	88	6/6/2021 13:35	69	6/6/2021 13:38	49.7
6/6/2021 13:36	88	6/6/2021 13:35	68.9	6/6/2021 13:38	49.6
6/6/2021 13:36	88.2	6/6/2021 13:35	69	6/6/2021 13:38	50
6/6/2021 13:36	88.2	6/6/2021 13:35	69	6/6/2021 13:38	49.4
6/6/2021 13:36	88.1	6/6/2021 13:35	69	6/6/2021 13:38	49.5
6/6/2021 13:36	88.1	6/6/2021 13:35	69.2	6/6/2021 13:38	48.7
6/6/2021 13:36	88.1	6/6/2021 13:35	69.2	6/6/2021 13:38	49.1
6/6/2021 13:36	88	6/6/2021 13:35	69.2	6/6/2021 13:38	48.6
6/6/2021 13:36	88	6/6/2021 13:35	69.2	6/6/2021 13:38	48.6
6/6/2021 13:36	88	6/6/2021 13:35	69.3	6/6/2021 13:38	48.7
6/6/2021 13:36	87.9	6/6/2021 13:35	69.4	6/6/2021 13:38	49.2
6/6/2021 13:36	87.9	6/6/2021 13:35	69.5	6/6/2021 13:38	49.5
6/6/2021 13:36	87.9	6/6/2021 13:35	69.5	6/6/2021 13:38	49.2
6/6/2021 13:36	87.9	6/6/2021 13:35	69.4	6/6/2021 13:38	49.3
6/6/2021 13:36	88	6/6/2021 13:35	69.4	6/6/2021 13:38	49.3
6/6/2021 13:36	88	6/6/2021 13:35	69.4	6/6/2021 13:38	49.2
6/6/2021 13:36	88.1	6/6/2021 13:35	69.5	6/6/2021 13:38	49.3
6/6/2021 13:36	88.1	6/6/2021 13:35	69.5	6/6/2021 13:38	49.2
6/6/2021 13:36	88.1	6/6/2021 13:35	69.6	6/6/2021 13:38	48.5
6/6/2021 13:36	88	6/6/2021 13:35	69.8	6/6/2021 13:38	48.9
6/6/2021 13:36	88	6/6/2021 13:35	69.7	6/6/2021 13:38	48.8
6/6/2021 13:36	88.1	6/6/2021 13:35	69.7	6/6/2021 13:38	48.6
6/6/2021 13:36	88.1	6/6/2021 13:35	69.7	6/6/2021 13:38	49.1
6/6/2021 13:36	88.1	6/6/2021 13:35	69.6	6/6/2021 13:38	49.4
6/6/2021 13:36	88.1	6/6/2021 13:35	69.5	6/6/2021 13:38	50
6/6/2021 13:36	88	6/6/2021 13:35	69.1	6/6/2021 13:38	49.3
6/6/2021 13:36	88.1	6/6/2021 13:35	69.1	6/6/2021 13:38	50.1
6/6/2021 13:37	88.1	6/6/2021 13:35	69.2	6/6/2021 13:38	50.1
6/6/2021 13:37	88.1	6/6/2021 13:35	69.3	6/6/2021 13:38	50.2
6/6/2021 13:37	88.1	6/6/2021 13:35	69.2	6/6/2021 13:38	48.7
6/6/2021 13:37	88.2	6/6/2021 13:35	69.2	6/6/2021 13:38	49.1
6/6/2021 13:37	88.2	6/6/2021 13:35	69.3	6/6/2021 13:38	48.6
6/6/2021 13:37	88.2	6/6/2021 13:35	69.3	6/6/2021 13:38	50.2
6/6/2021 13:37	88.2	6/6/2021 13:35	69.3	6/6/2021 13:38	49.8
6/6/2021 13:37	88.2	6/6/2021 13:35	69.3	6/6/2021 13:38	50.1
6/6/2021 13:37	88.2	6/6/2021 13:35	69.3	6/6/2021 13:38	50.5
6/6/2021 13:37	88.1	6/6/2021 13:35	69.4	6/6/2021 13:38	51.2
6/6/2021 13:37	88.1	6/6/2021 13:35	69.6	6/6/2021 13:38	50.5
6/6/2021 13:37	88.1	6/6/2021 13:35	69.5	6/6/2021 13:38	48.7
6/6/2021 13:37	88.1	6/6/2021 13:35	69.3	6/6/2021 13:38	50.6
6/6/2021 13:37	88.2	6/6/2021 13:35	69.3	6/6/2021 13:38	49.5
6/6/2021 13:37	88.2	6/6/2021 13:35	69.3	6/6/2021 13:39	50.9
6/6/2021 13:37	88.1	6/6/2021 13:35	69.3	6/6/2021 13:39	50.1
6/6/2021 13:37	88.1	6/6/2021 13:35	69.2	6/6/2021 13:39	51.3
6/6/2021 13:37	88.1	6/6/2021 13:35	69.2	6/6/2021 13:39	51.2
6/6/2021 13:37	88.1	6/6/2021 13:35	69.1	6/6/2021 13:39	51.3
6/6/2021 13:37	88.1	6/6/2021 13:35	69	6/6/2021 13:39	51.3
6/6/2021 13:37	88.1	6/6/2021 13:35	69.1	6/6/2021 13:39	49.1
6/6/2021 13:37	88.1	6/6/2021 13:35	69	6/6/2021 13:39	49.3
6/6/2021 13:37	88	6/6/2021 13:35	69.1	6/6/2021 13:39	49.1
6/6/2021 13:37	88.1	6/6/2021 13:35	69.2	6/6/2021 13:39	49.9
6/6/2021 13:37	88.1	6/6/2021 13:35	69.1	6/6/2021 13:39	49.6
6/6/2021 13:37	88.1	6/6/2021 13:35	69.1	6/6/2021 13:39	47.7
6/6/2021 13:37	88.1	6/6/2021 13:35	69.2	6/6/2021 13:39	47.9
6/6/2021 13:37	88.1	6/6/2021 13:35	69.2	6/6/2021 13:39	47.8

ANEXO 4:Listagem das Concentrações

17/11/2020					22/06/2021				
Time	CO (ppm)	SO2 (ppm)	O3 (ppm)	NO2 (ppm)	Time	CO (ppm)	SO2 (ppm)	O3 (ppm)	NO2 (ppm)
2/19/1970 5:11	0	0	0	0	6/22/2021 10:44	0	0	0	0
2/19/1970 5:11	0	1.262559	0.002065	0.1380928	6/22/2021 10:44	0	1.203855	0.001295	0.0223003
2/19/1970 5:11	0	1.24579	0.002007	0.1849303	6/22/2021 10:44	0	1.234956	0.001295	0.0471908
2/19/1970 5:12	0	1.270267	0.00184	0.1628591	6/22/2021 10:45	0	1.23023	0.001001	0.0477808
2/19/1970 5:12	0	1.32409	0.001553	0.1870473	6/22/2021 10:45	0	1.2336	0.000826	0.0477808
2/19/1970 5:12	0	1.23459	0.001553	0.1875755	6/22/2021 10:45	0	1.286676	0.000826	0.0250936
2/19/1970 5:13	0	1.219646	0.001725	0.1870473	6/22/2021 10:46	0	1.195051	0.000826	0.0250936
2/19/1970 5:13	0	1.22437	0.001438	0.1650097	6/22/2021 10:46	0	1.177864	0.00071	0.0265887
2/19/1970 5:13	0	1.276317	0.001438	0.164204	6/22/2021 10:46	0	1.185167	0.000535	0.0486649
2/19/1970 5:14	0.135026	1.25264	0.001267	0.1655462	6/22/2021 10:47	0	1.145591	0.000535	0.0492537
2/19/1970 5:14	0.620616	1.247312	0.001153	0.1655462	6/22/2021 10:47	0	1.227101	0.000535	0.0265887
2/19/1970 5:14	0.877175	1.276512	0.001153	0.1430164	6/22/2021 10:47	0.752634	1.218767	0.000535	0.0501361
2/19/1970 5:15	1.219078	1.278429	0.000983	0.189684	6/22/2021 10:48	1.504273	1.225567	0.000535	0.0736835
2/19/1970 5:15	1.267034	1.273821	0.001153	0.189684	6/22/2021 10:48	1.614253	1.173257	0.000535	0.0507237
2/19/1970 5:15	0	1.351091	0.001153	0.188367	6/22/2021 10:48	2.789768	1.190839	0.00042	0.0271859
2/19/1970 5:16	0	1.228834	0.000983	0.1888941	6/22/2021 10:49	4.14514	1.316469	0.000535	0.0492537
2/19/1970 5:16	0	1.2838	0.000983	0.1668857	6/22/2021 10:49	3.959531	1.299941	0.000535	0.0507237
2/19/1970 5:16	0	1.268108	0.001153	0.1676881	6/22/2021 10:49	4.366035	1.168744	0.000535	0.0507237
2/19/1970 5:17	0	1.253537	0.000983	0.1902101	6/22/2021 10:50	4.469769	1.244767	0.00042	0.0742615
2/19/1970 5:17	0	1.306594	0.00087	0.1909984	6/22/2021 10:50	4.12255	1.298172	0.00042	0.0507237
2/19/1970 5:17	0	1.241484	0.00087	0.1443778	6/22/2021 10:50	4.48309	1.20149	0.00042	0.0521907
2/19/1970 5:18	0	1.261692	0.00087	0.2148243	6/22/2021 10:51	4.388674	1.208452	0.00042	0.0507237
2/19/1970 5:18	0	1.195629	0.000701	0.1449216	6/22/2021 10:51	4.487922	1.166356	0.000247	0.0516042
2/19/1970 5:18	0	1.179088	0.000589	0.1690232	6/22/2021 10:51	4.201908	1.228199	0.000247	0.0521907
2/19/1970 5:19	0.506699	1.193053	0.000701	0.2148243	6/22/2021 10:52	3.761301	1.189898	0.000535	0.0521907
2/19/1970 5:19	1.799577	1.199413	0.000701	0.1690232	6/22/2021 10:52	3.349952	1.162428	0.000247	0.0757046
2/19/1970 5:19	3.020704	1.147091	0.000701	0.1457364	6/22/2021 10:52	3.439405	1.135579	0.000247	0.0751277
2/19/1970 5:20	3.198272	1.228354	0.000701	0.155969	6/22/2021 10:53	3.312188	1.146054	0.000247	0.076569
2/19/1970 5:20	3.307554	1.1759	0.000589	0.2148243	6/22/2021 10:53	2.883602	1.137072	0.000247	0.0286768
2/19/1970 5:20	2.818001	1.208887	0.000589	0.1923101	6/22/2021 10:53	2.675956	1.194103	0.000132	0.076569
2/19/1970 5:21	3.798148	1.175565	0.000589	0.2155969	6/22/2021 10:54	2.232398	1.098526	0	0.0521907
2/19/1970 5:21	5.01855	1.187104	0.00042	0.1457364	6/22/2021 10:54	2.665166	1.147114	0.000247	0.076569
2/19/1970 5:21	4.911267	1.165169	0.00042	0.2155969	6/22/2021 10:54	2.044535	1.114563	0.000132	0.0301646
2/19/1970 5:22	4.400567	1.142165	0.00042	0.2161115	6/22/2021 10:55	2.06585	1.040578	0.000132	0.0536547
2/19/1970 5:22	4.280318	1.146312	0.00042	0.2155969	6/22/2021 10:55	2.478592	1.029313	0.000247	0.100686
2/19/1970 5:22	3.861056	1.149722	0.000309	0.192834	6/22/2021 10:55	2.205534	1.045061	0.000132	0.0301646
2/19/1970 5:23	3.18982	1.172098	0.00042	0.1695565	6/22/2021 10:56	2.167913	1.1226	0.000132	0.0301646
2/19/1970 5:23	3.162804	1.184139	0.000309	0.192834	6/22/2021 10:56	1.703481	1.172208	0.000132	0.0771447
2/19/1970 5:23	3.099281	1.201022	0.000309	0.1936192	6/22/2021 10:56	2.08216	1.132582	0	0.0545317
2/19/1970 5:24	3.177884	1.207609	0.000309	0.1470923	6/22/2021 10:57	2.137205	1.115492	0	0.0771447
2/19/1970 5:24	3.178899	1.180333	0.000309	0.170888	6/22/2021 10:57	2.442358	1.105192	0	0.0545317
2/19/1970 5:24	3.557748	1.240906	0.000309	0.170888	6/22/2021 10:57	2.040342	1.096414	0	0.0545317
2/19/1970 5:25	3.303816	1.19807	0.000309	0.2168826	6/22/2021 10:58	1.936454	1.0547	0	0
2/19/1970 5:25	3.502928	1.239147	0.000142	0.2401461	6/22/2021 10:58	2.145534	1.050512	0	0.0310559
2/19/1970 5:25	3.469817	1.21719	0.000142	0.1716855	6/22/2021 10:58	1.932469	1.061151	0	0.0785819
2/19/1970 5:26	3.565696	1.162364	0.000142	0.1484454	6/22/2021 10:59	2.059733	1.05097	0	0.0316495
2/19/1970 5:26	4.359498	1.254872	3.06E-05	0.1949256	6/22/2021 10:59	2.319649	1.060994	0	0.0551157
2/19/1970 5:26	3.789401	1.141511	0	0.1722167	6/22/2021 10:59	2.081517	1.03547	0	0.0545317
2/19/1970 5:27	3.984871	1.183626	0	0.2186783	6/22/2021 11:00	1.824958	1.074213	0	0.0794429
2/19/1970 5:27	3.401661	1.158846	0	0.1962295	6/22/2021 11:00	1.628411	1.135177	0	0.0325389
2/19/1970 5:27	3.243248	1.169097	0	0.1503353	6/22/2021 11:00	1.9291	1.04542	0	0.0785819
2/19/1970 5:28	3.655478	1.134536	0	0.1962295	6/22/2021 11:01	2.041435	1.051024	0	0.0794429
2/19/1970 5:28	3.539972	1.154576	0	0.1967503	6/22/2021 11:01	1.847684	1.048	0	0.0565738
2/19/1970 5:28	3.965259	1.172852	0	0.1975307	6/22/2021 11:01	1.680181	1.064292	0	0.0559909
2/19/1970 5:29	3.74631	1.191137	0	0.1743371	6/22/2021 11:02	2.074469	1.029796	0	0.0559909
2/19/1970 5:29	3.382016	1.209812	0	0.1748662	6/22/2021 11:02	2.065415	1.016821	0	0.0551157
2/19/1970 5:29	3.201981	1.230281	0	0.175659	6/22/2021 11:02	2.240411	1.073452	0	0.0800163
2/19/1970 5:30	3.218749	1.179034	0	0.2219996	6/22/2021 11:03	2.275538	1.07105	0	0.0794429
2/19/1970 5:30	3.39841	1.194446	0	0.199348	6/22/2021 11:03	2.334495	0.9850423	0	0.0794429
2/19/1970 5:30	3.501699	1.244401	0	0.222509	6/22/2021 11:03	2.178593	0.9694932	0	0.0565738
2/19/1970 5:31	3.526686	1.12496	0	0.1775051	6/22/2021 11:04	2.281482	1.026599	0	0.034019
2/19/1970 5:31	3.276445	1.224734	0	0.1775051	6/22/2021 11:04	2.372448	0.969718	0	0.0331313
2/19/1970 5:31	3.672632	1.269334	0	0.2001253	6/22/2021 11:04	2.422027	0.9496505	0	0.0565738
2/19/1970 5:32	3.36328	1.217578	0	0.2014187	6/22/2021 11:05	2.286433	0.9653549	0	0.0331313
2/19/1970 5:32	3.891584	1.196223	0	0.2019354	6/22/2021 11:05	1.976429	0.9085024	0	0.0574472
2/19/1970 5:32	3.696267	1.167911	0	0.1788206	6/22/2021 11:05	1.898325	1.016283	0	0.0346102
2/19/1970 5:33	3.874483	1.148465	0	0.2263169	6/22/2021 11:06	1.761571	0.9627992	0	0.0574472
2/19/1970 5:33	3.871221	1.147263	0	0.1801335	6/22/2021 11:06	1.502238	0.8588361	0	0.0346102
2/19/1970 5:33	4.043177	1.162425	0	0.1801335	6/22/2021 11:06	1.536834	0.8655113	0	0.0580289
2/19/1970 5:34	3.957489	1.16071	0	0.157842	6/22/2021 11:07	1.274858	0.8906988	0	0.0574472
2/19/1970 5:34	3.611123	1.171627	0	0.1814437	6/22/2021 11:07	1.407503	0.823271	0	0.0580289
2/19/1970 5:34	3.921871	1.173297	0	0.1822286	6/22/2021 11:07	1.439239	0.8480003	0	0.0565738
2/19/1970 5:35	3.933792	1.159827	0	0.1827514	6/22/2021 11:08	1.398796	0.8954819	0	0.0580289
2/19/1970 5:35	3.95358	1.168774	0	0.1822286	6/22/2021 11:08	0.826265	0.778715	0	0.0589006
2/19/1970 5:35	3.630613	1.198926	0	0.1605027	6/22/2021 11:08	0.44955	0.738297	0	0.0574472
2/19/1970 5:36	3.914767	1.182691	0	0.1610336	6/22/2021 11:09	0.852646	0.766679	0	0.0589006
2/19/1970 5:36	3.828746	1.222255	0	0.2070793	6/22/2021 11:09	0.272201	0.8140351	0	0.0580289
2/19/1970 5:36	3.894412	1.150783	0	0.2308564	6/22/2021 11:09	0.40746	0.694827	0	0.0589006
2/19/1970 5:37	3.583469	1.179267	0	0.2083589	6/22/2021 11:10	0.120318	0.7003758	0	0.0580289
2/19/1970 5:37	3.439988	1.149614	0	0.1861391	6/22/2021 11:10	0	0.656976	0	0.035496
2/19/1970 5:37	3.682808	1.244631	0	0.1861391	6/22/2021 11:10	0.170619	0.6849092	0	0.035496
2/19/1970 5:38	3.668569	1.253166	0	0.1861391	6/22/2021 11:11	0.32232	0.6967421	0	0.0589006
2/19/1970 5:38	3.781688	1.233703	0	0.232613	6/22/2021 11:11	0.071607	0.5839125	0	0.0346102
2/19/1970 5:38	3.946003	1.275368	0	0.1879561	6/22/2021 11:11	0.152623	0.5999531	0	0.0580289
2/19/1970 5:39	4.216064	1.192623	0	0.1866587	6/22/2021 11:12	0.25412	0.6281918	0	0.0589006
2/19/1970 5:39	4.180815	1.156575	0	0.1879561	6/22/2021 11:12	0.330114	0.6132195	0	0.0041829
2/19/1970 5:39	4.379955	1.280108	0	0.1887332	6/22/2021 11:12	0.42044	0.4697259	0	0.0580289
2/19/1970 5:40	4.291224	1.201446							