



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÕES
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

VIVIANE DUTRA DA SILVA

ANÁLISE DO NÍVEL DE PRESSÃO SONORA DOS CONDICIONADORES DE AR
DAS SALAS DE AULA DA UFERSA/CARAÚBAS

CARAÚBAS

2018

VIVIANE DUTRA DA SILVA

ANÁLISE DO NÍVEL DE PRESSÃO SONORA DOS CONDICIONADORES DE AR
DAS SALAS DE AULA DA UFERSA/CARAÚBAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção de título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

CARAÚBAS

2018

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

SS586 Silva, Viviane.
a Análise do nível de Pressão Sonora dos
condicionadores de ar das salas de aula da
UFERSA/ Caraúbas / Viviane Silva. - 2018.
51 f. : il.

Orientadora: Rafael Luz.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2018.

1. mae. 2. pai. 3. gato. 4. jared. I.
Luz, Rafael, orient. II. Título.

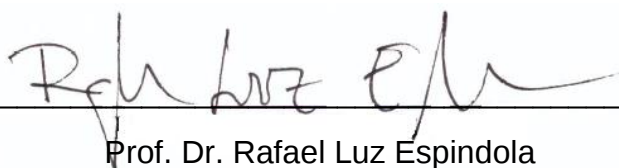
VIVIANE DUTRA DA SILVA

**ANÁLISE DO NÍVEL DE PRESSÃO SONORA NAS SALAS DE AULA DA
UFERSA/CARAÚBAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal Rural do Semiárido - UFERSA, Campus Caraúbas, para obtenção do Título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

APROVADO EM: 11/09/2018

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Rafael Luz Espindola



Profª. Drª. Rejane Ramos Dantas



Profª. MSc. Ana Tereza de Abreu Lima

DEDICATÓRA

Dedico este trabalho a todos os que contribuíram de alguma forma, direta ou indiretamente para que esse sonho se tornasse realidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus por me guiar e permitir o encerramento de mais um ciclo na minha vida.

Não posso deixar de agradecer o apoio e amor incondicional dos meus pais e do meu irmão que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando e torcendo pelo meu sucesso, mesmo que de longe.

A dona Novinha e sua família pela ajuda e compreensão que me deram durante todo o tempo que estive nesta cidade.

Ao orientador, Professor Dr. Rafael Espindola pelo tempo que dedicou em me auxiliar neste projeto.

Aos meus colegas pela ajuda e suporte emocional nas horas difíceis.

RESUMO

Ao comprar um ar-condicionado, muitas vezes, não damos a atenção e cuidados necessários ao aparelho por achar que não é importante mantê-lo funcionando corretamente e isso pode alterar a forma operacional do condicionador de ar, passando a funcionar incorretamente. Sendo assim, pode nos trazer situações inesperadas que podem oferecer riscos à segurança e saúde dos que frequentam a universidade e isso poderá ser evitado, por isso, a manutenção e prevenção do aparelho são importantes. A análise de ruídos nos indicará qual o nível de ruído das salas de aula do bloco 1 da UFERSA os alunos e funcionários da Ufersa estão sendo submetidos e também poderá mostrar se os condicionadores de ar estão apresentando algum defeito operacional, já que o ruído é causado por um mal funcionamento do aparelho. Para a análise de ruídos serão escolhidas algumas salas. As amostras serão coletadas com o uso do decibelímetro, um medidor de ruído. Através dos resultados obtidos do medidor de ruído, será possível fazer uma média e Desvio Padrão para que possa ser obtido um resultado e assim comparar com as normas da ABNT e do manual dos condicionadores de ar do fabricante.

Palavras-chave: Ar-condicionado; ruído; manutenção; prevenção.

ABSTRACT

When buying an air-conditioner, we often do not give the attention and care necessary to the appliance because it is not important to keep it running properly and this can change the operating form of the air conditioner, starting to function Incorrectly. Thus, it can bring us unexpected situations that can offer risks to the safety and health of those who attend the university and this can be avoided, therefore, the maintenance and prevention of the appliance are important. The noise analysis will tell us what the noise level of the UFERSA Block 1 classrooms students and UFERSA employees are being subjected to and can also show if air conditioners are presenting any operational defects, since noise is caused by a malfunction of the apparatus. Some rooms will be selected for noise analysis. Samples will be collected with the use of decibel, a noise meter. Through the results obtained from the noise meter, it will be possible to make an average and standard deviation so that a result can be obtained and thus compare with the standards of ABNT and the manufacturer's air conditioner manual. Key words: air-conditioning; noise; maintenance; prevention.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	OBJETIVO GERAL	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3	REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1	CONDICIONADOR DE AR	16
3.2	SOM	17
3.2.1	Escala de medição (O Decibel)	17
3.2.2	Escalas de Ponderação	18
3.2.3	Equipamentos de medição	19
3.3	TIPOS DE RUÍDOS	20
3.3.1	Causas do ruído nos Condicionadores de Ar	21
3.4	LEGISLAÇÃO	21
3.4.1	NR 15 (Norma Regulamentadora)	21
3.4.2	Medidas básicas a serem cumpridas em ambientes climatizados	22
3.4.3	NBR 10152	23
3.5	MANUTENÇÃO PREVENTIVA	24
3.5.1	Consequências da falta de manutenção	25
4	MATERIAIS E MÉTODOS	27
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
5.1	ANÁLISE QUALITATIVA	31
5.1.1	Sala 3	31
5.1.2	Sala 5	32
5.1.3	Sala 6	32
5.1.4	Sala 7	33
5.1.5	Sala 8	34
5.1.6	Sala 9	35
5.1.7	Sala 10	36
5.2	ANÁLISE QUANTITATIVA	37
5.2.1	Sala 3	37
5.2.2	Sala 5	38
5.2.3	Sala 6	40

5.2.4	Sala 7	41
5.2.5	Sala 8	41
5.2.6	Sala 9	44
5.2.7	Sala 10	46
5.3	DISCUSSÃO	48
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Definição do valor de 1 Bel.	18
Figura 2: Curvas de ruído.....	19
Figura 3: Valores em dB(A)	24
Figura 4: Posição dos nós nas salas pares e ímpares.	28
Figura 5: Icel DL – 4020	29
Figura 6: Condicionadores de ar da sala 3.....	31
Figura 7: Condicionadores de ar da sala 5.....	32
Figura 8: Condicionadores de ar da sala 6.....	33
Figura 9: Condicionadores de ar da sala 7.....	34
Figura 10: Condicionadores de ar da sala 8.....	35
Figura 11: Condicionadores de ar da sala 9.....	35
Figura 12: condicionadores de ar da sala 10	36
Figura 13: Mapa de Ruído das sala 3, 5, 6 e 7 em dB(C)	39
Figura 14: Mapas de ruído da sala 8 em dB(C) e dB(A)	43
Figura 15: Mapas de ruído da sala 9 em dB(C) e dB(A)	45
Figura 16: Mapa de ruído da sala 10 em dB(C)	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Níveis de Pressão sonora.....	16
Tabela 2: Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente.....	22
Tabela 3: Especificações do tempo de resposta.....	29
Tabela 4: Dados coletados da sala 3 dB(C).....	37
Tabela 5: Dados coletados da sala 5 dB(C).....	38
Tabela 6: Dados coletados da sala 6 dB(C).....	40
Tabela 7: Dados coletados da sala 7 dB(C).....	41
Tabela 8: Dados coletados da sala 8 dB(C).....	42
Tabela 9: Dados coletados da sala 8 dB(A).....	43
Tabela 10: Dados coletados da sala 9 dB(C).....	44
Tabela 11: Dados coletados da sala 9 dB(A).....	45
Tabela 12: Dados coletados da sala 10 dB(c).....	46
Tabela 13: Resumo dos resultados obtidos dos Níveis de Pressão Sonoro.....	47

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANSI	American National Standards Institute
dB	Decibel
Hz	Hertz
High	Alto
IEC	International Electrotechnical Commission
Low	Baixo
NBR	Norma Brasileira
NR	Norma Regulamentadora
Slow	Devagar
TU	Transmission Unit

1 INTRODUÇÃO

O sistema de condicionador de ar foi criado em 1902 pelo engenheiro mecânico Willis Carrier. O invento foi o pioneiro em controlar mecanicamente a temperatura, a umidade e também a purificação do ar (RIBEIRO, 2013). Ele foi criado com o objetivo de solucionar um problema de umidade que havia na época nas empresas gráficas em dias quentes.

O condicionador de ar é um aparelho muito importante nos dias atuais. Devido às altas temperaturas, ele é requerido cada vez mais pelas pessoas, de forma a garantir o conforto térmico. Em locais como indústrias, têm-se a necessidade de utilizá-lo com mais frequência do que o aparelho residencial, por exemplo. Por isso é necessário estimar o tempo correto em que ocorre a limpeza e manutenção, seguindo corretamente os devidos cuidados exigidos pelos fabricantes dos condicionadores de ar. Para o funcionamento correto do aparelho é necessário que os usuários tomem alguns cuidados básicos, como limpeza e a circulação de ar das salas, pois somente a manutenção não é suficiente.

Na UFERSA (Universidade Federal Rural do Semi-Árido), Campus Caraúbas, mais especificamente no Bloco 1 de Salas de Aula, os condicionadores de ar já apresentam um alto grau de ruído vindo deles, o que pode causar um desconforto auditivo nas pessoas que frequentam a Universidade. Caso constatado o excesso de ruído, pode haver uma necessidade de se fazer revisões e limpezas nos aparelhos com mais frequência, para evitar transtornos causados pela falta de cuidados.

Por isso foi realizada uma análise do nível de ruído, pois é importante para ajudar a detectar se os aparelhos apresentaram risco de causar danos materiais e físicos às pessoas. Além de fortalecer as teorias apresentadas no decorrer do trabalho.

Será abordada no trabalho a importância da manutenção e limpeza nos aparelhos, quais são as consequências de não se ter um cuidado com o condicionador de ar e quais são as possíveis causas do ruído nos aparelhos da universidade.

O ser humano tem uma forma diferente de percepção para cada frequência de nível sonoro e muitas vezes não percebemos a importância do conforto acústico que

é necessário em cada ambiente. Neste trabalho será mostrado qual é o comportamento da percepção auditiva das pessoas e qual a importância do conforto acústico nas salas de aula e o que pode ocorrer em casos onde o nível de pressão sonora está acima do indicado pelas normas.

Com os resultados poderemos saber a qual nível de ruído os alunos e professores estão sendo submetidos e o que pode ser feito caso haja a constatação de excesso de ruído.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar o nível de pressão sonora nos condicionadores de ar instalados no Bloco 1 de Salas de aula da UFERSA/Caraúbas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar, qualitativamente e quantitativamente o nível de pressão sonora nos aparelhos da UFERSA, a fim de detectar o mal funcionamento dos aparelhos e evitar transtornos de forma geral.
- Indicar se as pessoas estão sendo submetidas a um nível de pressão sonora excessivo.
- Comparar os resultados com os valores especificados pelas normas e fabricante.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Os condicionadores de ar possuem motores, tubulações, turbinas, ventiladores, o que faz com que os aparelhos produzam ruído. Porém se esse ruído está mais alto do que o normal, há um indício da necessidade de manutenção. (SIMPLIFICA, 2017)

Os benefícios para os condicionadores de ar que possuem a manutenção em dia são: maior durabilidade da vida útil do ar condicionado, prevenção de pane, manutenção da eficiência da refrigeração do condicionador de ar, proporção de melhor qualidade de vida e economia de energia. (SERVICE RH, 2016).

Dantas (2017) afirma que, se o filtro mostrar obstrução por haver impurezas, isso faz com que haja a diminuição da vazão de ar do aparelho, em outras palavras, há a diminuição da velocidade de saída do ar do aparelho. Por consequência, pode ocorrer uma diminuição do rendimento, na eficiência energética, no congelamento do trocador de calor fazendo com que haja uma redução da vida útil do aparelho.

A Portaria nº3523/98 (BRASIL, 1998) do Ministério da Saúde, objetivando a saúde, o bem-estar das pessoas e qualidade de vida, determina regulamentos contendo medidas básicas para a execução de procedimentos de limpeza, remoção de sujidades, manutenção e outros aspectos a serem cumpridos para os ambientes que possuem sistemas climatizados.

A NBR 10152 (ABNT, 1987) informa que para cada tipo de ambiente há um limite de tolerância. Através de uma tabela (mostrada adiante), o nível de ruídos permitíveis para o conforto acústico nas salas está entre 40-50 dB (A).

Segundo o *site* ISOVER (2016), a poluição sonora nas salas de aula pode trazer problemas, como a falta de concentração, irritação, problemas vocais, devido ao esforço vocal dos professores, entre outros.

Segundo Godoy (2013):

Sistemas de ar condicionado para conforto mal projetados e instalados de forma incorreta, o uso de materiais inapropriados (construção e imobiliário) bem como procedimentos de operação e manutenção precários também são responsáveis pela baixa qualidade do ar interior.

O manual da LG (2015) atenta para os cuidados com a manutenção e limpeza correta dos aparelhos. No site do fabricante dos aparelhos LG mostra as informações contendo as características, inclusive a informação do nível permissível de ruído dos condicionadores de ar. Abaixo segue as especificações fornecidas pelo fabricante do condicionador de ar (Tabela 1).

Tabela 1: Níveis de Pressão sonora

Nível de Pressão	Super Baixa	Baixa	Máxima
Sonora dB(A) +/- 3	39	43	51

Fonte: LG

3.1 CONDICIONADOR DE AR

O funcionamento de um condicionador de ar é parecido com o da geladeira, no qual os ventiladores capturam o ar do ambiente e passam por uma serpentina, onde são preenchidas por um líquido que contém misturas que evaporam a temperaturas baixas.

Após o calor ser absorvido da atmosfera, a mistura passa de seu estado líquido para o gasoso. Depois da transformação de líquido para gasoso, passa por um compressor, sofrendo um aumento de pressão e aquecimento até uma temperatura elevada.

A mistura que se encontra em estado gasoso e aquecida é transportada para um condensador localizado na parte externa do ambiente, passando por um sistema de troca de calor com ambiente, voltando a ser líquido. A partir daí a substância entra em uma válvula que libera a pressão, voltando à forma inicial e continuando a realizar seu ciclo novamente.

Ou seja, basicamente funciona através de um processo por Convecção, que é a movimentação de massa fluída para outra região. No caso do condicionador de ar, o ar. O ar quente sobe e o ar frio desce.

3.2 SOM

O som nada mais é do que uma onda longitudinal, que necessita de um meio para que haja a sua propagação. Essas ondas são denominadas ondas sonoras. Elas podem se propagar em ambientes gasosos, como por exemplo o ar, que é o mais comum, em ambientes líquidos ou até mesmo sólidos, quando se escuta uma pessoa falando do outro lado da parede.

O ouvido do ser humano é muito desenvolvido, capaz de captar sons com uma intensidade muito baixa e de vários formatos de ruído. Podemos compreender sons com frequências entre 20 Hz e 20000 Hz. O som é denominado infrassom quando possui uma frequência abaixo de 20 Hz, já a frequência que está acima de 20000 Hz, o som é denominado ultrassom. Quando duas ou mais ondas sonoras se superpõe em uma mesma área, ocorre o que chamamos de interferência. Há dois tipos de interferências: a construtiva e a destrutiva. A primeira ocorre quando duas ondas se somam, já a segunda, quando elas são iguais, porém com sinais opostos.

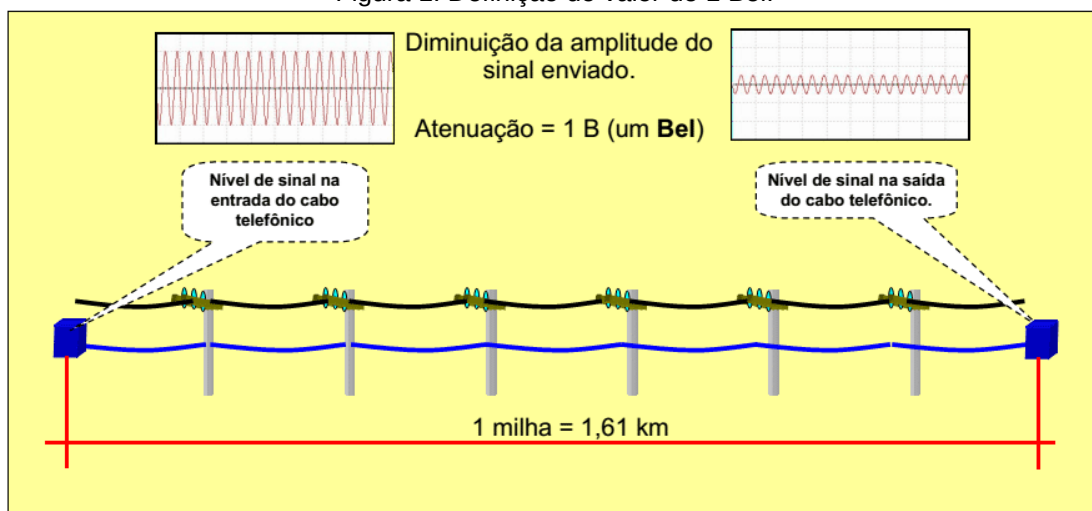
3.2.1 Escala de medição (O Decibel)

Durante alguns estudos sobre o som, Alexander Graham Bell (1847 – 1922) notou que o ser humano não escuta a variação sonora de forma linear, mas sim em escala logarítmica, por isso ele decidiu utilizar a escala logarítmica para representar esse aumento de pressão sonora e não a linear (CUNHA, 2016). Sendo assim se aumentamos a frequência, o ser humano percebe o nível de pressão sonora de forma diferente do qual realmente acontece.

Graham Bell percebeu que o sinal enviado aos fios esticados entre as cidades sofria uma redução na amplitude do sinal, pois quanto mais longe da fonte maior é o raio de propagação do som, diminuindo a frequência à medida que se afasta da fonte. Se esse problema não fosse solucionado por meio de amplificadores o sinal não chegaria muito compreensível ao seu destinatário. Assim, ele denominou a unidade TU (*Transmition Unit*) para essa redução da amplitude. Quando ele faleceu, os engenheiros decidiram fazer uma homenagem a ele e colocaram o nome de Bel (B) na unidade de medida dessa redução de sinal. (CUNHA, 2016).

A Bell Labs (empresa de desenvolvimento e pesquisa criada por Graham Bell) definiu que 1 Bel equivale a atenuação em um sinal de áudio em uma milha de cabo de telefone, devido a pesquisa ocorrer na atenuação da redução da frequência sonora nos cabos de telefone, que é 1,6 km. Este número é muito grande, então decidiram dividi-lo por 10, surgindo o decibel (dB). A Figura 1 ilustra o valor Bell e a redução na amplitude do sinal enviado e o sinal recebido. (CUNHA, 2016).

Figura 1: Definição do valor de 1 Bel.



Fonte: Cunha (2016)

3.2.2 Escalas de Ponderação

Antes de falar das curvas de ponderação (A, B, C, D) é necessário saber que há uma curva linear. Essa curva não possui ponderação e tem por objetivo a caracterização de uma fonte, ela é mais objetiva do que as outras curvas.

Os medidores de ruído possuem filtros, denominados Curvas de Ponderação ou de Compensação. Cada uma possui uma sensibilidade aos diferentes valores de frequência. As curvas abordadas no trabalho são a A e a C.

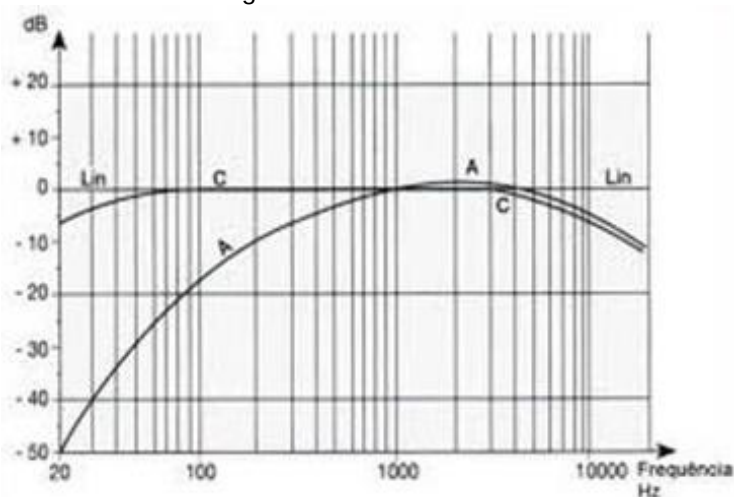
A curva de ponderação A, denominada dB (A) é a mais utilizada devido ao fato de ser obtido um nível de ruído próximo ao do ouvido humano, ou seja, numa escala logarítmica, serve para obter o nível de ruídos contínuos ou intermitentes. É a escala que limita a quantidade de exposição a altos níveis de pressão sonora e de horas para cada aumento de dB (A). (SOBRAL, 2013).

A curva C, escrita em dB (C) é empregada em situações na qual desejamos avaliar o ruído de impacto. É a escala que se aproxima de uma curva linear (sem

ponderação). É uma escala em que tem uma sensibilidade maior para altos níveis de barulho. Essa escala deve filtrar os ruídos que não são necessárias na análise.

A Figura 2 ilustra as curvas: Linear, A e C. A Curva Linear é utilizada no gráfico apenas para servir como base, pois é uma curva sem ponderação. Os valores negativos representam a redução em dB do valor real emitido para cada tipo de Curva. Por exemplo, se for emitido um ruído de 60 Hz, percebemos apenas 10 dB, pois a redução do ruído é de 50 dB. Ao analisar o comportamento da curva A, podemos perceber que a nossa audição não possui uma sensibilidade muito alta para ruídos com baixa frequência. Em 1000 Hz Podemos a nossa audição percebe o ruído na mesma intensidade em que é emitido. Já para a curva C, a percepção do ruído é menor para altas frequências.

Figura 2: Curvas de ruído



Fonte: Sobral (2013)

3.2.3 Equipamentos de medição

Existem dois tipos de equipamentos que medem ruídos: o decibelímetro e o dosímetro. O decibelímetro é um equipamento que fornece dados de nível de ruídos extraídos simultaneamente à ocorrência do som. Já o dosímetro fornece a quantidade de pressão sonora ao qual as pessoas estão sendo submetidas num determinado período de tempo.

Os decibelímetros e dosímetros devem seguir aos padrões exigidos pelo ANSI (American National Standards Institute) e da IEC (International Electrothechnical Commission).

Segundo Moreira (2009) os medidores de precisão, em geral, devem obrigatoriamente conter:

- Microfone;
- Atenuador;
- Circuitos de equalização;
- Circuitos integradores;
- Mostrador (digital ou analógico) graduado em dB;
- Duas curvas de ponderação, as curvas A e C;
- No mínimo, duas constantes de tempo: lenta (slow) ou rápida (fast);
- Faixa de medida de 30 a 140 dB;
- Calibrador.

3.3 TIPOS DE RUÍDOS

Segundo Moreira (2009), o ruído é denominado como qualquer situação no qual o indivíduo sente uma sensação física ou auditiva desagradável devido ao excesso de som ou conjunto de sons sem seus componentes harmônicos definidos. O ruído pode ser classificado em três tipos. São eles:

- Ruído contínuos – são aqueles em que não há uma variação tão significativas de níveis de pressão sonora em relação ao tempo.
- Ruídos flutuantes – são os que variam muito a frequência sonora em relação ao tempo. A curva de nível sonoro não segue um padrão.
- Ruídos impulsivos ou de impacto – é caracterizado por altos picos de intensidade sonora em curtos intervalos de tempo. Ocorre em intervalos aproximadamente sincronizados.

3.3.1 Causas do ruído nos Condicionadores de Ar

O sistema operacional do condicionador de ar possui mecanismos em sua montagem que faz com que ele emita ruídos naturalmente. Porém, quando o barulho emitido está acima do normal, há uma indicação da necessidade de manutenção do aparelho. Algumas possíveis causas podem ser atribuídas para o ruído, como as identificadas pelo *site* Simplifica (2017).

- Instalação: algumas vezes o ar-condicionado não é instalado corretamente e isso pode provocar vibrações no aparelho e consequentemente o barulho excessivo;
- Peças: quando se ouve um som metálico pode ser que haja peças soltas e elas podem causar vibrações;
- Grade: quando removemos a grade repetidas vezes para fazer a limpeza podemos danificá-la, ou sua reinstalação não ser feita corretamente;
- Lubrificação: quando o motor não é lubrificado o suficiente é provocado um ruído persistente;
- Vazamento do refrigerante: esse problema pode acontecer quando ligamos o condicionador de ar e o barulho começa quando o compressor arranca, podendo ser um vazamento do refrigerante para o cárter do compressor.

3.4 LEGISLAÇÃO

Algumas normas técnicas definem as faixas possíveis de utilização dos condicionadores de ar sem que haja dano aos usuários.

3.4.1 NR 15 (Norma Regulamentadora)

A NR 15 define as atividades e a forma operacional da insalubridade. De acordo com a norma, são consideradas atividades insalubres aquelas praticadas acima dos limites de tolerância para ruídos contínuos ou intermitentes.

O limite de tolerância é a intensidade máxima ou mínima, que envolve a natureza e o tempo em que uma pessoa é exposta ao agente, não causando mal à saúde do trabalhador durante o período laboral. A Tabela 2 contém os dados dos limites de tolerância para os ruídos.

Tabela 2: limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente

NÍVEL DE RUÍDO DB (A)	MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

Fonte: Ministério do Trabalho (2015).

3.4.2 Medidas básicas a serem cumpridas em ambientes climatizados

A Portaria nº3523/98 (BRASIL, 1998) considera que é preciso a aprovação de processos para que haja uma redução nos riscos que podem ser causados à saúde humana, devido às pessoas estarem por um longo período de tempo em ambientes climatizados. As medidas a serem cumpridas pelos usuários de sistemas climatizados são:

- a) Manter limpos os componentes do sistema de climatização, tais como: bandejas, serpentinas, umidificadores, ventiladores e dutos, de forma a evitar a difusão ou multiplicação de agentes nocivos à saúde humana e manter a boa qualidade do ar interno.
- b) Utilizar, na limpeza dos componentes do sistema de climatização, produtos biodegradáveis devidamente registrados no Ministério da Saúde para esse fim.
- c) Verificar periodicamente as condições física dos filtros e mantê-los em condições de operação. Promover a sua substituição quando necessária.
- d) Restringir a utilização do compartimento onde está instalada a caixa de mistura do ar de retorno e ar de renovação, ao uso exclusivo do sistema

de climatização. É proibido conter no mesmo compartimento materiais, produtos ou utensílios.

- e) Preservar a captação de ar externo livre de possíveis fontes poluentes externas que apresentem riscos à saúde humana e dotá-la no mínimo de filtro classe G1 (um), conforme as especificações do Anexo II.
- f) Garantir a adequada renovação do ar de interior dos ambientes climatizados, ou seja, no mínimo de 27m³/h/pessoa.
- g) Descartar as sujidades sólidas, retiradas do sistema de climatização após a limpeza, acondicionadas em sacos de material resistente e porosidade adequada, para evitar o espalhamento de partículas inaláveis.

3.4.3 NBR 10152

A NBR 10152 (Norma Brasileira) é a norma que rege o nível de ruído para o conforto acústico. É muito importante que se tenha a quantidade de som permitido em cada ambiente, pois o conforto acústico do ambiente deve estar em um nível no qual não cause desconforto à audição humana. Isso ajuda no convívio social, pois quanto mais alto é o nível de ruído no ambiente, maior o desconforto para as pessoas. (ABNT,1978).

A Figura 3 indica os valores dos níveis permissíveis para diversos tipos de ambientes. O primeiro valor indica um nível para o conforto acústico, já o segundo indica o nível máximo tolerável. No ambiente escolar, mostrado abaixo, os valores apenas para o conforto acústico nas salas de aula são de 40 a 50 dB(A). Esses valores não são referentes às quantidades prejudiciais a audição humana.

Figura 3: Valores em dB(A)

Locais	dB(A)
Hospitais	
Apartamentos, Enfermarias, Berçários, Centros cirúrgicos	35 - 45
Laboratórios, Áreas para uso do público	40 - 50
Serviços	45 - 55
Escolas	
Bibliotecas, Salas de música, Salas de desenho	35 - 45
Salas de aula, Laboratórios	40 - 50
Circulação	45 - 55
Hotéis	
Apartamentos	35 - 45
Restaurantes, Salas de Estar	40 - 50
Portaria, Recepção, Circulação	45 - 55
Residências	
Dormitórios	35 - 45
Salas de estar	40 - 50
Auditórios	
Salas de concertos, Teatros	30 - 40
Salas de conferências, Cinemas, Salas de uso múltiplo	35 - 45
Restaurantes	40 - 50
Escritórios	
Salas de reunião	30 - 40
Salas de gerência, Salas de projetos e de administração	35 - 45
Salas de computadores	45 - 65
Salas de mecanografia	50 - 60
Igrejas e Templos (Cultos meditativos)	40 - 50
Locais para esporte	
Pavilhões fechados para espetáculos e atividades esportivas	45 - 60

Fonte: ABNT (1978).

3.5 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A manutenção em geral, tem por objetivo prevenir, reparar, conservar ou manter as condições de uso dos equipamentos.

A manutenção preventiva tem o intuito de prevenir a ocorrência de problemas, evitando que as peças importantes apresentem defeitos e causem transtornos.

A manutenção preventiva também tem por objetivo aumentar a vida útil do aparelho e isso implica que poderá haver um gasto menor de energia se houver esses cuidados. Isso também se justifica devido aos componentes mais caros do ar-condicionado sofrerem um maior desgaste.

A limpeza do filtro, onde fica retida a poeira e as impurezas do ar, deve ser feita regularmente. O tempo entre limpezas, indicado pelos manuais dos fabricantes, normalmente é de dois meses (LG, 2018). Isso só poderá ser feito de forma segura e sem danos aos equipamentos se os responsáveis pela manutenção forem instruídos corretamente e obedecerem às instruções indicadas pelo fabricante.

Caso não haja o uso do aparelho por um período muito longo de tempo, deve-se deixá-lo no modo de ventilação por 2 a 3 horas antes de utilizar o condicionador de ar. Isto permitirá a secagem de peças interiores. Outras recomendações são: arejar o local de tempos em tempos quando o aparelho estiver desligado; não deixar o aparelho funcionando no máximo por um tempo longo, pois gasta mais energia; manter as janelas e cortinas fechadas durante o tempo de funcionamento do condicionador de ar.

É importante salientar que isto não é o suficiente, a assistência técnica da Universidade tem que fazer uma limpeza e manutenção mais extensiva para assegurar que os outros componentes dos aparelhos estejam funcionando corretamente.

Para que a universidade não desperdice recursos com a manutenção é necessário orientar às pessoas para não ligarem os aparelhos manualmente. Quando as pessoas ficarem cientes da importância de evitar ligar o aparelho elas mesmas, poderá reduzir os riscos de elas danificarem os condicionadores de ar.

3.5.1 Consequências da falta de manutenção

É muito importante fazer a manutenção e limpeza de um ar-condicionado para evitar transtornos no futuro. Segundo o *site* Service Rh (2016):

Quando o aparelho passa muito tempo sem nenhum tipo de manutenção preventiva a sujeira tende a se acumular e entupir alguns tubos da sua máquina. Isso produz vazamento de água e diminuição da capacidade de refrigeração, além de como já dito fazer mal a saúde dos que estão no ambiente, pois a poeira será jogada de volta no ar. Outros problemas de aparelhos sem manutenção é o enferrujamento e corrosão das peças (...). Vale lembrar que um ar condicionado sujo acaba forçando mais seu compressor para esfriar o ambiente e conseqüentemente apresenta um maior consumo de energia.

Com os devidos cuidados evita-se que os aparelhos parem de funcionar inesperadamente, evitando-se assim, uma dor de cabeça com reparos que poderiam ter sido evitados.

A falta de limpeza dos condicionadores de ar pode fazer com que as pessoas respirem ar contaminado por fungos, vírus, ácaros e bactérias, podendo causar rinite ou irritação nas mucosas.

Quando o condicionador de ar não funciona corretamente pode causar danos físicos ou materiais, pois a condição precária do aparelho pode causar incêndios.

Além das questões de saúde envolvendo problemas respiratórios, a falta de manutenção dos condicionares de ar pode levar à problemas devido ao excesso de ruído produzido. Atualmente vivemos em um mundo onde a poluição sonora se torna cada vez maior e mais frequente, por isso se faz necessário garantir o conforto acústico para cada tipo de ambiente e com as salas de aula não é diferente.

Segundo o *site* Isover (2016), a poluição sonora nas salas de aula pode provocar muitos problemas aos alunos e professores, como por exemplo, estresse, dores de cabeça, cansaço e desgaste físico e mental.

Em um ambiente escolar com o nível sonoro dentro do normal, isto é, a um nível de 50 dB, os professores conseguem falar e serem ouvidos perfeitamente, porém se o nível de pressão sonora ultrapassa os valores indicados poderá ocorrer problemas para os professores. Um deles é problema nas cordas vocais devido ao esforço de ter que falar constantemente com uma voz acima do normal. Outros problemas ocasionados são: os alunos poderão ter dificuldades em ouvir o professor falar e se concentrarem durante a aula; poderá haver perda de memória, devido à má compreensão dos alunos ao que o professor estiver falando; poderá causar irritação em qualquer um dos presentes em sala e dificuldade de aprendizagem por parte dos alunos. (ISOVER, 2016)

4 MATERIAIS E MÉTODOS

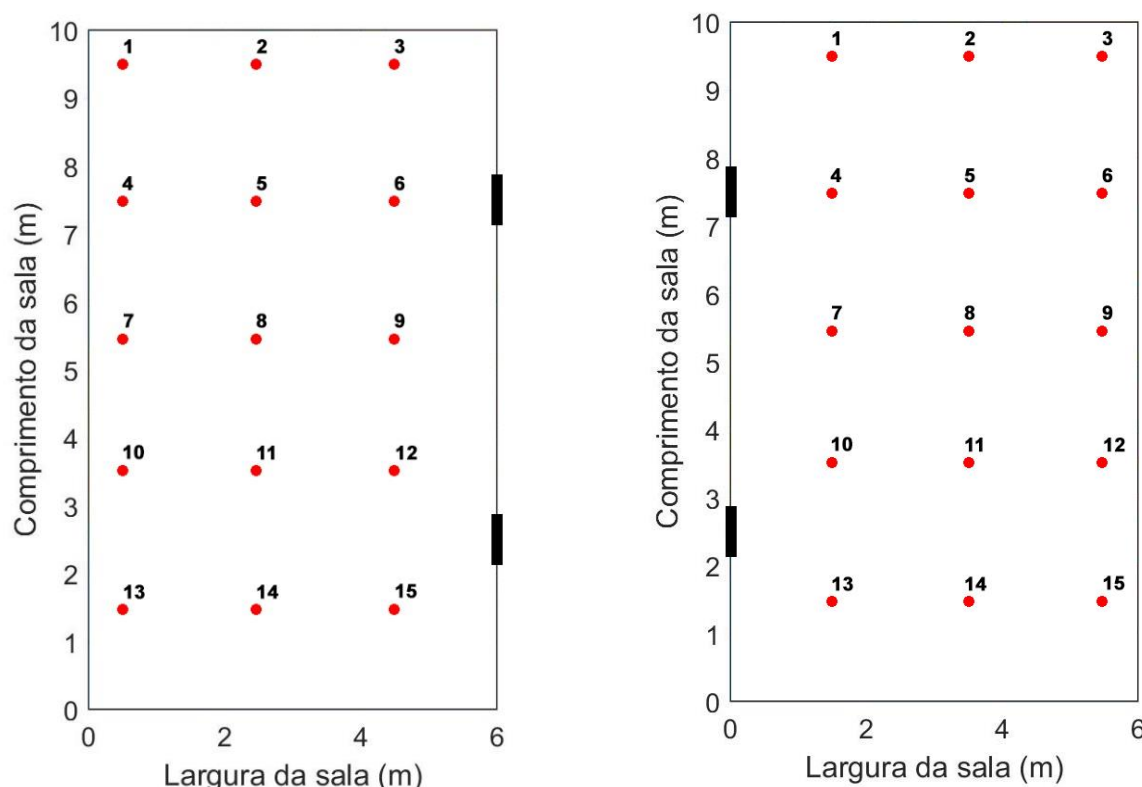
Para a verificação do nível de ruído dos condicionadores de ar do Bloco 1 de Salas de Aulas foram feitas duas análises. Uma qualitativa, para verificar visualmente o estado dos condicionadores de ar, e outra quantitativa, a partir da medição do ruído emitido, utilizando-se um decibelímetro. Foram analisadas as salas de aula 3, 5, 6, 7, 8, 9 e 10, da UFERSA, Caraúbas.

Na análise qualitativa foi verificado o estado físico de cada aparelho e se o mesmo apresentava alguma característica particular com relação ao som emitido, como por exemplo, se o ruído provocado era contínuo ou intermitente.

Já para a análise quantitativa, cada sala foi dividida em 15 pontos. Os pontos escolhidos para a análise foram posicionados em uma malha 2x2 m e eram separados entre si por 2 m. A distância entre os aparelhos e os pontos de medição era de 1,5 m.

As medições foram feitas da seguinte forma: mediu-se os quinze pontos escolhidos na sala e, após a obtenção dos quinze valores, repetiu-se esse processo mais quatro vezes, totalizando cinco medições para cada ponto. A Figura 4 ilustra como foram distribuídos os 15 pontos de medição nas salas pares e ímpares. Para cada uma dessas salas seguiu-se um padrão. As medições começavam na entrada das salas. As medições foram realizadas com os condicionadores de ar ligados, havendo apenas exceção nos casos em que eles estavam quebrados. Na entrada da sala (1), os aparelhos estão representados no primeiro retângulo e os posteriores (2), estão representados no segundo.

Figura 4: Posição dos nós nas salas pares e ímpares.

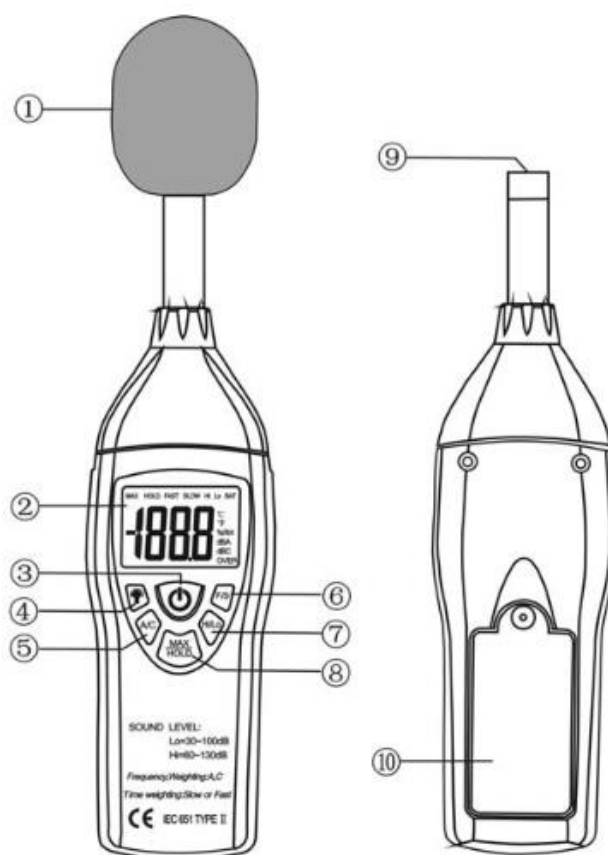


À esquerda, representação das salas pares, e à direita, representação das salas ímpares. Os dois retângulos em cada sala representam a posição de instalação dos condicionadores de ar. Fonte: Autoria Própria (2018)

Os condicionadores de ar da frente das salas estão a uma altura de 2,5 m do chão e os posteriores a uma altura de 2,2 m. Cada sala possui dois condicionadores de ar. As coletas de dados foram realizadas no fim da tarde, de tal maneira que as salas estavam vazias para que o ruído no ambiente externo fosse minimizado, devido ao menor fluxo de pessoas no *campus*.

Para a coleta de dados foi utilizada o decibelímetro DL 4020. A Figura 5 mostra o modelo de medidor de ruído utilizado nas medições. O medidor possui: escala *Low* (baixa), que é utilizada para valores entre 30 a 100 dB, já o *Hi*, abreviatura de *high* (alto), é utilizado para valores entre 60 a 130 dB. Também contém tempo de resposta *Fast* (Rápido) e *Slow* (lento). Para as medições foram adotadas duas curvas de ponderação: a C e A. Todas as salas mencionadas foram medidas na escala dB(C), enquanto que apenas as salas 8 e 9 foram analisadas utilizando a escala dB(A). O tempo de resposta escolhido foi *Slow*. A escala utilizada foi a *Low*.

Figura 5: Icel DL – 4020



Fonte: Icel Manaus (2013)

O site do fabricante do medidor de ruído dispõe os tempos de respostas para cada opção de intervalos de tempo (Tabela 3), além da exatidão das medidas.

Tabela 3: Especificações do tempo de resposta

Modo	Tempo de resposta	Exatidão IEC 651 tipo 2
Fast	125 ms	+ 1 db / -2db
Slow	1 s	± 2

Fonte: Icel Manaus (p. 03)

Com os resultados das medições foram construídas tabelas com o programa Matlab. Com os quinze pontos e as cinco repetições obteve-se uma média de cada ponto e depois uma média do nível de ruído da sala inteira para as escalas dB (C) e dB (A), além do desvio padrão.

Com essas informações foi possível traçar um mapa de ruído, que funciona com diferentes escalas de cores para cada nível de pressão sonora. O mapa contém os valores que representam o nível de ruído em uma determinada área da sala.

Para calcular a média foi utilizada a Equação 1:

$$\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1)$$

Para calcular o Desvio Padrão foi utilizada a Equação 2:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2)$$

Onde:

x_i : valor na posição i no conjunto de dados

$\bar{x}$: Média aritmética dos dados

n : quantidade de dados

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

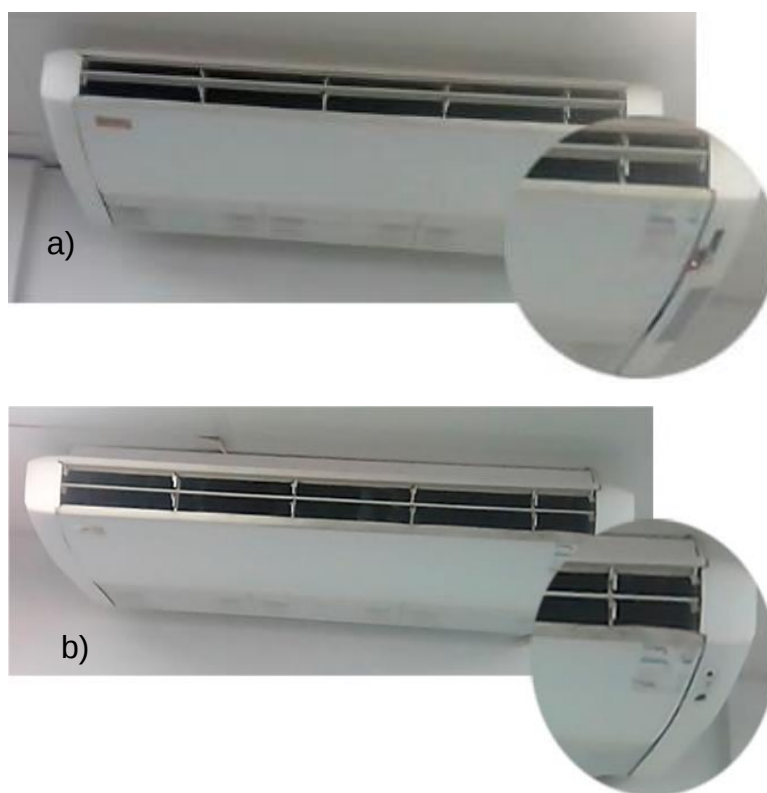
5.1 ANÁLISE QUALITATIVA

Em cada uma das salas foi observado o estado do aparelho de ar condicionado, se ele estava funcionando ou não, se ele aparentava precisar de manutenção, e se o ruído emitido tinha alguma característica particular.

5.1.1 Sala 3

Na sala 3, o condicionador de ar apresentava um ruído contínuo, que aumentava e diminuía de intensidade de forma ritmada. A Figura 6a mostra o condicionador 1. Pôde-se notar que a parte do painel está um pouco deteriorado. A Figura 6b mostra o aparelho com defeito. Como os filtros de ar ainda estavam abertos, provavelmente o aparelho parou de funcionar ainda em operação.

Figura 6: Condicionadores de ar da sala 3



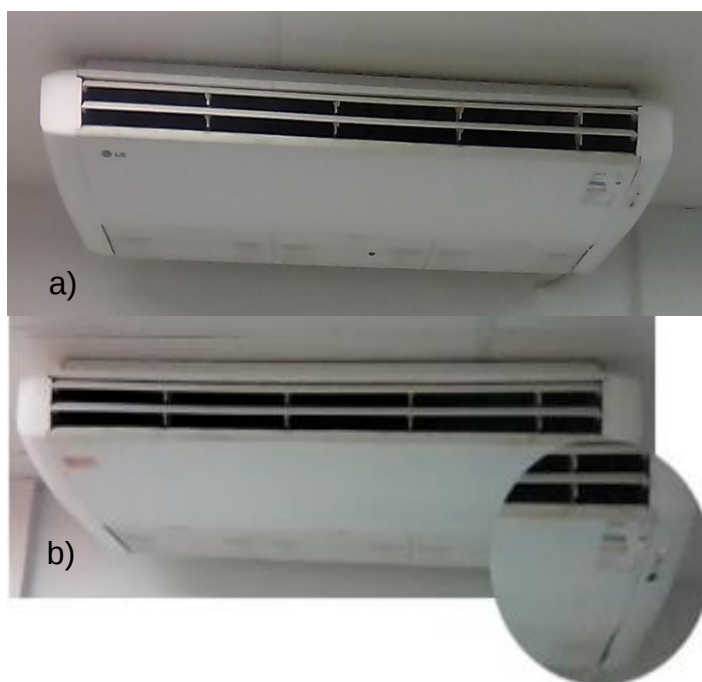
a) Condicionador de ar 1 e b) Condicionador de ar 2. Fonte: Autoria própria (2018).

5.1.2 Sala 5

A Figura 7 mostra os condicionadores da sala 5. O condicionador de ar 1, apontado na Figura 7a, não aparenta estar em más condições.

A Figura 7b mostra o condicionador de ar 2. Aparentemente este aparelho encontra-se mais deteriorado do que o outro. Alguns botões das funções estavam faltando. Desta forma nota-se que ele é ligado manualmente.

Figura 7: Condicionadores de ar da sala 5



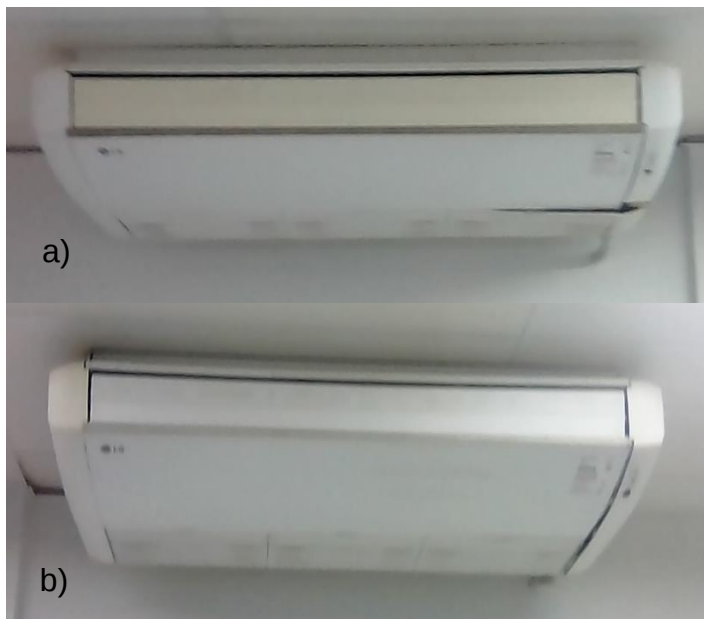
a) Condicionador de ar 1 e b) Condicionador de ar 2. Fonte: Autoria própria (2018)

5.1.3 Sala 6

A Figura 8 apresenta as condições de funcionamento dos condicionadores de ar da sala 6. O ar condicionado 1 (Figural 8a), encontrava-se em um estado visualmente bastante deteriorado e com uma grande fenda, porém encontra-se em funcionamento. Também apresentava ruídos oscilatórios bastante altos, isso torna mais fácil a desconcentração de uma pessoa nesse tipo de ambiente.

O condicionador 2 (Figura 8b) possui uma fenda no painel, mas continua funcionando. Por isso há uma necessidade de averiguar se os aparelhos ainda devem continuar funcionando ou se devem ser substituídos por outros, devido ao risco de falhas.

Figura 8: Condicionadores de ar da sala 6



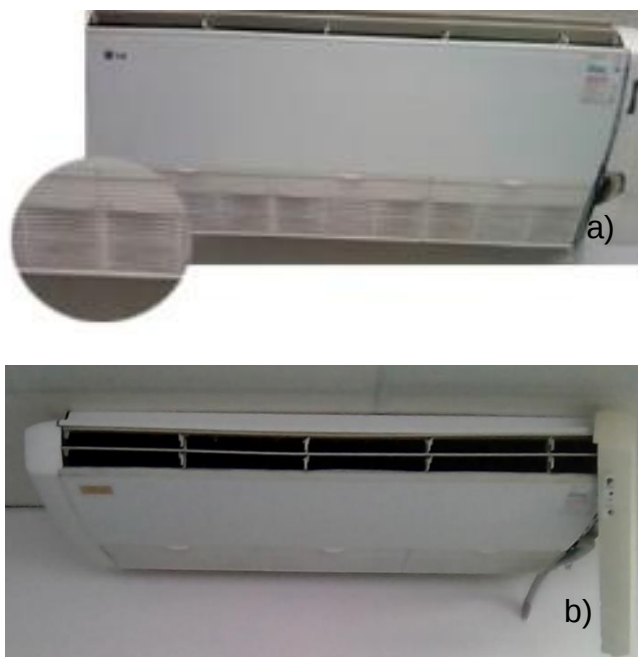
a) Condicionador de ar 1 e b) Condicionador de ar 2. Fonte: Autoria própria (2018)

5.1.4 Sala 7

Os condicionadores de ar da sala 7 são mostrados na Figura 9. O aparelho 1 (Figura 9a) estava visivelmente muito deteriorado. As partes internas do aparelho estavam expostas e esse problema deve ser resolvido rápido, pois este aparelho ainda está em funcionamento. Percebe-se também que há acúmulo de poeira.

O condicionador de ar atrás na sala 7 (Figura 9b) não estava funcionando e pelo estado em que se encontra, o aparelho provavelmente não terá mais conserto. Este foi o aparelho que mais estava degradado.

Figura 9: Condicionadores de ar da sala 7



a) Condicionador de ar 1 e b) Condicionador de ar 2. Fonte: Autoria própria (2018)

5.1.5 Sala 8

A Figura 10 mostra as características dos condicionadores de ar da sala 8. Pela Figura 10a percebe-se que o aparelho está se desprendendo do teto.

A Figura 10b mostra o condicionador de ar detrás na sala 8. Visualmente, aparenta estar em melhor condição de conservação do que a maioria apresentada, porém a detecção de alto nível de ruído pode indicar que há necessidade de manutenção.

Verificou-se na também, na Figura 10c, um acúmulo de mofo nas paredes e um cheiro muito forte, devido à falta de ventilação da sala.

Figura 10: Condicionadores de ar da sala 8.



a) Condicionador de ar da frente, b) Condicionador de ar atrás c) detalhe da parede mofada. Fonte: Autoria própria (2018)

5.1.6 Sala 9

A Figura 11 mostra os condicionadores de ar da sala 9. O condicionador dianteiro, mostrado na Figura 11a, apresentava um barulho intermitente. É possível observar que há um fio solto proveniente de um dos botões do painel do aparelho. Ou seja, também apresenta a necessidade de manutenção corretiva. Embora o condicionador de ar da parte traseira, mostrado na Figura 11b, aparentasse ser melhor conservado do que os outros, o aparelho não estava funcionando.

Figura 11: Condicionadores de ar da sala 9.





a) Condicionador de ar 1 e b) Condicionador de ar 2. Fonte: Autoria própria (2018)

5.1.7 Sala 10

A Figura 12 mostra os condicionadores de ar da sala 10. No condicionador da frente, mostrado na Figura 12a, é possível ver que há um desprendimento da peça que liga o condicionador e a mangueira do dreno. Já no aparelho da parte traseira da sala 10, Figura 12b, é possível notar problemas nos botões de comando, além de haver um desprendimento no mesmo local do outro condicionador de ar da sala 10. Também é possível notar que o aparelho está com folga na parte superior do teto.

Figura 12: condicionadores de ar da sala 10



a) Ar condicionado frontal e b) ar condicionado traseiro. Fonte: Autoria própria (2018)

5.2 ANÁLISE QUANTITATIVA

As Tabelas a seguir estão em dB(C), e descrevem as características dos níveis de ruído para cada ponto escolhido, mostrado na Figura 4.

5.2.1 Sala 3

De acordo com a Tabela 4, a sala 3 foi uma das que apresentaram os maiores níveis de ruído. Isso indica um estado avançado de deterioração do aparelho 1, já que o segundo condicionador de ar estava quebrado. O Desvio Padrão indica que o maior valor obtido foi de 1,51 dB(C), portanto, não houveram muitas oscilações nos níveis sonoros.

Tabela 4 – dados coletados da sala 3 dB (C).

Sala 3		Medições					Desvio Pa- drão
Ponto	1	2	3	4	5	Média	
1	66,60	66,10	66,20	67,30	66,80	66,60	0,48
2	67,00	66,80	66,70	66,10	64,90	66,30	0,85
3	66,50	66,20	67,50	65,50	66,40	66,42	0,72
4	66,60	67,80	68,40	68,30	69,20	68,06	0,96
5	65,50	66,30	66,20	64,30	66,00	65,66	0,82
6	66,50	64,80	64,50	64,40	65,30	65,10	0,86
7	66,10	66,00	65,50	64,50	67,40	65,90	1,05
8	65,80	64,60	64,10	64,70	64,80	64,80	0,62
9	66,00	66,60	65,30	65,40	63,90	65,44	1,01
10	64,50	64,80	64,50	64,10	65,60	64,70	0,56
11	63,10	63,40	62,90	63,00	62,60	63,00	0,29
12	66,60	65,40	65,10	63,90	64,40	65,08	1,03
13	65,00	64,50	63,30	64,00	64,70	64,30	0,67
14	63,60	62,60	62,30	62,30	65,10	63,18	1,20
15	67,80	66,90	63,80	66,50	66,80	66,36	1,51
Média da sala =						65,39	

Fonte: Autoria própria (2018)

Com o auxílio do mapa de ruído, mostrado na Figura 13, pode-se perceber que o maior nível de ruído apresentado na sala 3 foi na frente do condicionador de ar 1. Isso torna essa parte a mais crítica, podendo perturbar bastante quem está nessa área.

Na parte de trás da sala obteve-se os menores valores. Isso aconteceu também devido ao fato do condicionador de ar detrás estar quebrado. Esta sala apresentou um som cíclico e, embora estivesse ligado apenas um aparelho pôde-se perceber que

os valores coletados estavam mais ou menos na faixa dos valores obtidos para as salas com dois condicionadores de ar.

5.2.2 Sala 5

A Tabela 5 registrou altos valores para o ponto 13, sendo assim este é o local mais vulnerável da sala. Obteve-se valores baixos para o Desvio Padrão, por isso, podemos dizer que o nível de pressão sonora estava regular para as cinco repetições.

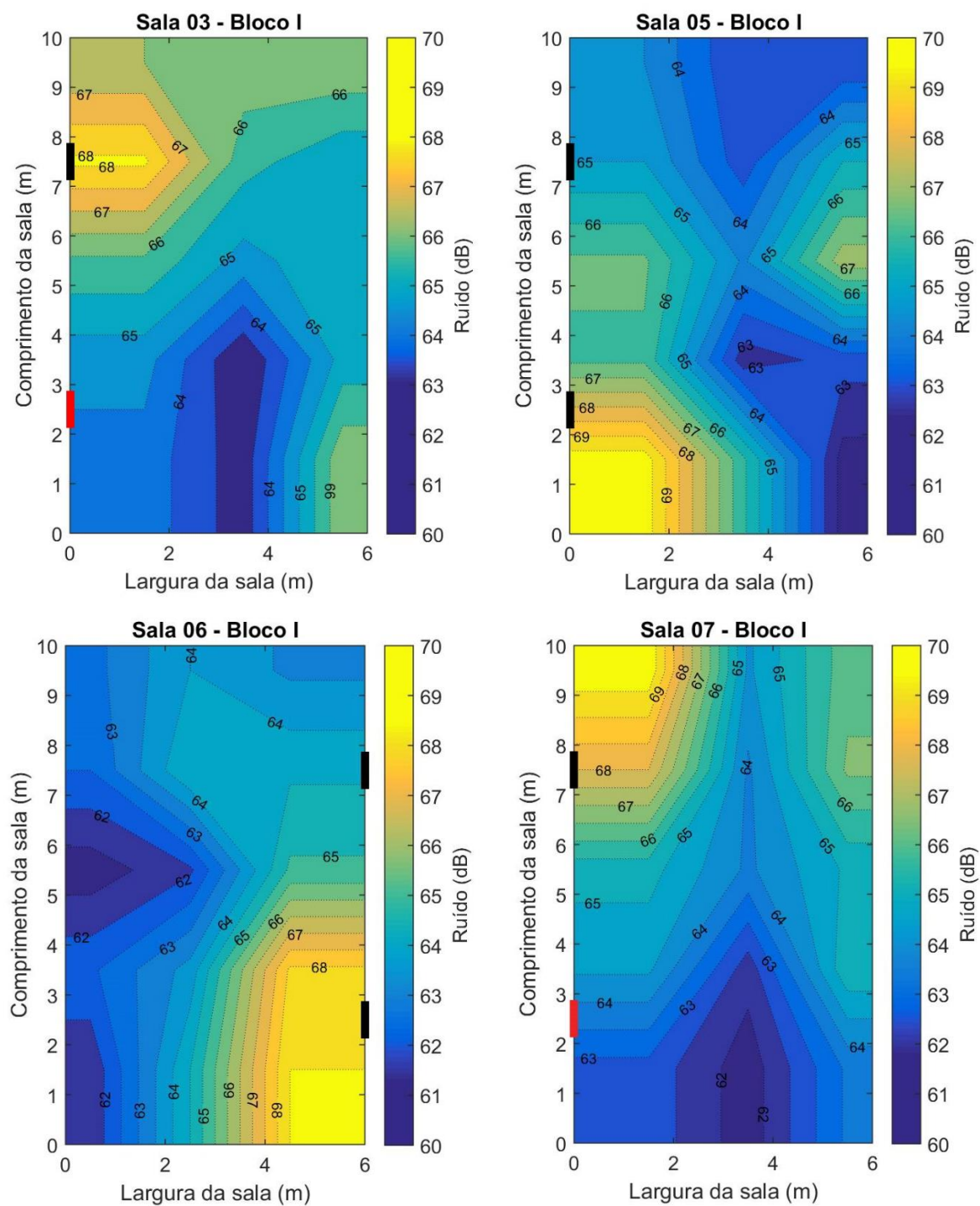
Tabela 5 – Dados coletados da sala 5 dB (C).

Sala 5		Medições					
Ponto	1	2	3	4	5	Média	Desvio padrão
1	64,20	64,80	64,20	64,40	65,10	64,54	0,40
2	64,70	62,00	62,70	62,00	63,60	63,00	1,16
3	63,60	62,60	62,50	63,50	62,60	62,96	0,54
4	66,20	64,60	64,70	65,00	64,50	65,00	0,70
5	64,00	62,60	62,40	64,90	62,30	63,24	1,15
6	65,20	65,30	66,20	65,10	65,60	65,48	0,44
7	67,70	67,10	65,90	66,70	65,80	66,64	0,80
8	64,60	64,70	64,10	65,30	63,30	64,40	0,75
9	67,30	66,90	65,50	66,90	70,10	67,34	1,69
10	66,80	66,50	65,40	66,70	66,70	66,42	0,58
11	62,70	63,50	62,30	62,50	62,30	62,66	0,50
12	64,50	63,60	61,90	63,50	62,70	63,24	0,98
13	70,10	70,70	69,70	69,60	68,80	69,78	0,70
14	65,20	65,30	65,90	66,10	68,10	66,12	1,17
15	63,20	63,30	61,50	62,40	61,30	62,34	0,93
Média da sala						64,88	

Fonte: Autoria própria (2018)

A sala 5, como mostra a Figura 13, registrou a maior quantidade de nível de pressão sonora perto do condicionador de ar detrás da sala, próximo à entrada. Isso significa que as pessoas poderão ter maiores dificuldades de se concentrar neste local, pois o nível de Pressão sonora foi de 69 dB(C). Já o menor nível de ruído registrado foi de 63 dB(C), localizado na outra extremidade da parede também na parte da frente da sala, portando as pessoas estarão menos suscetíveis à problemas causados pelo excesso de ruído, porém, dependendo da quantidade em dB(A) registrado poderá ser encontrado valores acima do normal.

Figura 13: Mapa de Ruído das sala 3, 5, 6 e 7 em dB(C)



O retângulo vermelho no mapa da sala 3 indica que o ar condicionado estava quebrado.
 Fonte: Autoria Própria (2018).

5.2.3 Sala 6

A sala 6, como mostra a Tabela 6, obteve um dos valores mais baixos para a Curva (C). Porém, pode ser que os valores obtidos na curva (A) ainda passem do valor máximo. Pelos dados observados no Desvio Padrão, os valores obtidos nas cinco repetições foram semelhantes. Isso mostra a uniformidade do nível de pressão sonora.

Tabela 6 – Dados coletados da sala 6 dB (C).

Sala 6		Medições					Desvio padrão
Ponto	1	2	3	4	5	Média	
1	63,10	62,10	63,40	62,10	63,30	62,80	0,64
2	63,20	64,20	64,00	64,20	64,00	63,92	0,41
3	63,90	63,60	63,00	63,00	64,10	63,52	0,51
4	63,00	61,70	62,70	61,70	63,30	62,48	0,74
5	62,80	66,20	64,20	63,30	66,10	64,52	1,57
6	64,50	64,60	64,40	64,00	64,40	64,38	0,23
7	61,50	61,60	61,30	60,40	61,10	61,18	0,48
8	62,00	61,50	61,40	62,50	62,10	61,90	0,45
9	64,60	65,80	64,70	64,90	65,60	65,12	0,54
10	63,10	61,60	61,90	62,60	62,70	62,38	0,61
11	64,90	63,20	63,60	63,80	63,00	63,70	0,74
12	68,60	67,20	68,60	69,30	66,70	68,08	1,08
13	62,10	62,00	61,20	62,10	60,70	61,62	0,64
14	64,30	64,30	65,00	64,40	64,70	64,54	0,30
15	69,60	67,60	68,80	68,80	67,90	68,54	0,80
Média da sala =						63,91	

Fonte: Autoria própria (2018)

Na sala 6, como mostra a Figura 13, obteve os maiores níveis de ruído próximo ao Condicionador de ar 2 (localizado na última fileira de cadeiras) . De todas as salas mencionadas anteriormente, a sala 6 é a que apresentou os níveis mais baixos comparando com os registrados das outras salas.

5.2.4 Sala 7

A Tabela 7 exibe valores altos para o ponto 1. Está localizado na entrada da sala e é a maior zona que pode oferecer transtornos às pessoas.

Na sala 7 foram obtidos valores com apenas o condicionador de ar 1 ligado, pois o aparelho 2 não estava funcionando. Pelo mapa de ruído, nota-se que a intensidade sonora na região de maior nível de ruído é mais amena do que as que possuem os dois condicionadores de ar funcionando. Para esta sala o desvio padrão foi um pouco maior, porém está dentro do razoável.

Tabela 7 – Dados coletados da sala 7 dB (C).

Sala 7		Medições					Desvio padrão
Ponto	1	2	3	4	5	Média	
1	69,30	68,80	71,10	69,90	70,50	69,92	0,92
2	64,70	64,80	64,70	63,30	64,90	64,48	0,66
3	66,80	66,60	67,30	68,30	62,70	66,34	2,14
4	68,50	69,00	70,20	64,10	68,30	68,02	2,31
5	64,70	63,30	65,30	63,80	62,20	63,86	1,21
6	64,30	64,40	69,60	67,30	67,40	66,60	2,25
7	65,10	67,00	63,00	64,90	65,80	65,16	1,46
8	63,90	64,20	62,70	63,50	65,00	63,86	0,85
9	66,10	67,10	62,30	62,00	68,00	65,10	2,78
10	63,40	64,90	64,20	64,80	65,90	64,64	0,92
11	61,80	63,70	60,90	60,30	64,00	62,14	1,65
12	63,10	65,20	64,80	66,20	67,50	65,36	1,64
13	60,20	63,40	62,80	63,20	64,50	62,82	1,59
14	62,60	60,90	61,30	60,60	62,90	61,66	1,03
15	64,10	62,30	63,90	63,80	64,10	63,64	0,76
Média da sala =						64,91	

Fonte: Autoria própria (2018)

5.2.5 Sala 8

Segundo a NBR 10152 (ABNT, 1987), o nível de ruídos permissíveis para o conforto acústico nas salas de aula é entre 40-50 dB. Segundo o site da LG, o nível mínimo do aparelho é 43 dB(A) e o máximo é de 51 dB(A). A Tabela 8, na sala 8, indica que o valor da média da análise do nível de ruído obtido em dB(C) mostra que os maiores níveis de ruído obtidos foram nos últimos pontos, tornando esses pontos os mais críticos da sala. A tabela 9 mostra que a média para o nível de ruído foi de

59,09 dB(A). Porém, em todos os pontos, os valores obtidos estavam acima da média permissível pelas Normas. O Desvio padrão obtido não apresentou grandes mudanças para os níveis de pressão sonora tanto para a curva dB(A), quanto para a dB(C).

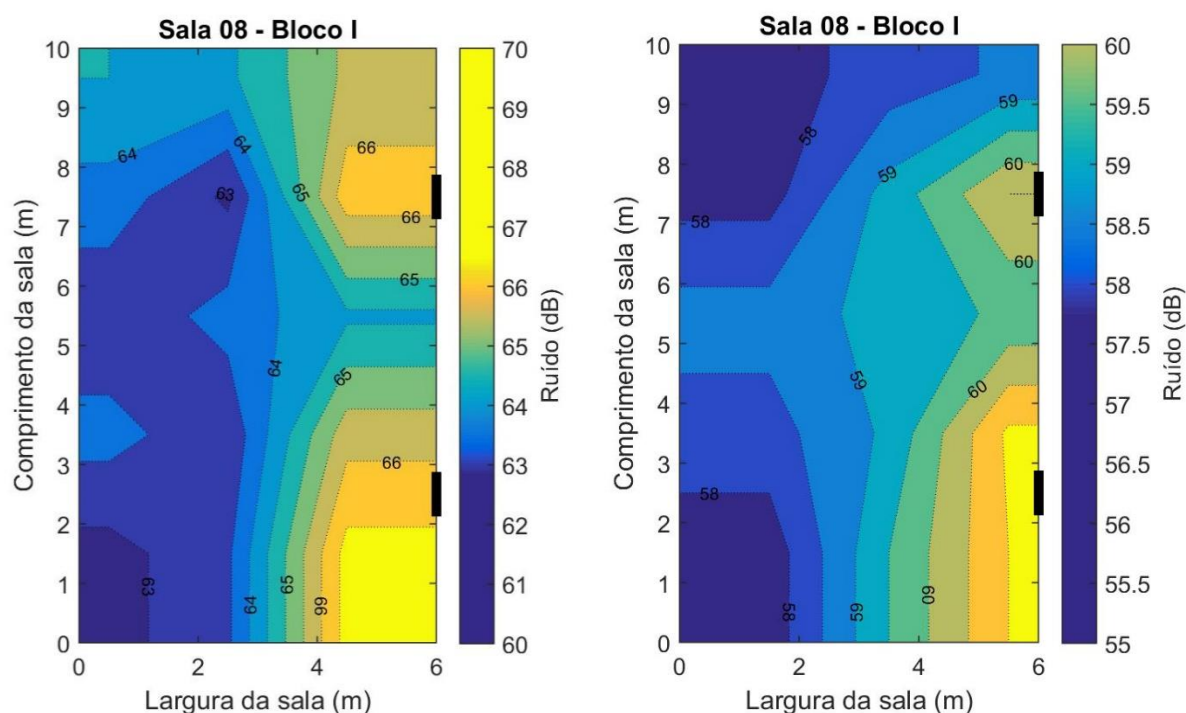
Tabela 8 – Dados coletados da sala 8 em dB(C).

Sala 8		Medições					
Ponto	1	2	3	4	5	Média	Desvio padrão
1	64,10	65,20	65,10	64,30	63,60	64,46	0,68
2	64,70	64,60	64,40	64,00	64,20	64,38	0,29
3	65,60	65,90	66,00	65,50	65,00	65,60	0,39
4	64,70	65,00	63,10	62,60	63,60	63,80	1,03
5	63,00	63,50	63,30	62,40	62,50	62,94	0,48
6	67,10	66,00	66,50	66,20	65,70	66,30	0,53
7	64,10	63,90	62,10	62,70	62,90	63,14	0,84
8	63,40	63,90	64,00	63,80	63,60	63,74	0,24
9	64,90	65,00	64,30	63,90	64,00	64,42	0,51
10	64,40	65,00	63,20	63,60	62,10	63,66	1,12
11	63,50	63,70	63,50	62,70	62,00	63,08	0,71
12	66,50	66,50	66,30	65,80	64,10	65,84	1,01
13	62,70	63,60	63,20	63,10	61,30	62,78	0,89
14	63,70	63,50	63,30	62,80	63,60	63,38	0,35
15	67,20	66,80	67,00	66,00	66,50	66,70	0,47
Média da sala =						64,28	

Fonte: Autoria própria (2018)

A sala 8, como mostra a Figura 14, apresentou níveis altos de ruído próximos ao condicionador de ar 2, localizados nos últimos pontos. Os maiores níveis de ruídos na sala foram nos pontos 6 e 15, que estão próximos aos condicionadores de ar, portanto essas são áreas que mais pode afetar as pessoas

Figura 14: Mapas de ruído da sala 8 em dB(C) e dB(A)



À esquerda mapa de ruído em dB(C) e à direita em dB(A). Fonte: Autoria própria (2018)

Tabela 9 – Dados coletados da sala 8 em dB(A).

Sala 8		Medições					Desvio padrão
Ponto	1	2	3	4	5	Média	
1	57,80	58,40	58,00	56,80	58,20	57,84	0,62
2	58,10	58,30	58,50	58,20	57,90	58,20	0,22
3	58,50	58,20	59,80	58,50	57,80	58,56	0,75
4	58,50	57,80	57,80	57,00	57,70	57,76	0,53
5	59,20	61,50	59,70	58,60	59,00	59,60	1,13
6	60,00	58,80	61,50	59,80	59,80	59,98	0,97
7	58,20	59,90	59,10	58,50	58,90	58,92	0,65
8	58,40	59,20	59,60	60,00	58,30	59,10	0,74
9	59,70	58,00	59,70	60,00	59,30	59,34	0,79
10	58,00	58,80	58,40	58,90	58,00	58,42	0,43
11	59,50	60,40	59,60	58,10	59,40	59,40	0,83
12	60,80	58,60	63,10	61,60	59,70	60,76	1,73
13	57,40	59,60	57,10	57,30	58,10	57,90	1,02
14	59,60	59,40	58,20	59,80	60,70	59,54	0,90
15	60,60	61,50	62,60	60,00	60,50	61,04	1,03
Média da sala =						59,09	

Fonte: Autoria própria (2018).

5.2.6 Sala 9

A Tabela 10 da sala 9 indica os níveis de ruído para o condicionador dianteiro, informando que o nível de ruído no ponto 4, localizado perto do condicionador de ar, está bastante alto. O Desvio Padrão da sala 9 para a curva dB (C) mostra que os níveis de ruído detectados estavam variando pouco.

Tabela 10 – Dados coletados da sala 9 dB (C).

Sala 9		Medições					Desvio padrão
Ponto	1	2	3	4	5	Média	
1	69,30	65,60	65,90	65,30	68,70	66,96	1,89
2	65,20	65,10	65,30	63,90	65,00	64,90	0,57
3	67,30	66,00	65,20	64,10	65,80	65,68	1,17
4	68,30	69,00	68,40	67,60	67,60	68,18	0,59
5	65,20	65,40	65,00	64,60	64,30	64,90	0,45
6	63,50	64,90	66,10	65,60	66,20	65,26	1,11
7	64,40	63,90	62,80	65,10	64,70	64,18	0,89
8	62,00	63,80	62,30	64,20	64,30	63,32	1,09
9	66,00	65,70	65,00	65,60	66,00	65,66	0,41
10	63,50	64,70	62,30	63,00	63,90	63,48	0,91
11	63,80	63,90	60,80	63,80	60,50	62,56	1,75
12	65,40	64,60	65,60	65,70	65,10	65,28	0,44
13	64,30	62,20	63,00	64,00	63,60	63,42	0,84
14	65,70	60,80	63,80	62,40	63,90	63,32	1,83
15	61,60	63,00	63,90	64,90	64,20	63,52	1,27
Média das salas						64,71	

Fonte: Autoria própria (2018)

A partir do mapa de ruído mostrado na Figura 15, a sala 9 apresentou um nível de pressão sonora muito intensa nas áreas próximas ao condicionador de ar da frente, isso indica que pode estar havendo um esforço excessivo do aparelho. Já o aparelho traseiro não funcionava no dia da medição. Também olhando a Tabela 11, o valor médio do nível de ruído obtido foi 57,044 dB (A). Este valor de média, assim como todos os outros, apresentou-se acima do valor estipulado pela NBR 10152 e do nível máximo do fabricante. O desvio padrão apresentou-se um pouco variante nos pontos 2,8 e 10, ou seja, houve oscilações na pressão sonora nestes locais, porém os outros mantiveram um resultado aceitável.

Figura 15: Mapas de ruído da sala 9 em dB(C) e dB(A)

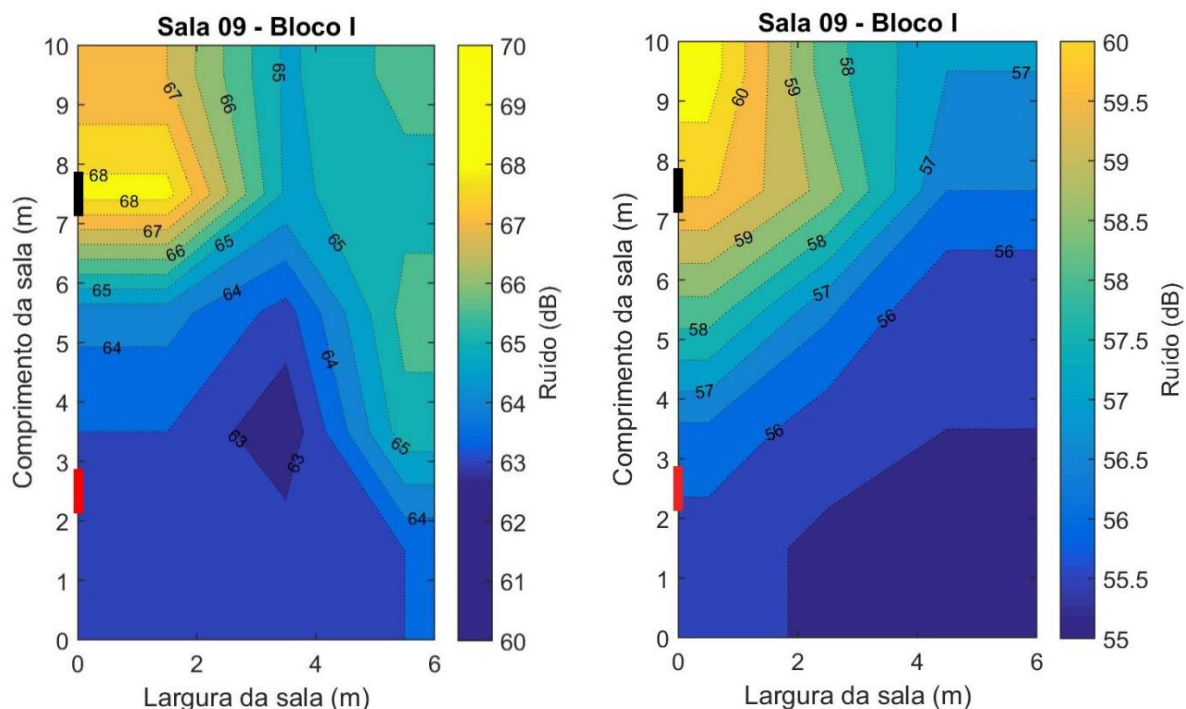


Tabela 11 – Dados coletados da sala 9 em dB(A).

Sala 9		Medições					Desvio pa- drão
Ponto	1	2	3	4	5	Média	
1	61,10	61,60	60,50	60,40	60,40	60,80	0,53
2	59,40	59,40	55,10	58,30	58,70	58,18	1,79
3	56,80	58,30	54,90	57,80	57,10	56,98	1,30
4	60,30	58,00	61,60	59,70	60,80	60,08	1,36
5	57,50	59,30	59,20	59,10	58,80	58,78	0,74
6	58,60	55,50	56,50	57,90	54,10	56,52	1,81
7	57,60	59,10	58,70	58,50	57,70	58,32	0,65
8	54,90	58,80	57,60	57,30	54,30	56,58	1,90
9	56,70	54,80	56,30	55,80	54,10	55,54	1,07
10	58,30	58,00	54,10	58,00	53,70	56,42	2,31
11	57,80	54,00	54,00	56,80	56,10	55,74	1,70
12	56,50	56,30	55,80	53,20	55,80	55,52	1,33
13	56,20	55,90	55,10	55,70	55,50	55,68	0,41
14	56,60	53,40	55,80	55,60	55,80	55,44	1,20
15	55,90	55,30	54,60	54,10	55,50	55,08	0,72
Média da sala =						57,04	

Fonte: Autoria própria (2018)

5.2.7 Sala 10

A Tabela 12 da sala 10 mostra alguns valores em dB(C) que ultrapassam os 70. O ponto 7 obteve o maior valor do desvio padrão, indicando que neste local a oscilação é maior, porém os outros pontos obtidos tiveram um nível de pressão mais uniforme.

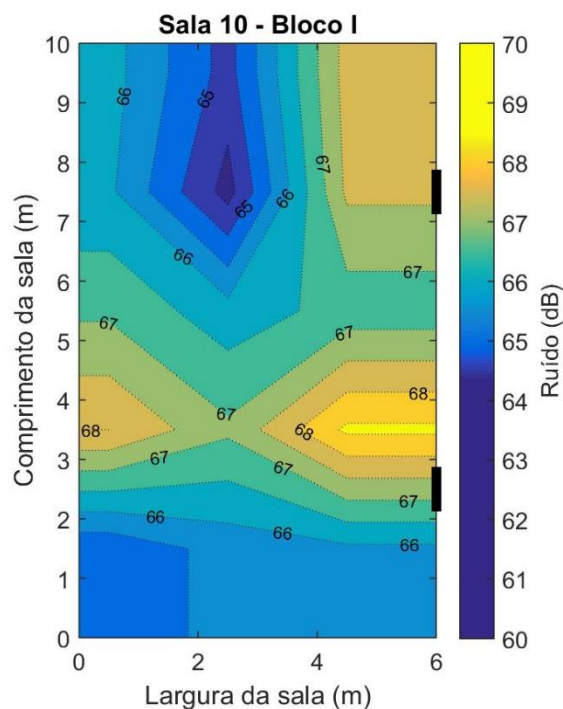
Tabela 12 – Dados coletados da sala 10 dB (C).

Sala10	Medições						
Ponto	1	2	3	4	5	Média	Desvio pa- drão
1	66,90	64,80	67,60	65,20	66,50	66,20	1,17
2	64,30	65,10	65,00	65,20	64,50	64,82	0,40
3	68,20	66,80	67,60	67,60	67,80	67,60	0,51
4	65,60	65,60	64,90	66,50	67,90	66,10	1,16
5	64,00	64,10	65,20	64,60	63,80	64,34	0,56
6	67,30	67,40	68,70	67,80	67,10	67,66	0,63
7	65,20	65,50	67,10	65,30	71,20	66,86	2,55
8	65,70	66,40	65,90	66,10	66,60	66,14	0,36
9	65,80	66,70	66,30	66,80	67,90	66,70	0,78
10	65,90	69,60	67,90	68,70	67,70	67,96	1,37
11	67,40	67,00	67,80	65,90	67,60	67,14	0,75
12	68,80	69,20	66,50	67,90	70,70	68,62	1,56
13	64,80	65,30	64,40	64,70	66,20	65,08	0,70
14	65,60	66,60	65,40	66,30	64,60	65,70	0,79
15	67,10	66,40	65,30	65,40	65,40	65,92	0,80
Média da sala =						66,46	

Fonte: Autoria própria (2018).

A Figura 16, mostra que a sala 10 foi a que registrou maiores níveis de pressão sonora dos aparelhos. Apesar de medido em dB(C), esse fato pode indicar que, os valores medidos em dB(A) poderiam ter apresentado um nível maior do que outras salas, ou seja, o desconforto acústico seria maior.

Figura 16: Mapa de ruído da sala 10 em dB(C)



Fonte: Autoria própria.

De forma Geral, os valores para o Desvio Padrão foram bons. A tabela 13 resume os valores registrados dos níveis de Pressão sonora para cada sala de aula.

Tabela 13: Resumo dos resultados obtidos dos Níveis de Pressão Sonoro

Salas	Desvio Padrão máximo	Média da Sala	Nível ruído máximo da média
3 dB (C)	1,51	65,39	68,06
5 dB (C)	1,17	64,88	69,78
6 dB (C)	1,57	63,91	68,91
7 dB (C)	2,25	64,91	69,92
8 dB (C)	1,12	64,28	66,70
8 dB (A)	1,73	59,09	60,76
9(dB (C)	1,89	64,71	68,18
9 dB (A)	2,31	57,04	60,80
10(dB (C)	2,55	66,46	68,62

Fonte: Autoria Própria 2018

5.3 DISCUSSÃO

Inicialmente foram obtidos os resultados em dB(C), pois pretendia-se comparar os resultados obtidos com esse tipo de curva, porém descobriu-se que ela só é utilizada para ruídos de impactos, não havendo uma forma de comparar com algum valor de referência. Por isso realizou-se medições utilizando a curva de ponderação A em apenas duas salas.

A escala A é a curva que é a mais utilizada, por ser a mais próxima da forma como escutamos e interpretamos os ruídos. A referência para a utilização dessa escala, na maioria dos casos, é justamente para avaliar o conforto acústico, por isso não foi encontrado valores de referência para a curva C para uma comparação. Apenas pôde-se concluir que os valores obtidos na curva C foram maiores do que a curva A.

Apesar da utilização da curva A em apenas duas salas, os resultados dos níveis de ruído em dB(A) se mostraram alto para um ambiente escolar, podendo perturbar os alunos e professores. Para os alunos, quando estiverem fazendo provas ou tentando compreender o que é dito pelos professores da instituição e, para os professores quando estiverem ministrando as aulas, por terem que falar mais alto devido ao barulho e com isso elevar o nível de ruído na sala.

Os níveis obtidos pelo medidor de ruído se mostraram abaixo do limite que poderia causar transtornos auditivos e abaixo dos limites que poderiam exigir uma limitação de tempo nas salas devido aos ruídos dos aparelhos. Porém, os níveis medidos já são o suficiente prejudicar o conforto sonoro.

Os resultados obtidos seriam alterados caso as medidas fossem efetuadas durante as aulas, onde as pessoas estariam conversando ou fazendo barulho, podendo chegar até a um valor em dB em que houvesse uma limitação do tempo de exposição ao nível de ruído, como por exemplo, 80 ou 90 dB fazendo com que as pessoas tivessem dificuldades de compreender umas às outras.

Foi notado que os alunos ligam o ar-condicionado manualmente, em muitos dos casos devido ao fato de não conseguirem ligar automaticamente pelo controle e outras por não ter uma consciência que isso pode causar danos ao condicionador de ar.

Algumas salas apresentaram mal cheiro, indicando que não era arejada regularmente e é um dos cuidados que é bastante simples de ser feito e que também é importante para que a qualidade do ar seja renovada.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com as análises de ruído no Bloco I de salas de aula da UFERSA, foi possível perceber que há uma anormalidade no nível de ruído dos condicionadores de ar e sendo assim, fundamentou a teoria de que os aparelhos necessitam de reparos e cuidados com a manutenção e limpeza. Além disso mostrou que as pessoas estão sendo submetidas a um nível de pressão sonora acima do limite permitido pela ABNT em termos de conforto acústico.

Com essas detecções é importante alertar à Universidade para que seja feita a verificação da situação dos condicionadores de ar e assim tentar encontrar soluções para consertá-los, pois o intuito deste trabalho é evitar que as pessoas possam sofrer algum dano causado por problemas nos aparelhos, como os citados anteriormente.

A reavaliação do planejamento de manutenção e limpeza dos condicionadores de ar é necessária para a instituição, pois a intenção da Universidade é reduzir os custos e evitar situação de risco para as pessoas. Também de garantir um ambiente salubre e sociável, já que boa parte dos estudantes e funcionários passam boa parte do dia na universidade.

As análises de ruído, junto com as coletas de informações obtidas através dessas pesquisas evidencia a necessidade de verificar se estão sendo feitas as limpezas periódicas nos aparelhos citados anteriormente, e se elas estão sendo realizadas de acordo com o fabricante.

A limpeza periódica não irá custar muito à universidade, já que é um procedimento simples e qualquer funcionário devidamente instruído pode realizar o procedimento, mas que é de fundamental importância. São cuidados básicos, mas que fazem toda a diferença para que os aparelhos não apresentem defeitos.

Acredita-se que esta pesquisa mostrou a importância que deve ser dada aos condicionadores de ar para evitar que algum mal possa ser causado às pessoas, principalmente, pelo fato de serem riscos que podem ser causados à saúde e integridade física de todos, além de danos materiais e que, em sua maioria, são despercebidos pelas pessoas. Com a análise de ruído pôde-se alertar a Universidade para que isso seja resolvido o mais rapidamente possível.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 10152: Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, p.2.1987.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria nº 3523, de 28 de agosto de 1998. Estabelece diretrizes e normas para a manutenção, prevenção e controle da qualidade do ar para a prevenção de riscos à saúde dos ocupantes das salas de climatização. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília. 28 de ago. 1998.

BRASIL, Ministério do trabalho e Emprego. **NR 15** - Atividades e operações insalubres, 1978. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR15/NR15-ANEXO1.pdf>>. Acesso em: 23 de ago. 2018.

CUNHA, Alessandro. O que é decibel ?. Disponível em: <https://www.embarcados.com.br/o-que-e-decibel/>>. Acesso em: 23 de ago. 2018.

DANTAS, Felipe. A importância da manutenção preventiva de ar condicionado para sua empresa. Disponível em: <<http://www.sossegue.com.br/blog/manutencao-preventiva-ar-condicionado-para-sua-empresa/>>. Acesso em: 14 de fev. 2018.

GODOY, Renata C. Zanotelli. O ar condicionado como fonte potencial de risco à saúde dos trabalhadores de call centers. 2013. 54 f. Monografia (Monografia de especialização). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, p.10. 2013.

ICEL MANAUS. Manual de instruções do decibelímetro modelo DL – 4020. Disponível em: <<http://www.icel-manaus.com.br/manual/DL-4020%20Manual.pdf>>. Acesso em: 23 de ago. 2018.

ISOVER. Porque é importante o tratamento acústico nas escolas. Disponível em: <<https://www.isover.com.br/noticias/porque-e-importante-o-tratamento-acustico-nas-escolas>>. Acesso em: 23 de ago. 2018.

MOREIRA, J. G. Moreira. Decibelímetro. Disponível em: <<http://trabalhosaudeseguranca.blogspot.com/2009/04/decibelmetro.html>>. Acesso em: 23 de ago. 2018.

LG. Ar condicionado comercial. Disponível em: <<https://www.lg.com/br/ar-condicionado-comercial/lg-TV-C362KLA0-tipo-teto>>. Acesso em: 23 de ago. 2018.

LG. Manuais e documentos. Disponível em: <<http://www.lg.com/br/suporte/manuais?search=TV-C362KLA0&pageVisibleFlag=2>>. Acesso em: 14 de fev. 2018.

NETO, Nestor W. As Curvas de Ruído. Disponível em: <<https://segurancadotrabalho-nwn.com/as-curvas-do-ruído/>>. Acesso em: 23 de ago. 2018.

RIBEIRO, Daniel. Como funciona o ar-condicionado convencional e o modelo split. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2013/05/como-funciona-o-ar-condicionado-convencional-e-o-modelo-split.html>>. Acesso em: 14 de fev. 2018.

SERVICE RH. A importância da limpeza no ar condicionado. Disponível em: <<http://www.servicerh.com.br/a-importancia-da-limpeza-no-ar-condicionado/>>. Acesso em: 14 de fev. 2018.

SIMPLIFICA. Ar condicionado está fazendo muito barulho, é normal?. Disponível em: <<https://simplifica.efacil.com.br/cozinha/eletroportateis/ar-condicionado-esta-fazendo-muito-barulho/>>. Acesso em: 14 de fev. 2018.