

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
IFG CAMPUS GOIÂNIA  
MESTRADO EM TECNOLOGIA DE PROCESSOS SUSTENTÁVEIS

**Marcus Vinícius Martins Freitas**

Monitoramento dos Níveis de Pressão Sonora na  
Unidade de Terapia Intensiva do Hospital Materno Infantil de Goiânia-Goiás : Uma mo-  
delagem *via* software I-SIMPA

**Goiânia, 2021**



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**IFG CAMPUS GOIÂNIA**  
**MESTRADO EM TECNOLOGIA DE PROCESSOS SUSTENTÁVEIS**

*MARCUS VINÍCIUS MARTINS FREITAS*

Monitoramento dos Níveis de Pressão Sonora na  
Unidade de Terapia Intensiva do Hospital Materno Infantil de Goiânia-Goiás : Uma mo-  
delagem *via* software I-SIMPA

Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Tecnologia de Processos Sustentáveis do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (PPGTPS - IFG) - Dissertação de Mestrado Profissional. Área de Concentração: Tecnologia de Sistemas de Produção Limpa. Linha de Pesquisa: Modelagem de Sistemas Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Lucas Nonato de Oliveira

**GOIÂNIA, 2021**

F884m Freitas, Marcus Vinícius Martins.

Monitoramento dos Níveis de Pressão Sonora na Unidade de Terapia Intensiva do Hospital Materno Infantil de Goiânia-Goiás: Uma modelagem via software I-SIMPA / Marcus Vinícius Martins Freitas. – Goiânia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, 2021. 87 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Lucas Nonato de Oliveira.

Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Tecnologia de Processos Sustentáveis, Coordenação do Programa de Mestrado em Tecnologia de Processos Sustentáveis, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Inclui apêndices.

1. Poluição sonora. 2. Ambiente hospitalar - ruído. 3. Conforto acústico. I. Oliveira, Lucas Nonato de (orientador). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Karol Almeida da Silva Abreu CRB1/ 2.740  
Biblioteca Professor Jorge Félix de Souza,  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO  
NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

**Identificação da Produção Técnico-Científica**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese  | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação                      | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização                 | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação                             | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ |   |

Nome Completo do Autor:

Matrícula:

Título do Trabalho:

**Autorização - Marque uma das opções**

- Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
- Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ (Embargo);
- Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2** ou **3**, marque a justificativa:

- O documento está sujeito a registro de patente.  
 O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.  
 Outra justificativa: \_\_\_\_\_

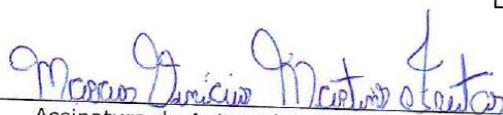
**DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA**

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Goiânia,  
Local

17/08/2021  
Data



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais



**INSTITUTO FEDERAL**  
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS  
CÂMPUS GOIÂNIA

## Ata de Defesa Pública de Dissertação de Mestrado

Aos vinte e nove dias do mês de julho de dois mil e vinte e um, às quinze horas, por via remota, plataforma Google Meet, com acesso pelo link [meet.google.com/emb-mwrg-kvy](https://meet.google.com/emb-mwrg-kvy) reuniram-se os membros da banca de defesa de dissertação composta pelos professores e/ou profissionais :

Prof. Dr. LUCAS NONATO DE OLIVEIRA – Presidente e Orientador – PPGTPS IFG

Prof. Dr. SILVIO LEÃO VIEIRA – Avaliador – UFG

Prof. Dr. FERNANDO SCHIMIDT – Avaliador – PPGTPS IFG

Profa. Dra. REGINA CÉLIA BUENO DA FONSECA – Suplente – PPGTPS IFG

Para argüirem o mestrando **MARCUS VINÍCIUS MARTINS FREITAS**, com o título da dissertação "**MONITORAMENTO DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA NA UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA DO HOSPITAL MATERNO INFANTIL DE GOIÂNIA - GOIÁS: UMA MODELAGEM VIA SOFTWARE I-SIMPA**".

Iniciada a sessão pelo presidente da banca examinadora, o candidato expôs o assunto de sua dissertação, dentro do tempo regulamentar de trinta minutos, sendo na sequência argüido pelos membros da banca e tendo dado os esclarecimentos necessários. Os membros da banca consideraram a Dissertação:

I.  Aprovada.

II.  Aprovada com restrições <sup>1</sup>

III.  Reprovada.

---

**1 Regimento do Curso Mestrado: Art. 29.** Da defesa da dissertação: § 2º A avaliação final da dissertação, quando de sua defesa, se dará por intermédio das seguintes expressões: I. Aprovado; II. Aprovado com restrições; e III. Reprovado. § 3º Entende-se por restrições como sendo pequenas correções na dissertação ou possíveis trabalhos de natureza complementar sugeridos pela Banca Examinadora. § 4º A defesa pública da dissertação será registrada nos seguintes documentos: I. Ata para parecer da defesa e resultado final, assinada por todos os membros da Banca Examinadora; e quando couber, II. Ata específica para descrição das restrições e prazo para cumprimento das mesmas em 30 (trinta) dias, assinada por todos os membros da Banca Examinadora. § 5º Caso as possíveis restrições não sejam sanadas conforme especificado e no prazo estipulado, o candidato, após avaliação do Colegiado, poderá ser considerado reprovado. § 6º Caso a dissertação já seja reprovada, ela poderá ser reapresentada ao Colegiado uma única vez para constituição de nova defesa, cumprindo um prazo mínimo de três meses e máximo de seis meses.

### Recomendações da Banca Examinadora:

Nenhuma.

### Banca Examinadora:

Prof. Dr. LUCAS NONATO DE OLIVEIRA – Presidente e Orientador – PPGTPS IFG

Prof. Dr. SILVIO LEÃO VIEIRA – Avaliador – UFG

Prof. Dr. FERNANDO SCHIMIDT – Avaliador – PPGTPS IFG

Profa. Dra. REGINA CÉLIA BUENO DA FONSECA – Suplente – PPGTPS IFG

**O aluno declara estar ciente** do cumprimento do disposto no art. 29, V, do Regimento do Programa *Stricto Sensu* do Mestrado Profissional em Tecnologia de Processos Sustentáveis, como requisito essencial para obtenção do título de mestre: "Ter submetido no mínimo um artigo científico em revista indexada na Plataforma do CNPq de Qualis A ou B, ou depositado Patente, ou Desenvolvido e Publicado um produto de inovação tecnológica."

Nome do aluno por extenso: MARCUS VINÍCIUS MARTINS FREITAS

Goiânia, 29 de julho de 2021.

---

**Ata Específica para Descrição de Restrições (em caso de haver)**

**Banca Examinadora:**

Prof. Dr. LUCAS NONATO DE OLIVEIRA – Presidente e Orientador – PPGTPS IFG

Prof. Dr. SILVIO LEÃO VIEIRA – Avaliador – UFG

Prof. Dr. FERNANDO SCHIMIDT – Avaliador – PPGTPS IFG

Profa. Dra. REGINA CÉLIA BUENO DA FONSECA – Suplente – PPGTPS IFG

**O aluno declara estar ciente** do cumprimento do disposto no art. 29, V, do Regimento do Programa *Stricto Sensu* do Mestrado Profissional em Tecnologia de Processos Sustentáveis, como requisito essencial para obtenção do título de mestre: “Ter submetido no mínimo um artigo científico em revista indexada na Plataforma do CNPq de Qualis A ou B, ou depositado Patente, ou Desenvolvido e Publicado um produto de inovação tecnológica.”

Nome do aluno por extenso: MARCUS VINÍCIUS MARTINS FREITAS

Goiânia, 29 de julho de 2021.

---

Documento assinado eletronicamente por:

- **Sílvio Leão Vieira, SÍLVIO LEÃO VIEIRA - 234515 - DOCENTE DE ENSINO SUPERIOR NA ÁREA DE PESQUISA EDUCACIONAL - UFG (01567601000143)**, em 26/08/2021 16:24:58.
- **Marcus Vinicius Martins Freitas, MARCUS VINICIUS MARTINS FREITAS - ESTUDANTE - IFG - CÂMPUS GOIÂNIA (10870883000225)**, em 26/08/2021 11:29:12.
- **Fernando Schmidt, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 03/08/2021 14:14:48.
- **Lucas Nonato de Oliveira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 03/08/2021 12:03:03.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 03/08/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 186173

Código de Autenticação: 44828ae57f



---

**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás**

Rua 75, nº 46, Centro, GOIÂNIA / GO, CEP 74055-110

(62) 3227-2811 (ramal: 2811)

## DEDICATÓRIA

“Agradeço à minha esposa Fabiana Batista pela sua ajuda em manter nosso lar operacional enquanto eu investia tempo neste trabalho de pesquisa. Esta monografia é dedicada inteiramente a ela, minha alma gêmea e ao meu filho Matheus Batista que são a razão do meu viver”

“Dedico este projeto de pesquisa ao meu pai Antonio Martins Carneiro (in memoriam), meu ídolo e meu maior incentivador desde o início.”

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Lucas Nonato de Oliveira que foi mais que um orientador, um amigo que demonstrou paciência, dedicação e empenho.

Aos Professores e colegas do Programa de Mestrado em Tecnologia de Processos Sustentáveis pela contribuição em minha formação.

Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG) – Campus Goiânia, por ter me oportunizado formação gratuita e de excelência.

**TÍTULO:** Monitoramento dos Níveis de Pressão Sonora na Unidade de Terapia Intensiva do Hospital Materno Infantil de Goiânia-Goiás : Uma modelagem *via* software I-SIMPA

**AUTOR:** Marcus Vinícius Martins Freitas

**ORIENTADOR:** PROF. DR. LUCAS NONATO DE OLIVEIRA

## **RESUMO**

A poluição sonora é um problema vem agravando com a evolução da humanidade, esse ruído que em pequenas intensidades se limitava a um desconforto tornou um problema de Saúde Pública o que torna preocupante em áreas que necessitam de maior atenção, que é o caso de áreas e ambientes hospitalares, sendo que as fontes de ruídos não são exclusivas de fontes externas, o usuário também gera ruídos de diversos meios, desde conversas entre usuários a utilização de eletrônicos, sendo assim é necessário que esses ambientes sejam monitorados e se necessário realizado intervenções. O objeto deste estudo é Hospital Estadual Materno Infantil Dr. Jurandir do Nascimento, no Setor Coimbra – Goiânia – Goiás, com uma história de 50 anos atendendo pacientes gestantes e crianças, foram avaliados pontos internos a edificação e externo nas imediações da edificação em três turnos em dias de segunda-feira a sexta-feira . Realizando simulações com o programa de engenharia acústica I – Simpa, as quais se mostraram eficientes para prever os níveis de pressão sonora em ambientes internos, com ênfase na Unidade de Tratamento Intensivo Pediátrico, em que seus usuários estão sujeitos a poluição sonora, com ruídos externos e internos.

**PALAVRAS-CHAVE:** POLUIÇÃO SONORA. MODELAGEM DE SISTEMAS. RUÍDO EM AMBIENTE HOSPITALAR. MATERNIDADE.

TITLE: Monitoramento dos Níveis de Pressão Sonora na  
Unidade de Terapia Intensiva do Hospital Materno Infantil de Goiânia-Goiás : Uma mode-  
lagem *via* software I-SIMPA  
AUTHOR: Marcus Vinícius Martins Freitas  
ADVISER: PROF. DR. LUCAS NONATO DE OLIVEIRA

### **ABSTRACT**

Noise pollution is a problem that gets worse with the evolution of humanity, this noise that in small intensities was limited to a discomfort became a Public Health problem which makes it worrying in areas that need more attention, which is the case of areas and hospital environments, since the noise sources are not exclusive to external sources, the user also generates noise from various means, from conversations between users to the use of electronics, so it is necessary that these environments are monitored and interventions are necessary. The object of this study is Dr. Jurandir do Nascimento State Hospital Materno Infantil, in the Coimbra Sector – Goiânia – Goiás, with a 50-year history of treating pregnant patients and children. on days from Monday to Friday. Performing simulations with the acoustic engineering program I - Simpa, which proved to be efficient in predicting sound pressure levels in indoor environments, with an emphasis on the Pediatric Intensive Care Unit, where its users are subject to noise pollution, with external and internal noises.

**KEYWORDS: NOISE POLLUTION. SYSTEM MODELING. NOISE IN HOSPITAL ENVIRONMENT. MATERNITY**

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- PRODUÇÃO, PROPAGAÇÃO E RECEPÇÃO DO SOM .....	24
FIGURA 2- FORMAS DE PROPAGAÇÃO DO SOM RECINTOS .....	28
FIGURA 3 - TRANSMISSÃO DO RUÍDO AÉREO.....	28
FIGURA 4 - PROPAGAÇÃO DE RUÍDO AÉREO ATRAVÉS DA PAREDE .....	29
FIGURA 5- PROPAGAÇÃO DE RUÍDO AÉREO ATRAVÉS DO PISO .....	29
FIGURA 6- ESQUEMA REPRESENTANDO A AVALIAÇÃO DE RUÍDO DE IMPACTO.....	30
FIGURA 7- TRANSMISSÃO DE RUÍDO.....	31
FIGURA 8- - IMPACTO PRODUZINDO ONDAS DE VIBRAÇÃO NA BARRA .....	32
FIGURA 9- FLUXOGRAMA DO DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO .....	34
FIGURA 10- LOCALIZAÇÃO DO HOSPITAL MATERNO INFANTIL .....	35
FIGURA 11- FACHADA FRONTAL HOSPITAL MATERNO INFANTIL.....	36
FIGURA 12- A) MODELO: DOS-1000. INSTRUMENTO DE MEDIÇÃO DE PRESSÃO SONORA; .....	38
FIGURA 13- – MODELAGEM DE AMBIENTE DA UTI PEDIÁTRICA DO HOSPITAL MATERNO INFANTIL .....	39
FIGURA 14- SIMULAÇÃO ACÚSTICA NO I – SIMPA DE AMBIENTE.....	40
FIGURA 15 - – FLUXOGRAMA DO DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO .....	41
FIGURA 16 - – MÉDIA MENSAL DAS MEDIÇÕES DA UTI PEDIÁTRICA. ....	46
FIGURA 17- – EQUIPAMENTO INSTALADO EM UM PONTO DE MEDIÇÃO NA UTI PEDIÁTRICA .....	46
FIGURA 18- – PLANTA BAIXA DO AMBIENTE UTI PEDIÁTRICA COM PONTOS DE MEDIÇÃO.....	47
FIGURA 19- MÉDIA MENSAL DAS MEDIÇÕES DA UTI PEDIÁTRICA. ....	49
FIGURA 20- – EQUIPAMENTO DE MEDIÇÃO NA UTI NEONATAL E LEITO COM EQUIPAMENTO DE INCUBADORA AO FUNDO.....	49
FIGURA 21- – PLANTA BAIXA DO AMBIENTES DE UTI NEONATAL COM PONTOS DE MEDIÇÃO. ....	50
FIGURA 22 – MÉDIA SEMANAL DAS MEDIÇÕES DA UTI MATERNO. ....	52
FIGURA 23- PLANTA BAIXA DO AMBIENTES DE UTI MATERNA COM PONTOS DE MEDIÇÃO.....	53
FIGURA 24 - – MÉDIA SEMANAL DAS MEDIÇÕES DA UCIN. ....	55
FIGURA 25- – PLANTA BAIXA DO AMBIENTES UCIN COM PONTO DE MEDIÇÃO .....	56
FIGURA 26- – MÉDIA SEMANAL DAS MEDIÇÕES DAS ENFERMARIAS .....	58
FIGURA 27- SALA DE CIRURGIA GERAL DO CENTRO CIRÚRGICO DO HMI .....	59
FIGURA 28 – MÉDIA SEMANAL DAS MEDIÇÕES DAS ENFERMARIAS .....	60
FIGURA 29- A) FIGURA DO CORREDOR DE ACESSO DA UTI MATERNA COM A PRESENÇA DO CARRINHO DE LIMPEZA E COLABORADORES CONVERSANDO, B) FIGURA DO CORREDOR DE ACESSO DE ACESSO A UTI MATERNA E UTI NEONATAL.....	61
FIGURA 30- – MÉDIA SEMANAL DAS MEDIÇÕES DOS CORREDORES .....	62
FIGURA 31- A) MEDIÇÃO EM AMBIENTE EXTERNO, CALÇADA DA AVENIDA PERIMETRAL. B) MEDIÇÃO EM AMBIENTE EXTERNO, CALÇADA RUA 07 .....	64
FIGURA 32- MEDIÇÃO EM AMBIENTE EXTERNO, AVENIDA ANHANGUERA. ....	64
FIGURA 33- MÉDIA SEMANAL DAS MEDIÇÕES DOS CORREDORES .....	65
FIGURA 34 – SIMULAÇÃO DO AMBIENTE DE UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA PEDIÁTRICA.....	68
FIGURA 35 – SIMULAÇÃO DO AMBIENTE DE UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA MATERNA.....	69
FIGURA 36- SIMULAÇÃO DO AMBIENTE DE UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA NEONATAL.....	70
FIGURA 37- SIMULAÇÃO DO AMBIENTE DE UNIDADE DE CUIDADOS INTENSIVOS NEONATAL..	71

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1- NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA .....	30
TABELA 2 - – MATERIAIS E SUAS VELOCIDADES DE TRANSMISSÃO DE ONDAS .....	31
TABELA 3- VALORES DE REFERÊNCIA PARA AMBIENTES INTERNOS DE UMA EDIFICAÇÃO DE ACORDO .....	42
TABELA 4 - LIMITE DE TOLERÂNCIA PARA RUIDO CONTÍNUO OU INTERMITENTE NR -15 ANEXO I.....	44
TABELA 5- RESULTADOS EXPERIMENTAIS UNIDADE DE TRATAMENTO PEDIÁTRICO DO HOSPITAL ESTADUAL MATERNO INFANTIL DR. JURANDIR DO NASCIMENTO, NOS PERÍODOS: MATUTINO, VESPERTINO E NOTURNO. ....	45
TABELA 6- RESULTADOS EXPERIMENTAIS UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA NEONATAL DO HOSPITAL ESTADUAL MATERNO INFANTIL DR. JURANDIR DO NASCIMENTO, NOS PERÍODOS: MATUTINO, VESPERTINO E NOTURNO .....	48
TABELA 7 - : RESULTADOS EXPERIMENTAIS UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA MATERNO DO HOSPITAL ESTADUAL MATERNO INFANTIL DR. JURANDIR DO NASCIMENTO, NOS PERÍODOS: MATUTINO, VESPERTINO E NOTURNO.....	51
TABELA 8- RESULTADOS EXPERIMENTAIS UNIDADE DE CUIDADOS INTERMEDIÁRIOS NEONATAL DO HOSPITAL ESTADUAL MATERNO INFANTIL DR. JURANDIR DO NASCIMENTO, NOS PERÍODOS: MATUTINO, VESPERTINO E NOTURNO.....	54
TABELA 9- RESULTADOS EXPERIMENTAIS ENFERMIARIAS DO HOSPITAL ESTADUAL MATERNO INFANTIL DR. JURANDIR DO NASCIMENTO, NOS PERÍODOS: MATUTINO, VESPERTINO E NOTURNO. ....	57
TABELA 10 - RESULTADOS EXPERIMENTAIS CENTRO CIRÚRGICO DO HOSPITAL ESTADUAL MATERNO INFANTIL DR. JURANDIR DO NASCIMENTO, NOS PERÍODOS: MATUTINO, VESPERTINO E NOTURNO. ....	60
TABELA 11- RESULTADOS EXPERIMENTAIS NOS CORREDORES DO HOSPITAL ESTADUAL MATERNO INFANTIL DR. JURANDIR DO NASCIMENTO, NOS PERÍODOS: MATUTINO, VESPERTINO E NOTURNO. ....	62
TABELA 12- NÍVEL DE CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO NCA PARA AMBIENTES EXTERNOS, EM DB(A) .....	63
TABELA 13- – MÉDIA SEMANAL DAS MEDIÇÕES EM AMBIENTE EXTERNO AO HOSPITAL .....	65
TABELA 14 – NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA, EM DB, CORRESPONDENTE ÀS CURVAS .....	67
TABELA 15 – COMPARAÇÃO ENTRE OS VALORES SIMULADOS E EXPERIMENTAIS.....	69
TABELA 16 – COMPARAÇÃO ENTRE OS VALORES SIMULADOS E EXPERIMENTAIS.....	69
TABELA 17 – COMPARAÇÃO ENTRE OS VALORES SIMULADOS E EXPERIMENTAIS.....	70
TABELA 18– COMPARAÇÃO ENTRE OS VALORES SIMULADOS E EXPERIMENTAIS .....	71

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas  
AMMA - Agência Municipal do Meio Ambiente  
EASE - Enhanced Acoustic Simulator for Engineers  
IEC - International Electrotechnical Commission  
IFG - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
NC - Curvas de Avaliação de Ruído  
NCA - Nível de Critério de Avaliação  
NPS - Nível de Pressão Sonora  
OMS - Organização Mundial da Saúde

## LISTA DE SÍMBOLOS

L - Nível de Pressão Sonora

Leq - Nível de Pressão Sonora Equivalente

LAeq - Nível de Pressão Sonora Equivalente ponderado em A

Ltot - Nível de Pressão Sonora Total

LAmáx - Nível de Pressão Sonora Máximo registrado, ponderado em A

LAmín - Nível de Pressão Sonora Mínimo registrado, ponderado em A

LC - Nível de Ruído Corrigido

v - Velocidade do som

$\beta$  - Módulo de elasticidade volumétrica

$\rho$  - Massa específica

r - Distância entre a fonte sonora e o ponto de medição

- Laplaciano do campo vetorial p

W - Potência da fonte sonora

P - Valor de Pressão Eficaz

P0 - Pressão Sonora de Referência

A - Área de Audiência

dB - Decibéis

dB(A) - Decibéis ponderados em A

T - Tempo

$\alpha$  - Coeficiente de absorção sonora

IA - Intensidade do som absorvido pelo meio

IR - Intensidade do som refletido pela superfície

## SUMÁRIO

### Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	17
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>20</b>
2.1	OBJETIVO GERAL.....	20
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	20
<b>3.</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>21</b>
3.1	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	21
3.1.1.	<i>Conforto ambiental.....</i>	<i>21</i>
3.1.2	<i>Conforto Acústico.....</i>	<i>22</i>
3.1.3	<i>Propriedades do Som.....</i>	<i>23</i>
<b>4.</b>	<b>DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>34</b>
4.1.	LOCALIZACAO E CARACTERISTICAS DO HOSPITAL ESTADUAL MATERNIDADE INFANTIL	
	DR. JURANDIR DO NASCIMENTO .....	35
4.2.	PONTO DE MEDIÇÕES DO LAEQ .....	36
4.3.	MODELAGEM AMBIENTAL .....	39
4.4.	PARÂMETROS NORMATIVOS PARA AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS .....	41
<b>5.</b>	<b>DADOS COLETADOS:.....</b>	<b>43</b>
5.1	DADOS LEVANTAMENTO ACÚSTICO IN LOCO:.....	43
5.1.1	<i>UTI PEDIÁTRICA .....</i>	<i>44</i>
5.1.2	<i>UTI NEONATAL.....</i>	<i>47</i>
5.1.3	<i>UTI MATERNO .....</i>	<i>51</i>
5.1.4	<i>UCIN.....</i>	<i>54</i>
5.1.5	<i>ENFERMIARIAS.....</i>	<i>56</i>
5.1.6	<i>CENTRO CIRÚRGICO.....</i>	<i>59</i>
5.1.7	<i>CORREDORES .....</i>	<i>61</i>
5.1.8	<i>AMBIENTES EXTERNOS.....</i>	<i>63</i>
5.2	MODELAGEM COM SOFTWARE: .....	66
5.2.1	<i>SIMULAÇÃO DOS AMBIENTES DAS UNIDADES DE TRATAMENTO INTENSIVO E UNIDADE DE CUIDADOS INTENSIVOS NEONATAL.....</i>	<i>67</i>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO:.....</b>	<b>72</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>75</b>
<b>8</b>	<b>APENDICE: .....</b>	<b>80</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A evolução do processo de urbanização nas cidades, evidenciou o agravamento dos problemas ambientais, entre eles a poluição sonora, que inicialmente era notado com um transtorno pontual e intermitente para um problema sério influenciando não só na qualidade de vida como a saúde pública. As principais fontes da poluição sonora não se limitam apenas ao tráfego de automóveis existindo inúmeras outras como: provenientes de templos religiosos, obras de construção civil e de fontes internas como eletrodomésticos e eletrônicos.

Segundo TRIPATHY (2008), o ruído pode ser definido como um som sem qualidade agradável ou como um som indesejado, e a poluição sonora foi definida como um som indesejado que é despejado no ambiente sem levar em conta os efeitos adversos que pode estar tendo.

A Poluição Sonora provoca degradação na qualidade do meio ambiente e se apresenta como um dos mais frequentes problemas ambientais nas grandes cidades. Os ambientes urbanos possuem cenários acústicos complexos e seus estudos precisam considerar a contribuição de fontes sonoras diversas (PINTO 2013).

Para SILVA (2006), “a poluição sonora consiste na emissão de barulho, ruídos e sons em limites perturbadores da comodidade auditiva”. O excesso de ruído pode ter efeitos nocivos tanto fisicamente quanto psicologicamente ao ser humano, além da possibilidade de afetar a fauna e o meio ambiente de forma geral .

Outro fator preocupante nesse tipo de poluição é citado na literatura ,(COSTA, 2015 apud LACERDA et al., 2005; PASSCHIER-VERMEER & PASSCHIER, 2000) demonstram que a população está cada vez mais habituada ao ruído, não sendo mais percebida de maneira consciente ou incômoda a exposição contínua e repetida a níveis de pressão sonora (NPS) prejudiciais. E de acordo com Pinto 2013, os modelos computacionais, por meio de mapeamento e predição do cenário acústico, se tornam importantes, uma vez que possibilitam a realização de cálculos, de análises e de relatórios que permitem a interpretação de resultados satisfatórios, este estudo realiza a comparação do dados obtidos

Segundo (WHO, 2018), o ruído ambiental pode induzir efeitos cardiovasculares e metabólicos agudos, tanto diretamente, por meio de conexões subcorticais, quanto indiretamente, por meio de projeções via córtex auditivo. Os principais efeitos incluem a secreção de hormônios do estresse e elevações da pressão arterial causadas por vasoconstrição. Esses efeitos ocorrem mesmo durante o sono. Os estudos sobre os efeitos biológicos agudos do ruído em crianças são esparsos, mas os efeitos parecem ser limitados.

Os efeitos as exposições a poluição sonora são notadas e tem sempre efeitos adversos na saúde. A Organização Mundial da Saúde - OMS em inglês World Health Organization *WHO*, desenvolveu diversas pesquisas e revisões sistemáticas de evidências como parte do desenvolvimento de novas diretrizes de ruído ambiental.

Sete revisões sistemáticas foram realizadas sobre os seguintes tópicos:

- efeitos no sono;
- aborrecimento;
- comprometimento cognitivo, saúde mental e bem-estar;
- doenças cardiovasculares, diabetes e doenças metabólicas;
- deficiência auditiva e zumbido;
- resultados adversos do nascimento;
- eficácia das intervenções para reduzir a exposição ou resultados adversos do ruído ambiental.

Nesse contexto ambientes que eram considerados livres dessa poluição, principalmente devido a sua funcionalidade, localizados em áreas diferenciadas e protegidos por leis de zoneamento urbano, os hospitais dos centros urbanos sofrem bastante com os ruídos, podendo agravar a condição de saúdes dos pacientes, mas nem sempre as fontes de ruído são externas e sim internas, provenientes dos diversos equipamentos, conversas entre colaboradores.

Além dessas fontes externas de ruído esses ambientes hospitalares sofrem com ruídos internos que isolados ou somados aos provenientes do ambiente exterior acarretam problemas na recuperação de pacientes e até situações insalubres aos colaboradores destas unidades hospitalares.

Nesse sentido se encontra justificativa estudo do Hospital Maternidade Infantil Dr. Jurandir do Nascimento, instituição tradicional com mais de setenta anos, sendo referência nas especialidades de Ginecologia, Obstetrícia e localizado na região central de Goiânia.

O trabalho consiste na realização do monitoramento ambiental dos níveis de pressão sonora equivalentes (Laeq), na Unidade de Tratamento Intensivo (UTI) Pediátrica nos ambientes internos e externos a este, em capacidade plena de utilização durante a realização das atividades rotineiras, levando em conta que apesar da pandemia de Covid-19, uma infecção respiratória aguda causada pelo coronavírus SARS-CoV-2, potencialmente grave, de elevada transmissibilidade e de distribuição global conforme a BRASIL, (2020). O hospital não é referência no tratamento da COVID – 19 , sofrendo assim pequenas alterações das rotinas corriqueiras:

com a suspensão de visitas ao internados, permitindo apenas um acompanhante para pacientes menores de 18 anos, redução nas consultas eletivas, mas mantendo as quantidades de partos e cirurgias não eletivas. Foram realizadas medições realizadas em três períodos: matutino, vespertino e noturno das 7h às 21h de segunda-feira a sexta-feira , excluído os finais de semana por apresentar fluxos de atendimentos e funcionários em menor quantidade. Estes resultados foram comparados com: i) aos limites propostos na ABNT NBR 10152:2017, ii) NR 15 do Ministério do Trabalho e Emprego, iii) Lei Municipal Complementar 318 de 03 de julho de 2019 e simulação através do software livre de engenharia acústica *I-Simpa*.

## 2. OBJETIVOS

A seguir serão traçados o objetivo geral e os objetivos específicos, focos desta pesquisa.

### 2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral é avaliar o nível de pressão sonora equivalente (LAeq), na Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica do Hospital Estadual Materno Infantil Dr. Jurandir do Nascimento durante as atividades inerentes ao períodos diurno e noturno, nos 05 dias da semana. Estes resultados serão comparados com as normas e legislações em vigências e de uma forma semi-empírica através de simulações com o software livre I-Simpa.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar e avaliar as medições de pressão sonora ambientes medidos associando com as características construtivas e as Norma Regulamentadora do Trabalho NR – 15 e ABNT 10152 / 2017 - Acústica — Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações.
- Realizar a modelagem utilizando o *software livre I-SIMPA* das unidades de Terapia Intensiva.
- Delimitar os ambientes de pressão sonora da edificação em desacordo com a Normas e Leis vigentes;
- Propor soluções para os principais problemas acústicos encontrados.

### **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **3.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

##### **3.1.1. Conforto ambiental**

O termo conforto é tratado por SCHMID (2005) como aconchego, proteção e bem-estar. Segundo BERTOLI (2003), o conforto ambiental, devido à grande quantidade de variáveis que envolve, e a seu caráter subjetivo, pode ser entendido como uma sensação de bem-estar. Assim, pode-se entender que a questão de conforto ambiental vai além da medição de variáveis que influenciam na edificação, compreendendo, no termo ambiental, a harmonia do ambiente construído com seu usuário.

O conforto é estendido para os diversos tipos de ambientes ou edificações aplicando ao usuário, conforme (WU, MENG, LI; 2019) em ambientes de saúde complexos e diversos, o conforto ambiental é um fator chave que afeta a avaliação da satisfação do paciente. O ambiente acústico e térmico tem mais influência direta no nível de conforto e satisfação do paciente. Atualmente, há um considerável número de estudos de conforto térmico em hospitais e outros edifícios de saúde. Alguns estudos são focados em parâmetros ambientais, como temperatura interna, umidade e movimento do ar, enquanto algumas outras investigações foram apresentadas em termos de desconforto térmico e térmico sensação dos pacientes e da equipe do hospital. De acordo com os padrões internacionais de hospitais, a temperatura do ar interior desejável de enfermarias regulares é de 20°-24° C, e os níveis recomendados de a umidade relativa é de 30% a 60%. Pesquisas anteriores mostraram que uma alta a temperatura pode causar um aumento da liberação de gases de toxinas dos materiais de construção e fornecer mais condições favoráveis de crescimento para bactérias e baixa umidade podem aumentar a suscetibilidade ao sistema respiratório doença e contribuir para a irritação.

No ambiente hospitalar a sensação de conforto dos pacientes é influenciada por uma variedade de fatores ambientais, podendo ser maior ou menor dependendo da interação assim alguns pesquisadores conduziram pesquisas de interação ambiental. Os humanos percebem conforto através a interação de vários estímulos sensoriais e sua integração em vários ambientes. Térmico e as influências acústicas são os dois aspectos que mais influenciam no conforto ambiental.

### 3.1.2 Conforto Acústico

#### 3.1.2.1 Acústica

Acústica é definida por (HENRIQUE, 2002), como o ramo da física que estuda o som e tem origem na palavra grega *akouein*, que significa ouvir.

Acústica é a ciência do som, incluindo sua produção, transmissão e efeitos. No uso atual, o termo som implica não apenas os fenômenos do ar responsáveis pelas sensações da audição, mas também o que quer que seja regido por princípios físicos análogos. Assim, distúrbios com frequências muito baixas (infrassom) ou muito altas (ultrassom) para serem ouvidos por uma pessoa normal também são considerados sons. Por falar em som subaquático, o som em sólidos é um movimento de onda mecânico, ao invés de eletromagnético, (PIERCE, 2019).

O amplo alcance da acústica como área de interesse e valor pode ser atribuído a uma variedade de razões. Em primeiro lugar, existe a natureza onipresente da radiação mecânica, gerada por causas naturais e pela atividade humana. Depois, há a existência da sensação de ouvir, da habilidade vocal humana, da comunicação pelo som, junto com a variedade de influências psicológicas que o som tem sobre quem o ouve.

#### 3.1.2.2 Poluição Acústica Hospitalar

São várias as fontes de ruído em meio hospitalar, tais como: alarmes, sistemas de pagers, telefones, impressoras, máquinas de gelo, conversas entre profissionais, aparelhos de televisão, carrinhos de entregas e áreas de transferências. Segundo POPE (2010; JOSEPH & ULRICH, 2007; MACKENZI & GALBRUN, 2007) pode-se assumir que, com o desenvolvimento da tecnologia hospitalar, o número de fontes de ruído também irá aumentar, uma vez que a vida de alguns doentes depende de alarmes. Isto pode levar a um aumento do volume dos alarmes ou aumento do número de alarmes e ainda POPE (2010; EDWORTHY & HELLIER 2006) acrescentam-se, como fontes de ruído, os sistemas de aquecimento e ar-condicionado, luzes fluorescentes, monitores de computador, as próprias camas, ventiladores e outros equipamentos médicos, a conversa entre profissionais e doentes, abertura e fecho de portas, limpezas e queda de objetos. As conversas entre profissionais atingem níveis entre os 59 e os 90 dB(A), os sons do ventilador 76 dB(A), os monitores cardíacos 72 a 77 dB(A) e as bombas infusoras 73 a 78 dB(A).

E ainda LAWSON (2010), afirma que de todos os estes, as conversas entre profissionais e os alarmes de equipamentos são os ruídos mais citados como perturbadores para os doentes.

Estudos têm demonstrado que o ruído interfere diretamente na saúde do paciente hospitalizado. Dentro de uma UTI este problema é intensificado. Reações nos pacientes como aumento da pressão sanguínea, da pulsação e maior agitação têm sido constatadas. Ruído de passos nos corredores, conversa entre os profissionais, ruído dos alarmes dos equipamentos médicos, som de televisão ou rádio, carrinhos entrando e saindo da sala e interfone chamando são as principais perturbações sonoras encontradas normalmente em uma UTI. Cabe aos profissionais responsáveis se conscientizar do efeito perturbador desses ruídos e tentar minimizá-los. Vários estudos relacionam determinado tipo de som com a diminuição da pressão sanguínea, da pulsação, da ansiedade do paciente. Um som agradável, o canto de passarinhos, o murmurar de uma miniatura de fonte d'água são exemplos sonoros que podem ser utilizados em locais para diminuir a ansiedade e o estresse . (SAMPAIO e CHAGAS, 2010);

Segundo DA VERA (2018), ressalta que o ambiente com intensa estimulação sensorial das em unidades de terapia intensiva neonatal pode comprometer o processo de desenvolvimento e crescimento de recém-nascidos, devido ao fato de que estes, principalmente os prematuros, têm sensorial extremamente sensível receptores. Além dos danos causados aos recém-nascidos, esses estímulos também podem causar problemas fisiológicos e mudanças psicológicas nos pais que frequentam este ambiente, bem como na equipe de profissionais trabalhar neste ambiente. Em recém-nascidos, esta exposição pode causar audição perda, perturbação nos padrões de sono, irritabilidade, agitação, choro, fadiga, aumento do consumo de oxigênio e frequência cardíaca, comprometendo o processo de cicatrização; em profissionais, pode levar a fadiga, dor de cabeça, baixo concentração, irritabilidade, hipertensão, ritmo cardíaco distúrbio, perda de audição, alterações de humor, psiquiatria distúrbios e estresse; nos pais, tais níveis podem causar estresse fisiológico e comportamental, sobrecarga sensorial, e dificultar a interação com o recém-nascido.

### **3.1.3 Propriedades do Som**

#### **3.1.3.1 Onda Sonora**

Ondas Sonoras são ondas mecânicas longitudinais que vibram em uma frequência de 20Hz a 20.000Hz, sendo normalmente perceptíveis pelo ouvido humano, O som é a sensação

sentida, através da audição pela ação desse tipo de onda, a figura 01 exemplifica a produção, propagação e recepção da onda sonora.

A onda sonora quando se propaga gera regiões de compressão (ou expansão); as regiões consecutivas de compressão determinam o comprimento de onda  $\lambda$ . As ondas sonoras têm qualidades como altura, cuja qualidade permite ao ouvido distinguir sons graves de agudos,( BUBLITZ FILHO,2019).

Figura 1- produção, propagação e recepção do som



Fonte: Explicatorium, 2021.

Segundo (LONG,2005), a definição de uma onda sonora é uma flutuação de pressão longitudinal que se move através de um meio elástico. denominado longitudinal porque o movimento da partícula está na mesma direção da onda propagação. Se o deslocamento for perpendicular à direção de propagação, como é o caso com uma corda esticada, a onda é chamada de transversal. O meio pode ser um gás, líquido, ou sólido, embora a experiência cotidiana permita que se ouça com mais frequência sons transmitidos pelo ar. Os tímpanos são colocados em movimento por essas mudanças mínimas de pressão e eles, por sua vez, ajudam a criar os impulsos elétricos no cérebro que são interpretados como som. O antigo dilema de se uma árvore caindo em uma floresta produz um som, quando ninguém ouve isso, é realmente apenas um problema etimológico. Um som é produzido porque há uma pressão onda, mas um ruído, que requer um julgamento subjetivo e, portanto, um ouvinte, não é.

A onda sonora tem algumas características como o **comprimento, amplitude e frequência**; estas características podem ser moduladas e alteradas de acordo com o ambiente em que são emitidas, e nos meios em que são propagadas.( JOAQUIN and. DONATELLI, 2020).

A altura está relacionada com a sequência das vibrações sonoras, ou seja, com a frequência do som. Já o timbre está ligado à composição harmônica da onda, permitindo identificar

a procedência do som. E a intensidade do som diz respeito à amplitude da onda sonora, caracterizando a variação de pressão do meio em que se verifica a sua propagação, e sendo medida por meio da potência sonora (COSTA, 2003).

### 3.1.3.2 Som

O som é originado por uma vibração mecânica (cordas de um violão, membrana de um tamborim, dentre outros) que se propaga no ar e atinge o ouvido, observando que o som necessita de um meio físico para a propagação. Quando essa vibração estimula o aparelho auditivo, ela é chamada de vibração sonora. Assim, o som é definido como qualquer vibração ou conjunto de vibrações ou ondas mecânicas que podem ser ouvidas (SALIBA, 2018) e outra definição aceita é que o som é a sensação produzida no sistema auditivo e pode ser definido como uma variação da pressão ambiente detectável pelo mesmo (BISTAFA, 2011).

.Sendo o principal meio de comunicação entre os seres vivos desde a profundidade dos oceanos até na superfície terrestre. Devido a sensibilidade do sistema auditivo humano, o som é o principal agente para acionar o sistema de alerta do ser humano, (FAHY ,2003).

Existe uma diferença conceitual entre som e ruído. Som é a sensação produzida no sistema auditivo e ligado a sensações positivas. Ruído está ligado a sons sem harmonia e em geral de sons que geram sensações negativas ao ser humano (BISTAFA, 2011).

Já o ruído é um som sem harmonia, em geral de conotação negativa. Sons são vibrações das moléculas do ar que se propagam a partir de estruturas vibrantes; mas nem toda estrutura que vibra gera som (BISTAFA, 2011).

Segundo CARVALHO (2009), o ouvido humano não percebe sons de frequências diferentes da mesma forma. Uma gama de faixas de frequências que pode oscilar entre 20Hz e 20000Hz de pessoa para pessoa pode ser percebida ao longo da membrana basilar. A percepção tem como região média a frequência em 1000Hz.

### 3.1.3.3 Níveis Sonoros

A pressão sonora é um indicador que caracteriza as ondas acústicas em um fluido como o ar, que é medido entre a diferença da pressão total e a pressão atmosférica normal produzida pela propagação do som, sendo então definida pela intensidade da onda. A pressão sonora varia com o tempo e pode ser positiva ou negativa em relação à pressão atmosférica normal (MOREIRA ,2019 apud CROCKER, 2007; HOGAN et al, 2018).

BISTAFA (2011) faz uma analogia entre som e calor para um melhor entendimento dessas formas, a potência sonora de uma fonte se aproxima de um aquecedor elétrico que gera uma quantidade de energia térmica por unidade de tempo ( $J/s$  ou  $W$ ), a intensidade sonora se relaciona com o calor produzido pelo aquecedor e que atravessa uma unidade de área, sendo, por fim, a pressão sonora equivalente à medida da temperatura de um determinado ponto do ambiente.

A quantidade de energia sonora pode ser medida em três formas: a potência, a intensidade e a pressão sonora (CARVALHO, 2009). O nível de potência sonora ( $NPS$ ) pode ser definido como a taxa de energia emitida pela fonte emissora (CARVALHO, 2009):

$$NPS = 10 \log W/W_0 \quad (1)$$

Sendo  $NPS$  o nível de potência sonora ( $dB$ ),  $W$  a potência sonora da fonte ( $W$ ) e  $W_0$  a potência sonora de referência dada por  $10^{-12}$  *Watts* ( $W$ ).

O nível de intensidade sonora ( $NIS$ ) é a quantidade de energia sonora passando por uma unidade de área em uma direção específica (CARVALHO, 2009):

$$NIS = 10 \log I / I_0 \quad (2)$$

Sendo  $NIS$  o nível de intensidade sonora ( $dB$ ),  $I$  a intensidade sonora em análise ( $W/m^2$ ) e  $I_0$  a intensidade de referência estabelecida  $10^{-12}$  ( $W/m^2$ ).

O nível de pressão sonora ( $NPS$ ) é a quantidade de energia gerada pela fonte sonora que é responsável pela variação de velocidade das partículas no ar (CARVALHO, 2009):

$$NPS = 20 \log P / P_0 \quad (3)$$

Sendo  $NPS$  o nível de pressão sonora ( $dB$ ),  $P$  a pressão sonora em análise ( $Pa$ ) e  $P_0$  a pressão de referência estabelecida  $2 \cdot 10^{-5}$  ( $Pa$ ).

A unidade de medida em decibel ( $dB$ ) das grandezas pode ser explicada pela escala logarítmica desta que reduz a faixa de valores trabalhados em pressão atmosférica ( $Pa$ ). Segundo CARVALHO (2009) o nível mais usual dentre os três níveis sonoros é o de pressão sonora ( $NPS$ ), pois inclui a resposta sonora do ambiente em relação fonte de emissão.

### 3.1.3.4 Ruído

Os grandes centros urbanos tornaram comum a presença do ruído, gerando a Poluição Sonora, mas antes deve se entender o que é o ruído, sendo assim, a definição comum que o Ruído é um barulho indesejável. Sendo o som a sensação produzida no sistema auditivo, ruído é todo aquele som indesejado, em geral de conotação negativa (BISTAFA, 2011).

Ruído é o fenômeno físico vibratório com características indefinidas de variações de pressão (no caso ar) em função da frequência, isto é, para uma dada frequência podem existir, em forma aleatória através do tempo, variações de diferentes pressões. Não há diferença entre som, ruído e barulho, no entanto, quanto à resposta subjetiva ruído ou barulho pode ser definido como um som desagradável ou indesejável. (SALIBA, 2000).

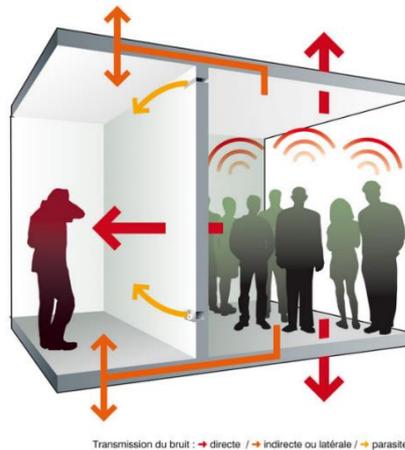
Nas várias definições é demonstrado o caráter subjetivo de ruído, variando conforme o usuário em questão, o que para muitos pode se caracterizar como um conjunto de ruídos incômodos pode representar para outros uma harmonia sonora.

Estes ruídos podem ser definidos em dois tipos principais: o ruído aéreo e o ruído de impacto. Segundo a NBR 15575-3 ABNT (2013) o ruído aéreo é todo som produzido e transmitido através do ar, enquanto o ruído de impacto é todo som produzido pela percussão sobre um corpo sólido e transmitido através do ar, sendo caracterizado, conforme BISTAFA (2011), como sons gerados por pisadas e quedas de objetos sobre lajes, provocando grande desconforto em prédios de apartamentos, por serem ouvidos claramente pelo vizinho de baixo. Isto ocorre porque se trata de uma eficiente excitação por contato, em que a laje se torna um irradiador de energia sonora em ampla faixa de frequências, devido ao movimento vibratório induzido pela excitação localizada.

#### 3.1.3.4.1 Ruído aéreo

Uma parede entre dois recintos reduz a transmissão sonora entre eles. De fato, uma frente de onda, ao incidir sobre uma parede sólida, encontra um meio material com propriedades distintas do ar no recinto. A frente de onda deve então propagar-se através do material sólido, percorrendo a espessura da parede, encontrando do outro lado da parede o ar do recinto contíguo. Conforme a Figura 2, toda vez que ocorrer uma mudança das características do meio de propagação, há uma redução na intensidade sonora transmitida para o meio seguinte (BISTAFA, 2011).

Figura 2- Formas de propagação do som recintos



Fonte: Scala Acústica 2021.

Apesar da maioria das fontes produzirem tanto o ruído aéreo, (Figura 03), quanto o ruído de impacto, pode-se caracterizar aquele de acordo com a NBR 15575-3 (2013) que define o ruído aéreo como todo som produzido e transmitido através do ar.

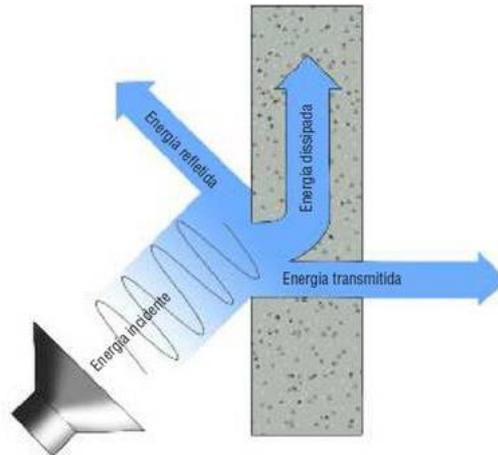
Figura 3 - Transmissão do ruído aéreo



Fonte: Megafonia y sonorizacion , 2021.

De acordo com CARVALHO (2009), o ruído aéreo, como o nome já define, representa o ruído transmitido através do ar. Como exemplos têm-se vozes, buzinas etc. Para GERGES (2000), a onda sonora perde energia durante sua propagação. Na Figura 4 é possível observar o esquema de transmissão de ruído aéreo entre vedação vertical (parede) de isolamento entre recintos, com perda de energia.

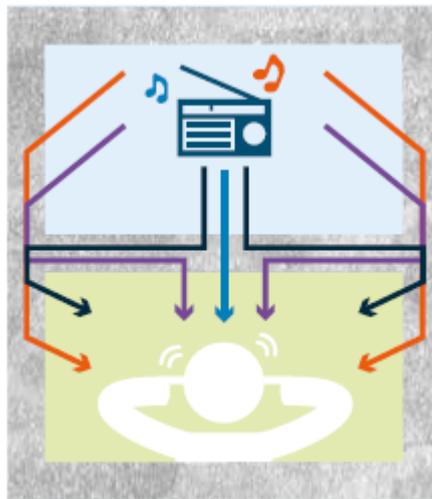
Figura 4 - Propagação de ruído aéreo através da parede



Fonte: Portal Acústica, 2021.

Na Figura 5 é possível observar o esquema de transmissão de ruído aéreo entre vedação horizontal (pisos) de

Figura 5- Propagação de ruído aéreo através do piso



Fonte: PORTAL ACÚSTICA, 2021.

Conforme a CBIC (2013), a onda sonora propagada no ar pressiona o tímpano das pessoas de forma que os ruídos sensibilizam o ouvido humano numa escala logarítmica na qual o limiar de audição humana responde à pressão de  $2 \times 10^{-5} Pa$ , ou  $0,000002 kgf/m^2$ . Essas grandezas não são muito representativas para as pessoas. A partir da pressão de referência, foi então criado o sistema *Bel*, e a partir dele, o Decibel (1 Decibel =  $10 Bel's$ ), 31 que por meio da quantificação de sons por numerais inteiros como 20, 60, 80, por exemplo, é possível demonstrar melhor como uma grandeza é superior a outra.

Na Tabela 1 podem ser observados alguns valores de pressão sonora em correspondência a atividade propagadora do ruído.

Tabela 1- Níveis de pressão sonora

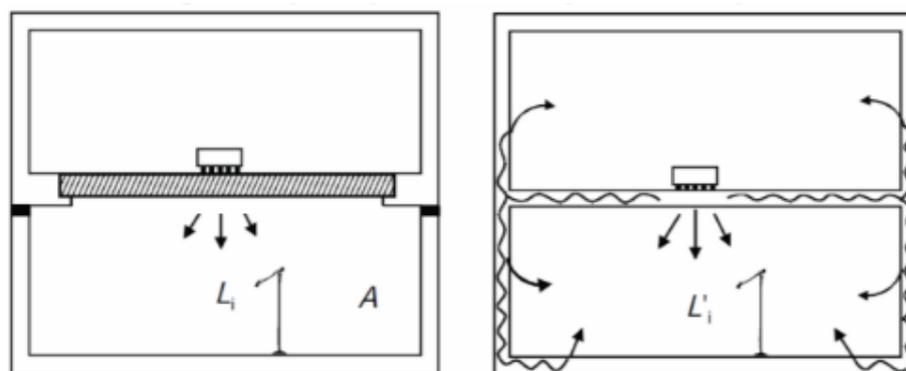
Nível de desempenho		Correspondência aproximada
Pa	dB (A)	
20	120	Martele pneumático, turbina de avião
2	100	Veículos com espaçamento aberto (motos, autos)
0,2	80	Avenidas com trânsito intenso, gritos de pessoas
0,02	60	Rádio em volume normal, rua com pequeno trânsito de veículos
0,002	20	Limite para o repouso tranquilo
0,0002	0	Limite de audição para jovens, 30req. 1000 a 4000 HZ

Fonte: Adaptada pelo autor da CBIC 2013

### 3.1.3.4.2 Ruído de impacto

É conhecido como ruído de impacto aquele que se propaga através da via estrutural. A NBR 15575-3 (ABNT, 2013), intitula o ruído como um som produzido pela percussão sobre um corpo sólido e transmitido através do ar (Figura 6). Por meio da norma é direta a classificação do ruído de impacto. O ruído estrutural é causado por vibrações (impacto em pisos, motores, elevadores, móveis arrastados, passos, quedas de objetos, ruído hidráulico etc.) nos elementos da edificação – paredes, pisos, coberturas, entre outros. Quando um objeto colide contra outro, é produzida uma vibração, essa vibração se transmite à estrutura do edifício, é capaz de viajar através dela (muito mais rápido e longe que por via aérea).

Figura 6- Esquema representando a avaliação de ruído de impacto



Fonte: GERGES, 2000.

Conforme a NBR 15575-3 (2013) o ruído de impacto é todo som produzido pela percussão sobre um corpo sólido e transmitido através do ar.

As vibrações de sólidos e impactos, para SOUZA (2006), se transmite sobre uma estrutura provocando posteriormente a vibração do ar Figura 7, como exemplo, a queda de um objeto sobre a laje de um edifício fará com que a superfície desta vibre seguida da transmissão do som para os ambientes adjacentes e de uma vibração do ar, sendo captado pelo ouvido humano. A

velocidade dessa transmissão é influenciada pelas propriedades físicas e mecânicas das superfícies impactadas (CARVALHO, 2009).

Figura 7- Transmissão de ruído



Fonte: GERGES, 2000.

#### 3.1.3.4.3 Propagação do ruído de impacto

Enquanto o ruído aéreo se propaga apenas longitudinalmente, o ruído de impacto se propaga em todas as direções, tanto na longitudinal, como na transversal, ou nas direções de torção e de cisalhamento. A velocidade de transmissão das suas ondas de vibração vai variar de acordo com o tipo do material excitado (FERRAZ, 2008), sendo algumas dessas velocidades relacionadas a diferentes materiais exemplificadas na Tabela 2.

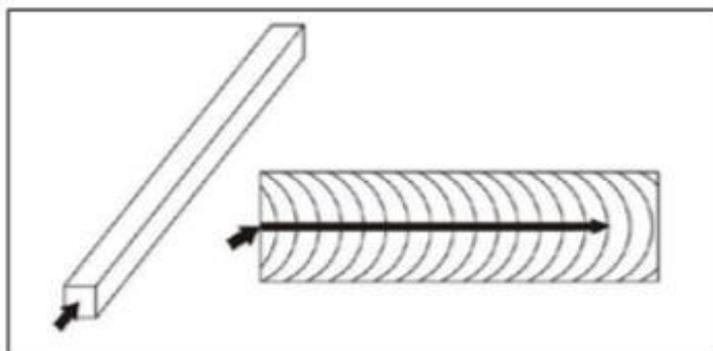
Tabela 2 -- Materiais e suas velocidades de transmissão de ondas

Meio Material	Velocidade (m/s)
Aço	6100
Concreto	3100
Madeira	3500
Ar	1481
Água	340

Fonte: Adaptada pelo autor de FERRAZ 2008

Figura 08 ilustra a propagação do ruído de impacto, ao longo do comprimento de uma barra de aço golpeada em sua extremidade, com consequente emissão de ruído aéreo.

Figura 8- - Impacto produzindo ondas de vibração na barra



Fonte: segundo FERRAZ (2008)

Essa propagação da vibração pode ser reduzida, segundo (FERRAZ, 2008 apud MEISSER 1973), seccionando a mesma barra em duas partes e conectando estas por meio de um material resiliente. A quantidade de energia sonora transmitida dependerá da elasticidade do material interposto, quanto mais duro for este material maior será a propagação, e quanto mais flexível este, maior será absorção de energia sonora. A quantidade de absorção de energia sonora proveniente desse sistema de interposição entre estruturas por meio de material resiliente (elástico) pode ser prejudicada pela existência de um material rígido unindo as duas partes.

### 3.1.3.5 Isolamento Acústico

De acordo com CERPOLO (2015), o barulho causado por uma sala de aula é bastante grande. Ainda que o professor possua controle da classe, a própria atividade aplicada por ele pode atrapalhar a sala ao lado. Um dos recursos para este problema é o uso de isolamento acústico nas salas de aula. O material utilizado para a instalação de recursos que possibilitem o bloqueio sonoro, é constituído de um produto sobre condutividade sonora, térmica ou de vibrações.

O objetivo do isolamento acústico é prevenir que impedem a passagem de sons indesejados, impedindo que eles saiam ou entrem em um determinado ambiente. Além de resultar em aulas tranquilas sem a intervenção sonora de outros ambientes, o isolamento acústico proporciona exclusividade e comodidade, pois assim como as pessoas que estiverem dentro da sala não escutarão nada do que está acontecendo lá fora, as pessoas de fora não poderão se inteirar do que ocorrerá dentro da sala de aula (CERPOLO, 2015).

Segundo CERPOLO (2015), os materiais que possuem características mais densas como concreto, vidro e chumbo, geralmente são os mais utilizados. Porém, para eliminar o nível de reverberação do ambiente, outros materiais são mais apropriados, tais como:

- Espumas acústicas de poliéster de células abertas;
- Manta saís;
- Fibras cerâmicas;
- Tecidos;
- Borrachas de vedação acústica;
- Vermiculita;
- Argila expandida.

E ainda CERPOLO (2015) afirma que a utilização dos painéis de isolamento é uma boa escolha para quem busca sons mais limpos e claros. Podem ser utilizados para ambientes que apresentem uma necessidade maior de atenção.

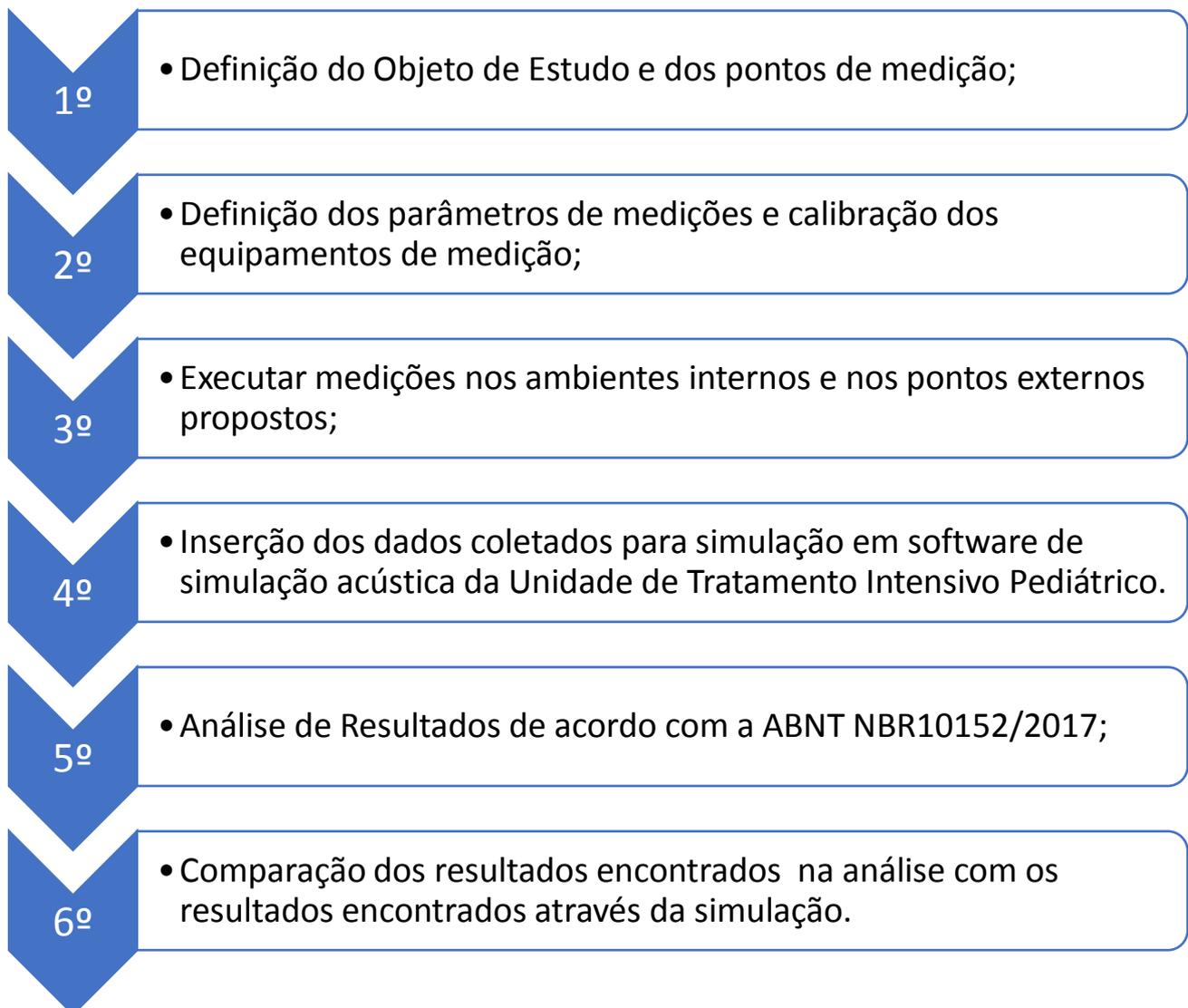
#### 4. DESENVOLVIMENTO

Nesse capítulo serão abordados os seguintes:

- Caracterização do local de estudo com as particularidades da edificação e proximidades;
- Definição dos pontos de medição;
- Simulação do ambiente de Unidade de Tratamento Intensivo

A sequência do desenvolvimento do trabalho é retratada no fluxograma (Figura 09):

Figura 9- Fluxograma do desenvolvimento do trabalho

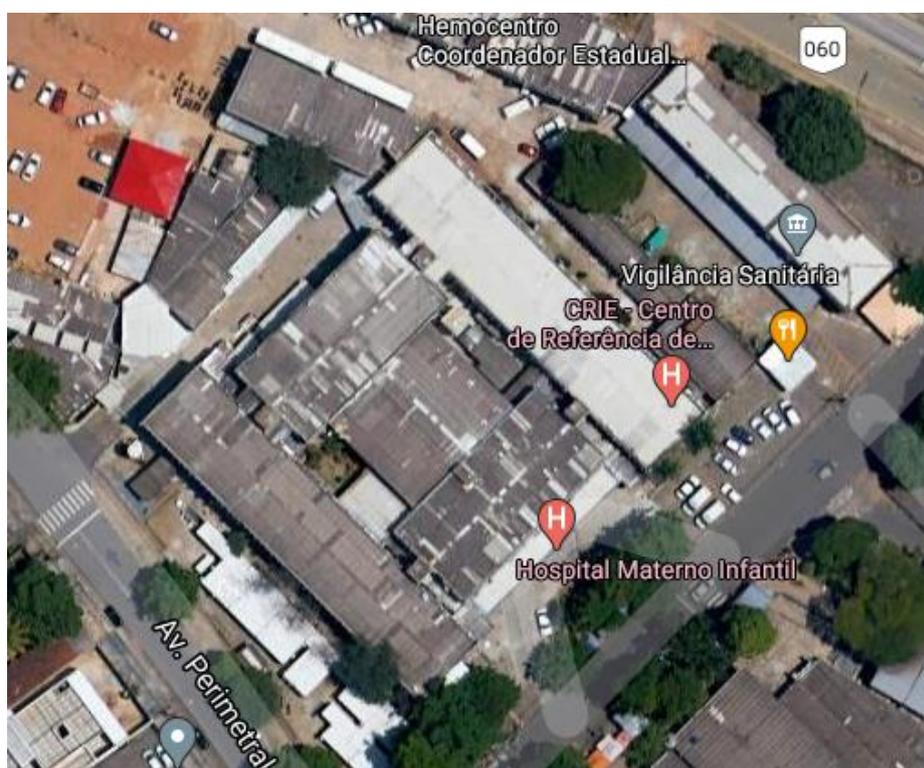


Fonte: Autor

#### 4.1. LOCALIZACAO E CARACTERISTICAS DO HOSPITAL ESTADUAL MATERNIDADE INFANTIL DR. JURANDIR DO NASCIMENTO

O Hospital Estadual Maternidade Infantil Dr. Jurandir do Nascimento, fica situado na região central de Goiânia no Setor Oeste, na cidade de Goiânia – Goiás (Fig.10).

Figura 10- Localização do Hospital Materno Infantil



Fonte: Autor

Segundo o IGH (2021), o Hospital Maternidades Estadual Drº Jurandir do Nascimento, (HMI), é uma instituição referência em atendimentos de média e alta complexidade, nas áreas de saúde infantil e da mulher, em evidência aos nascimentos com o acompanhamento e assistência com as devidas intervenções nos partos normais e cesáreos até mesmo cirurgias de alta complexidade com separação de gêmeos siameses e tratamento de tumores conhecidos como hemangiomas. Além de atendimento de urgência, emergência e ambulatorial para Goiânia e todo Estado de Goiás, para todos os usuários do Sistema Único de Saúde (SUS) atendendo também quando necessário a comunidade indígena e imigrantes.

A instituição desenvolve pesquisas científicas e desenvolvimento de programas de saúde para atenção integral a mulheres e crianças, além da formação de profissionais habilitados

na residência médica e residência em enfermagem nas áreas de obstetrícia, ginecologia, pediátrica e radiologia.

O HMI tem sua fundação datada do ano de 1972, com arquitetura contemporânea conforme a fachada ( Figura 11), possui uma estrutura de atendimento que contempla 147 leitos sendo 25 de Unidade de Tratamento Intensivo, (UTI), com a colaboração de aproximadamente 1200 colaboradores entre celetista e estatutários.

Figura 11- Fachada Frontal Hospital Materno Infantil.



Fonte: Autor

#### **4.2. PONTO DE MEDIÇÕES DO LAEQ**

O local foi escolhido por se tratar de um Hospital tradicional de Goiânia e facilidade de acesso para o estudo, os pontos foram escolhidos de forma a tratar ambientes que possuem maior quantidade de fluxo de pessoas e procedimentos.

Para determinar as características da edificação foi analisada as plantas disponibilizadas em arquivo em formato DWG, que são arquivos visualizados em softwares CAD, (Computer Aided Design) de projetos no caso o projeto da edificação, com as configurações in loco, determinando se contemplam a realidade de um AS BUILT, ( Representação do projeto como foi cons-

truído é obtido após a finalização da execução do projeto da edificação, pode conter modificações que não constam no projeto original), devido as grandes modificações que ocorreram durante os anos nos principais ambientes da edificação. No local foram verificadas as dimensões utilizando uma trena ótica e detalhes construtivos que podem interferir na acústica do espaço.

A coleta de dados do nível de pressão sonora serão realizadas conforme os parâmetros da ABNT NBR-10152 (Acústica — Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações) e o tratamento dos dados conforme a ISO-1996-Part 1 (Acoustics – Description and measurement of environmental noise – Part 1: Basic quantities and procedures) e ISO-1996-Part 2 (Acoustics – Description and measurement of environmental noise – Part 2: Acquisition of data pertinent to land use), totalizando trinta e um pontos de coleta. Para realizar as medições foram utilizados dois medidores um data logger, DOS-1000, Fabricante: INSTRUTERM e um medidor de pressão sonora pontual, MSL 1325A, Fabricante: INSTRUTERM, sendo que para calibração dos medidores o calibrador acústico, modelo CAL-5000, Fabricante: INSTRUTERM. A Norma ABNT NBR 10151:2017, recomenda a utilização da ponderação A em conformidade. O medidor de nível sonoro utilizado se enquadra na classe 2 e possui precisão de  $\pm 1,4$  dB e opera na escala de frequência de 31,5 até 8000 Hz, com ponderações A e C. O calibrador está em conformidade com a norma IEC 60942:1988 e opera com saída de 94 e 114 dB na frequência de 1000 Hz e possui precisão de  $\pm 0,5$  dB. As medições foram realizadas no período das 7:00 as 21:00, em dias da semana (segunda a sexta-feira), durante as medições preocupo se em interferir o mínimo possível nas rotinas dos ambientes citados abaixo:

- Avenida Anhanguera (Ambiente Externo);
- Avenida Perimetral (Ambiente Externo);
- Rua 07; (Ambiente Externo);
- Unidade de Cuidados Intensivos Neonatal(Ambiente Interno);
- Unidade de Tratamento Intensivos Materno(Ambiente Interno);
- Unidade de Tratamento Intensivos Neonatal(Ambiente Interno);
- Unidade de Tratamento Intensivos Pediátrico(Ambiente Interno);
- Centro Cirúrgico (Ambiente Interno);
- Corredor da Unidade de Cuidados Intensivos Neonatal(Ambiente Interno);
- Corredor de Unidade de Tratamento Intensivos Materno(Ambiente Interno);
- Corredor de Unidade de Tratamento Intensivos Neonatal(Ambiente Interno);
- Enfermarias de 01 a 18 (Ambiente Interno);

- Enfermaria Canguru(Ambiente Interno).

Conforme a norma ABNT 10152:2017, os pontos de medição foram distribuídos de modo a possibilitar a representação do campo sonoro do ambiente em avaliação. Nas áreas do ambiente avaliados que possuem área superior à de 30 m<sup>2</sup>, aumentou-se um ponto de medição a cada 30 m<sup>2</sup> adicionais da área do ambiente.

Os pontos de medição foram situados pelo menos a 1 m das paredes, teto, piso, mobiliários e de elementos com significativa transmissão sonora, como janelas, portas ou entradas de ar.

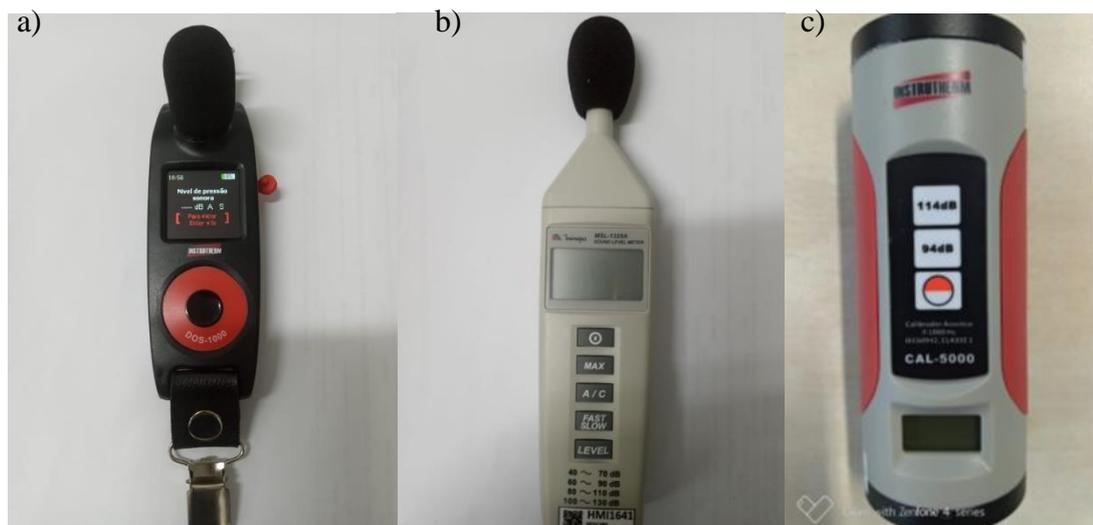
Este trabalho adotou, cada medição com duração de 10 minutos e registradas a cada 30 segundos. As medições foram apresentadas em nível de pressão sonora equivalente (L<sub>aeq</sub>) em dB(A).

Assim, a sequência das medições ocorreu da seguinte forma:

- Calibração dos instrumentos mostrados nas Figuras 12.
- Execução das medições nos pontos determinados, em pontos afastados aproximadamente 1,2 m do piso e pelo menos 2 m de superfícies refletoras, em 3 horários durante o dia nos três períodos;
- Análise dos dados no software (*Excel*®);
- Análise dos resultados;
- Elaboração das conclusões

Figura 12– a) Modelo: DOS-1000. Instrumento de Medição de Pressão Sonora;

b) MSL 1325A. Instrumento de Medição de Pressão Sonora; Fabricante: Mimipa , c) Calibrador; Fabricante: Instruterm; Modelo: CAL-5000

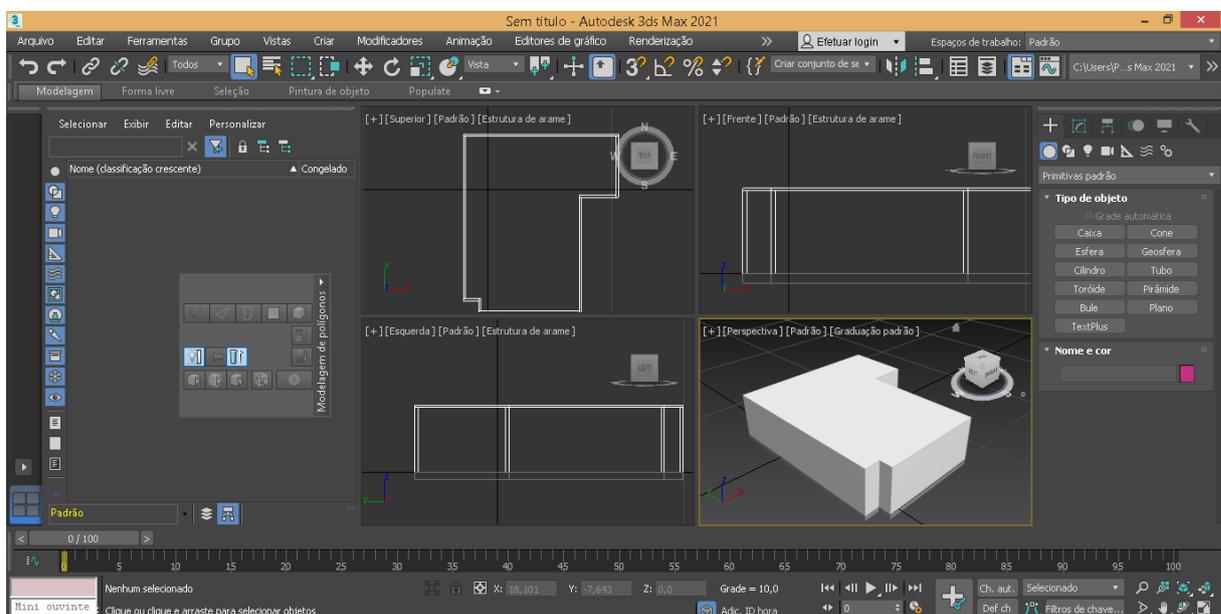


Fonte: Autor

### 4.3. MODELAGEM AMBIENTAL

A modelagem da Unidade de Tratamento Intensivo Pediátrica foi iniciada gerando no software *Autodesk 3Ds Max*<sup>®</sup>, versão estudante, desenvolvido para criação de trabalhos com modelagem em 3D, (Fig.13). A criação desse software possibilitou a geração de cenas tridimensionais. O sistema gráfico deste software foi desenvolvido pela Autodesk Company (EUA) e é projetado para modelagem de cenas tridimensionais e animação. A primeira versão deste programa surgiu na década de 1990 e o programa tem tornou-se quase a ferramenta de modelagem mais popular para iniciantes e profissionais designers desde aquela época, (Barros, 2012).

Figura 13- – Modelagem de ambiente da UTI Pediátrica do Hospital Materno Infantil



Fonte: Autor

Depois da geração do modelo em 3D, este é importado para o software *I-Simpa*, conforme (PICAUT e FORTIN, 2012)

Após a medição, foi realizada a simulação no Software o *I-Simpa*, A simulação é dividida em 3 abas:

- Scene destinado a editar e simular;
- Calculation para editar propriedades dos cálculos;
- Results onde os resultados são mostrados.

Os parâmetros acústicos calculados pelo software são: Tempo de Reverberação (RT) em [s], Clareza (C) em [dB], Definição (D) em [%], Suporte Inicial (ST), Tempo de Decaimento Inicial (EDT) em [s], Tempo Central (Ts) em [ms], Fator de Força do som (G) em [dB], Energia

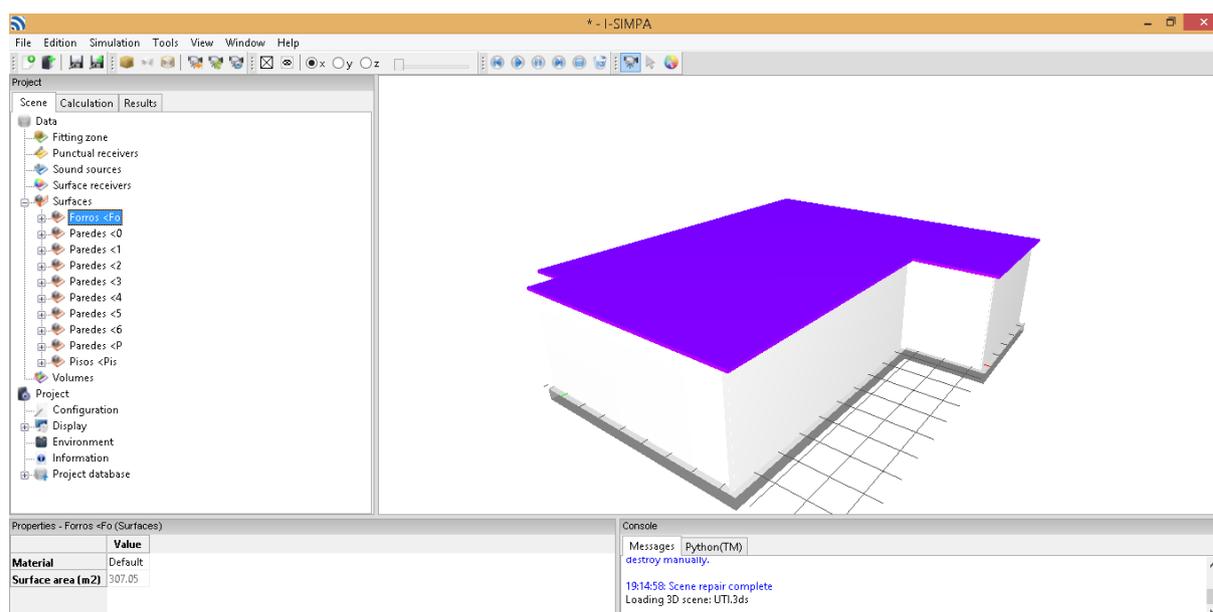
Lateral Inicial (LFC e LF) em [%], Nível de Pressão Sonora (NPS) em [dB] e [dB(A)], Suporte Inicial (ST) em [dB].

Durante a entrada dos dados, que serão fontes de ruídos relacionadas aos equipamentos e pessoas levando como parâmetro as medições realizadas, são solicitadas também as definições de condições climáticas para o cálculo de coeficiente de absorção. É possível registrar a pressão atmosférica em [Pa], temperatura em [°C], rugosidade da superfície (água, grama etc.) em  $z_0$  [m], umidade relativa do ar em [%] e opções meteorológicas avançadas para cálculos estatísticos.

A banda de frequência utilizada para análise do NPS simulado foi de 1000 Hz, por ser a banda de frequência estabelecida para adoção dos limites referentes aos limiares da audição e limiar da dor (COSTA 2015 apud FLETCHER & MUNSON, 1933; MÖSER, 2009).

Em consonância com a metodologia realizada por COSTA 2015, os resultados das medições externas e internas do ambiente monitorado serão inseridos no programa como fontes esféricas e pontuais de som. Dessa forma, serão realizadas simulações semiempíricas utilizando *I-Simpa*, (Figura 14), em que a fonte sonora encontra-se do lado externo do prédio onde está localizada a área de audiência e interna considerando equipamentos e uma população básica.

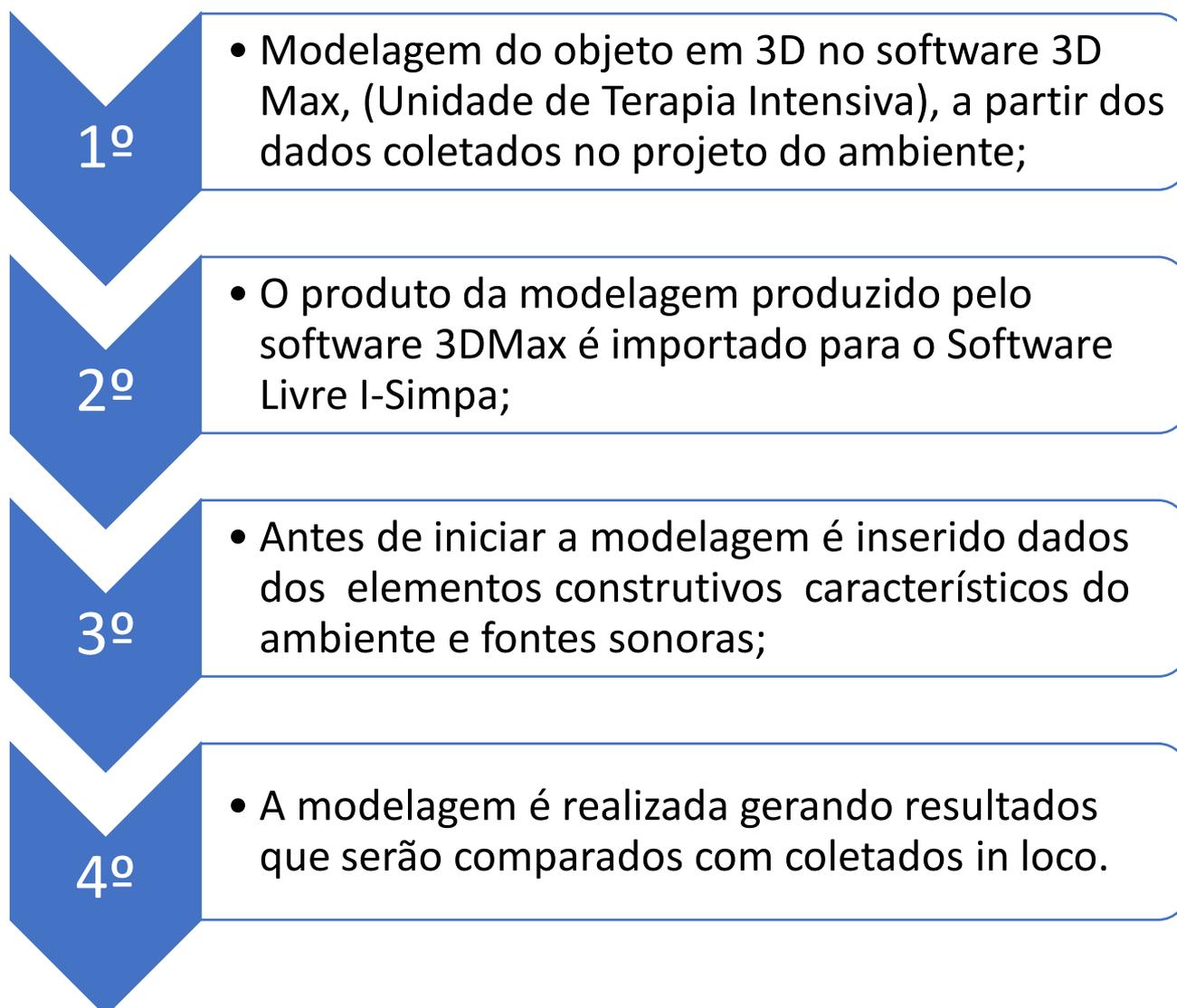
Figura 14– Simulação Acústica no I – Simpa de ambiente



Fonte: Autor

A sequência do modelagem ambiental é retratada no fluxograma (Figura 15):

Figura 15 - – Fluxograma do desenvolvimento do trabalho.



Fonte: Autor

#### **4.4. PARÂMETROS NORMATIVOS PARA AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS**

Para que a análise dos dados coletados seja investigada é necessário ter parâmetros pré-estabelecidos, assim foi determinada uma metodologia utilizada e descrita na NBR 10.152: 2020. Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações, visando o conforto da comunidade – Procedimento da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

A avaliação sonora de um ambiente interno de uma edificação é realizada pela comparação de seus níveis de pressão sonora representativos com os respectivos valores de referência para ambientes internos de uma edificação, de acordo com suas finalidades de uso.

Conforme a ABNT NBR 10152:2017, para fins de avaliação sonora, considera-se adequado para uso o ambiente cujos níveis de pressão sonora representativos sejam iguais ou inferiores aos valores de referência, (quadro 3), admitindo-se uma tolerância de até para mais ou menos 5 dB para RL<sub>Aeq</sub>, (Nível de pressão sonora equivalente ponderada em A), e RL<sub>Smax</sub>, (Nível máximo de pressão sonora ponderada em A e ponderada em S) e até 5 para RL<sub>Nc</sub>, (Nível pressão sonora em C). Os valores de RL<sub>Smax</sub> devem ser considerados apenas quando a fonte sonora – objeto de avaliação for parte integrante da própria edificação onde situa-se o ambiente avaliado. Assim para simular o espectro sonoro nos ambientes propostos são adotadas curvas de avaliação de ruído (NC), entre 30 e 55 respectivamente, sendo o limite inferior considerado o padrão para conforto acústico e, o limite superior, o nível sonoro aceitável para a finalidade, com tolerância de  $\pm 1$  dB.

Após a determinação do L<sub>Aeq</sub> é feita uma comparação entre o resultado obtido e o nível de critério de avaliação – NCA para classificar o tipo de área acústica em que a edificação está inserida como mostrado na Tabela 3.

Tabela 3- Valores de referência para ambientes internos de uma edificação de acordo

Finalidade de Uso	Valores de Referência		
	RL <sub>aeq</sub> (dB)	RL <sub>Smax</sub> (dB)	RL <sub>Nc</sub> (dB)
<b>Clínicas e Hospitais</b>			
-			
Berçários	35	40	30
Centro Cirúrgicos	35	40	30
Consultórios	35	40	30
Enfermarias	40	45	35
Laboratórios	45	50	40
Quartos Coletivos	40	45	35
Quartos individuais	35	40	30
Salas de Espera	45	50	40

Fonte: Adaptada da norma ABNT NBR 10152:2017

A Unidade de Tratamento Intensivo, UTI, será considerada os valores de referências dos Berçários, devido ser uma unidade pediátrica.

## 5. DADOS COLETADOS:

### 5.1 DADOS LEVANTAMENTO ACÚSTICO IN LOCO:

Esta seção foi subdividida em relação aos ambientes e os pontos que foram monitorados. Nas tabelas apresentadas nesta seção,  $L_{Amax}$  representa a maior leitura registrada pelo equipamento em dB(A), também em dB(A) e o erro experimental foi calculado através da incerteza expandida de medição provenientes dos resultados dos diversos  $L_{Aeq}$  calculados para um mesmo ponto. Quando o valor do desvio padrão foi inferior a 1,4 dB(A), adotou-se o valor da precisão do equipamento. Os níveis de critério de avaliação (NCA) adotados foram os descritos no Quadro 03 . O valor do nível sonoro corrigido LC foi aplicado conforme descrito na seção 4.4 , e este foi comparado com o NCA em cada caso. O sistema de cores é utilizado nas tabelas com os resultados obtidos com o parâmetros preconizados pela “ABNT NBR 10152:2017”, Quadro 3, com limite aceitável até 45 db e também para a coluna “NR-15” com limite aceitável até 85 db, conforme Tabela 04, e aplicado nas tabelas, ou seja, vermelho se o  $L_{Aeq}$  estiver acima do NCA, amarelo quando está dentro da margem de erro e por fim, verde quando está dentro dos limites estabelecidos. Na parte superior das barras estão representadas as barras de erro. Nas tabelas foram estabelecidas algumas notações:

Na coluna “NR - 15” e “ABNT NBR 10152:2017” são utilizadas três cores:

- vermelho quando LC está acima do limite preconizado;
- verde para quando LC está dentro dos limites estabelecidos;
- amarelo quando o LC está acima do limite, mas dentro da margem de erro experimental calculada;

Tabela 4 - Limite de Tolerância para Ruído Contínuo ou Intermitente NR -15 Anexo I

<b>NORMA REGULAMENTADORA 15 ATIVIDADES E OPERAÇÕES INSALUBRES</b>	
<b>LIMITES DE TOLERÂNCIA PARA RUIÍDO CONTÍNUO OU INTERMITENTE</b>	
<b>NÍVEL DE RUIÍDO DB (A)</b>	<b>MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL</b>
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

Fonte: Adaptada pelo autor.

### 5.1.1 UTI PEDIÁTRICA

A Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica é um ambiente com paredes de alvenaria, com piso sintético e forro em fibra mineral, ambiente que tem a presença de 08, (oito), leitos com camas, monitor multiparamétricos, (equipamento responsável em demonstrar em tempo real os sinais vitais de um paciente), e respiradores artificiais. Neste ambiente foram monitorados três pontos da Unidade de Tratamento Pediátrico do Hospital Estadual Materno Infantil Dr. Jurandir do Nascimento nos períodos: matutino, vespertino e noturno sendo eles: Ponto 1, Ponto 2 e Ponto 3, os resultados obtidos estão na Tabela 5 e Figura 16, onde são mostrados os valores do LC de todos os pontos localizados na UTI Pediátrica do HMI.

Tabela 5- Resultados experimentais Unidade de Tratamento Pediátrico do Hospital Estadual Materno Infantil Dr. Jurandir do Nascimento, nos períodos: matutino, vespertino e noturno.

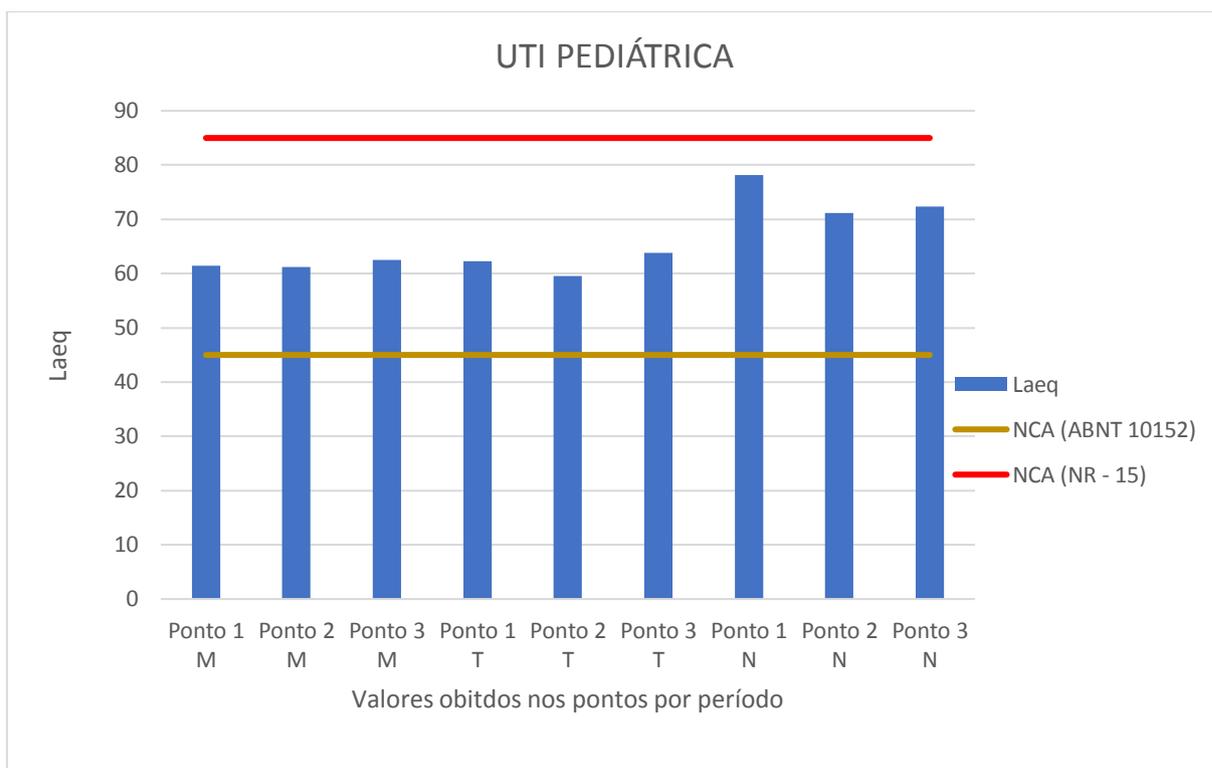
Ponto	Dia	Horário	NCA	Erro Exp	Lcmin	Lcmax	NR 15	ABNT NBR 10152:2017
Ponto 1	17/08/2020	07:00	65,5	3,9	61,6	69,36	Atende	Não Atende
Ponto 2		07:20	61,1	4,5	56,6	65,56	Atende	Não Atende
Ponto 3		07:40	57,1	3,6	53,5	60,74	Atende	Não Atende
Ponto 1		15:00	55,6	3,4	52,2	59,03	Atende	Não Atende
Ponto 2		15:20	59,1	4,2	54,9	63,31	Atende	Não Atende
Ponto 3		15:40	69,2	4,2	65,0	73,36	Atende	Não Atende
Ponto 1		19:00	70,4	4,1	66,3	74,50	Atende	Não Atende
Ponto 2		19:20	68,2	3,4	64,8	71,59	Atende	Não Atende
Ponto 3		19:40	76,2	4,0	72,2	80,25	Atende	Não Atende
Ponto 1	18/08/2020	07:00	63,2	3,7	59,5	66,94	Atende	Não Atende
Ponto 2		07:20	61,2	4,2	57,0	65,38	Atende	Não Atende
Ponto 3		07:40	68,2	3,6	64,6	71,75	Atende	Não Atende
Ponto 1		15:00	62,3	3,9	58,4	66,18	Atende	Não Atende
Ponto 2		15:20	58,2	3,9	54,3	62,06	Atende	Não Atende
Ponto 3		15:40	68,5	3,8	64,7	72,35	Atende	Não Atende
Ponto 1		19:00	79,5	4,1	75,4	83,56	Atende	Não Atende
Ponto 2		19:20	81,9	4,1	77,8	86,05	Não Atende	Não Atende
Ponto 3		19:40	57,3	4,5	52,8	61,80	Atende	Não Atende
Ponto 1	19/08/2020	07:00	61,5	4,0	57,5	65,53	Atende	Não Atende
Ponto 2		07:20	62,5	3,5	59,0	66,05	Atende	Não Atende
Ponto 3		07:40	62,5	3,6	58,9	66,11	Atende	Não Atende
Ponto 1		15:00	78,3	3,9	74,4	82,20	Atende	Não Atende
Ponto 2		15:20	64,5	4,3	60,2	68,78	Atende	Não Atende
Ponto 3		15:40	59,3	3,4	55,9	62,75	Atende	Não Atende
Ponto 1		19:00	78,2	4,5	73,7	82,69	Atende	Não Atende
Ponto 2		19:20	71,2	4,5	66,7	75,72	Atende	Não Atende
Ponto 3		19:40	58,2	3,7	54,5	61,93	Atende	Não Atende
Ponto 1	20/08/2020	07:00	54,6	3,6	51,0	58,20	Atende	Não Atende
Ponto 2		07:20	52,3	3,6	48,7	55,93	Atende	Não Atende
Ponto 3		07:40	53,6	3,6	50,0	57,18	Atende	Não Atende
Ponto 1		15:00	62,9	3,9	59,0	66,82	Atende	Não Atende
Ponto 2		15:20	62,8	3,6	59,2	66,42	Atende	Não Atende
Ponto 3		15:40	63,8	4,0	59,8	67,76	Atende	Não Atende
Ponto 1		19:00	79,2	4,2	75,0	83,39	Atende	Não Atende
Ponto 2		19:20	72,9	3,7	69,2	76,61	Atende	Não Atende
Ponto 3		19:40	73,6	4,0	69,6	77,61	Atende	Não Atende
Ponto 1	21/08/2020	07:00	53,5	3,5	50,0	57,00	Atende	Não Atende
Ponto 2		07:20	63,3	3,8	59,5	67,12	Atende	Não Atende
Ponto 3		07:40	68,5	3,5	65,0	72,01	Atende	Não Atende
Ponto 1		15:00	58,5	3,8	54,7	62,32	Atende	Não Atende
Ponto 2		15:20	59,5	3,8	55,7	63,31	Atende	Não Atende
Ponto 3		15:40	58,8	3,4	55,4	62,19	Atende	Não Atende
Ponto 1		19:00	61,3	4,0	57,3	65,35	Atende	Não Atende
Ponto 2		19:20	63,5	3,4	60,1	66,87	Atende	Não Atende
Ponto 3		19:40	72,3	3,3	69,0	75,60	Atende	Não Atende

Fonte: Autor

Dos resultados (Tabela 5) é possível observar que os três pontos verificados na UTI Pediátrica, todos os pontos em todos os períodos apresentaram valores superiores ao limite preconizado pela ABNT NBR 10152:2017 de 45 db, os valores obtidos comparados com o parâmetro estabelecido pela NR-15 de 85 db, encontra apenas um resultado que está acima do limite

permitido, porém analisando o erro experimental pode ser concluir que pela incerteza que pode estar dentro do limite. Na figura 16 foi realizado para facilitar a visualização a representação gráfica da média semanal dos resultados obtidos na UTI Pediátrica.

Figura 16 - – Média Mensal das Medições da UTI Pediátrica.



Fonte: Autor

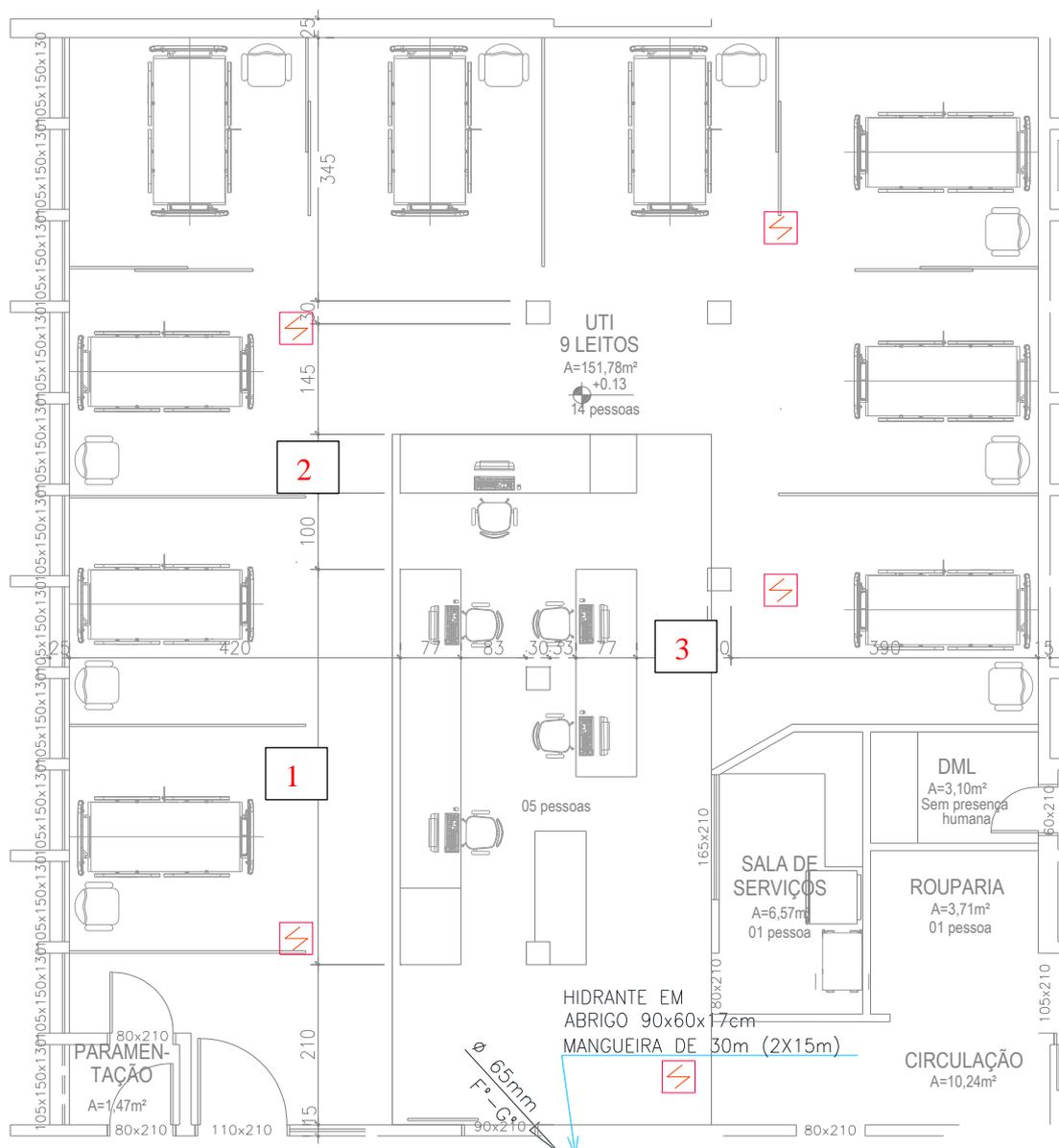
Os pontos onde foram realizadas as medições são mostrados na Figura 17 demonstra um dos pontos de medição com o equipamento instalado e na figura 18 a locação dos pontos de medições em planta baixa.

Figura 17- – Equipamento Instalado em um ponto de medição na UTI Pediátrica



Fonte: Autor

Figura 18- – Planta Baixa do ambiente UTI Pediátrica com pontos de medição.



Fonte: Autor

### 5.1.2 UTI NEONATAL

Neste ambiente de Unidade de Terapia Intensiva Neonatal, onde recém nascidos que necessitem de atenção especial permanecem até saírem de situação de risco de óbito, ambiente com paredes de alvenaria, piso de concreto polido e teto de laje maciça de concreto, composto por 5 , (cinco), leitos com incubadoras e monitores multiparametricos, neste ambiente foram locados 2, (dois) pontos de medições em cada ambiente da Unidade de Terapia Intensiva Neonatal, (Ponto 4 e Ponto 5), realizado medições nos três períodos de segunda feira a sexta feira, gerando o tabela 6 de resultados e a figura 19.

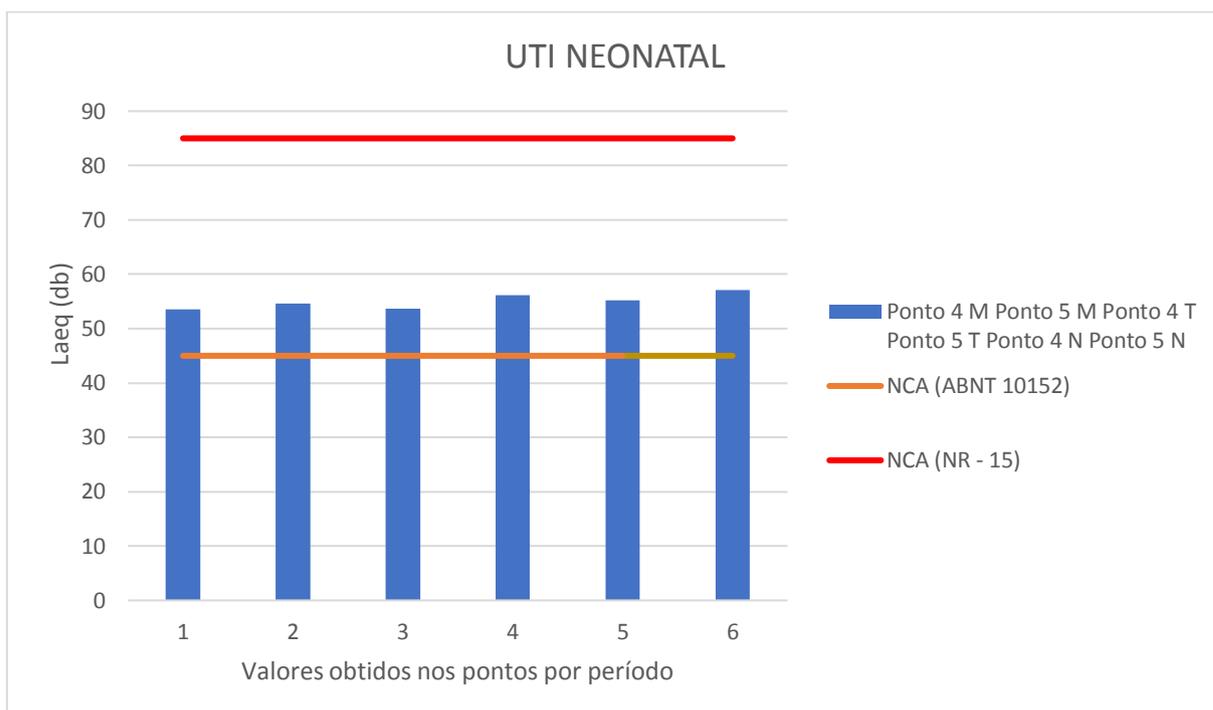
Tabela 6- Resultados experimentais Unidade de Terapia Intensiva Neonatal do Hospital Estadual Materno Infantil Dr. Jurandir do Nascimento, nos períodos: matutino, vespertino e noturno

Ponto	Dia	Horário	NCA	Erro exp.	Lcmin	Lcmax	NR 15	ABNT NBR 10152:2017
Ponto 4	24/08/2020	07:00	48,2	3,2	45,0	51,36	Atende	Não Atende
Ponto 5		07:20	51,3	3,5	47,8	54,78	Atende	Não Atende
Ponto 4		14:00	49,5	3,4	46,1	52,93	Atende	Não Atende
Ponto 5		14:20	52,9	3,6	49,3	56,46	Atende	Não Atende
Ponto 4		19:00	53,9	3,8	50,1	57,68	Atende	Não Atende
Ponto 5		19:20	53,9	3,5	50,4	57,43	Atende	Não Atende
Ponto 4	25/08/2020	07:00	56,3	3,7	52,6	59,99	Atende	Não Atende
Ponto 5		07:20	54,6	3,4	51,2	58,04	Atende	Não Atende
Ponto 4		14:00	53,4	3,9	49,5	57,26	Atende	Não Atende
Ponto 5		14:20	63,5	3,7	59,8	67,23	Atende	Não Atende
Ponto 4		19:00	63,9	3,7	60,2	67,58	Atende	Não Atende
Ponto 5		19:20	61,3	3,8	57,5	65,11	Atende	Não Atende
Ponto 4	26/08/2020	07:00	51,9	3,7	48,2	55,61	Atende	Não Atende
Ponto 5		07:20	55,2	3,4	51,8	58,62	Atende	Não Atende
Ponto 4		14:00	61,3	4,5	56,8	65,84	Atende	Não Atende
Ponto 5		14:20	60,4	4,1	56,3	64,52	Atende	Não Atende
Ponto 4		19:00	55,2	3,8	51,4	59,02	Atende	Não Atende
Ponto 5		19:20	48,5	3,7	44,8	52,22	Atende	Não Atende
Ponto 4	27/08/2020	07:00	53,5	3,5	50,0	57,05	Atende	Não Atende
Ponto 5		07:20	53,8	3,3	50,5	57,09	Atende	Não Atende
Ponto 4		14:00	54,6	3,5	51,1	58,15	Atende	Não Atende
Ponto 5		14:20	56,1	3,7	52,4	59,81	Atende	Não Atende
Ponto 4		19:00	65,3	3,3	62,0	68,64	Atende	Não Atende
Ponto 5		19:20	61,3	3,5	57,8	64,77	Atende	Não Atende
Ponto 4	28/08/2020	07:00	56,5	3,6	52,9	60,14	Atende	Não Atende
Ponto 5		07:20	56,3	3,6	52,7	59,91	Atende	Não Atende
Ponto 4		14:00	53,7	3,4	50,3	57,07	Atende	Não Atende
Ponto 5		14:20	54,5	4,0	50,5	58,50	Atende	Não Atende
Ponto 4		19:00	54,6	3,5	51,1	58,10	Atende	Não Atende
Ponto 5		19:20	57,1	3,3	53,8	60,40	Atende	Não Atende

Fonte: Autor

Dos resultados (Tabela 6 ) é possível observar que nos dois pontos de medições verificados na UTI Neonatal, de todos os pontos, em todos os períodos apresentaram valores superiores ao limite preconizado pela ABNT NBR 10152:2017 de 45 db, os valores obtidos comparados com os parâmetro estabelecido pela NR-15 de 85 db, encontra apenas dois resultados estão abaixo do limite permitido admitindo o erro experimental pode ser concluir que pela incerteza que pode estar dentro do limite. A figura 19 pode visualizar a representação gráfica da média semanal dos resultados obtidos na UTI Neonatal.

Figura 19– Média Mensal das Medições da UTI Pediátrica.



Fonte: Autor

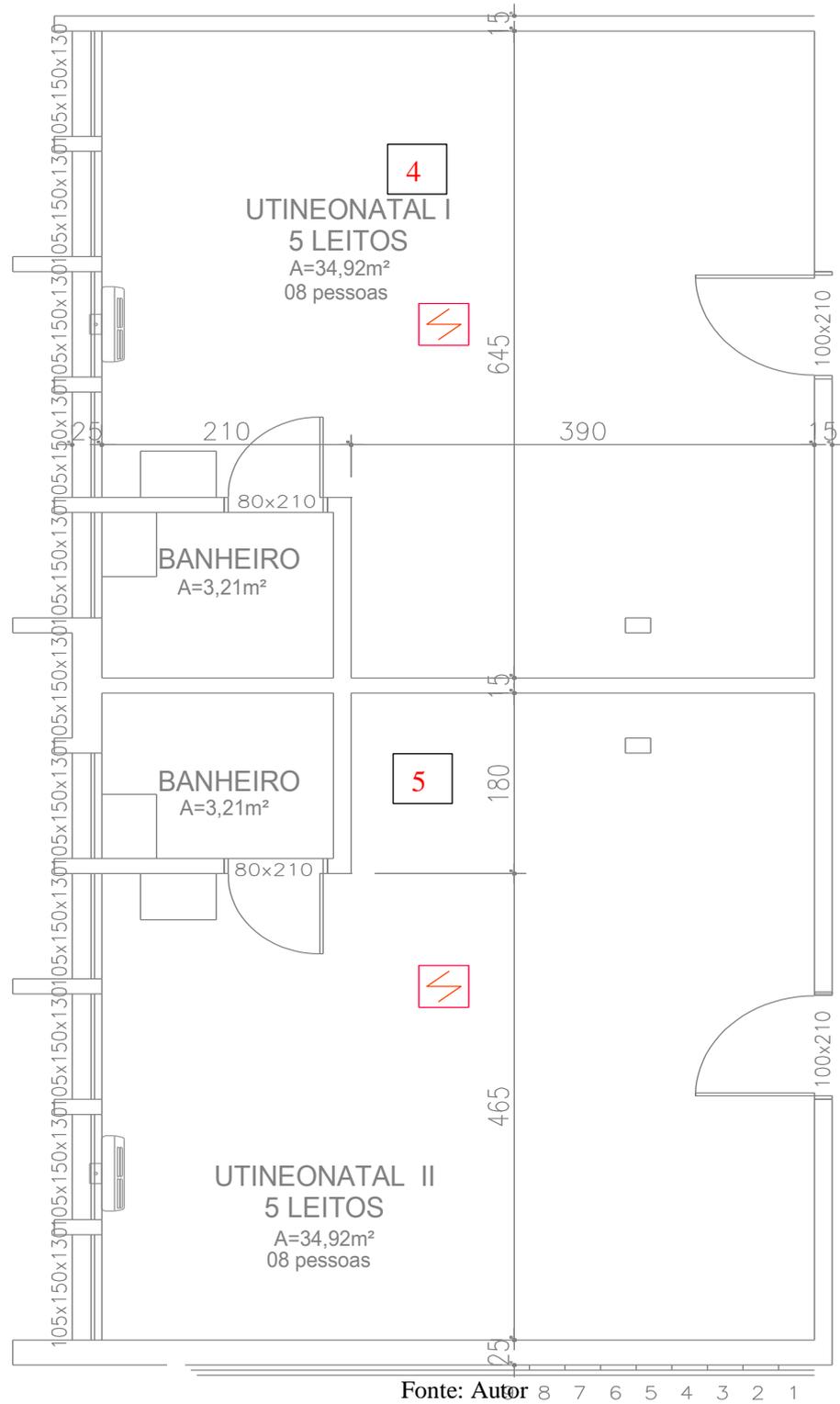
Os pontos que se obtiveram os valores utilizados, da Tabela 6 e Figura 19, são mostrados na Figura 20 e Figura 21.

Figura 20- – Equipamento de medição na UTI Neonatal e leito com equipamento de incubadora ao fundo



Fonte: Autor

Figura 21- – Planta Baixa do ambientes de UTI Neonatal com pontos de medição.



### 5.1.3 UTI MATERNO

O ambiente de Unidade de Terapia Intensiva Materno, unidade de atenção a mulheres em sua maioria gestantes que realizam a acompanhamento pré-natal que possua algum risco a vida por parte da mulher ou puérpera. Este ambiente possui as seguintes características paredes de alvenarias, piso de concreto polido e teto de laje maciça de concretos, o mobiliário é composto de leito de cama e os equipamentos de cada leito são: Monitores Multiparametricos, neste ambiente foram locados 2, (dois) pontos de medições em cada ambiente da Unidade de Terapia Intensiva Materno, (Ponto 6 e Ponto 7), realizado medições nos três períodos de segunda feira a sexta feira, gerando o Tabela 7 de resultados e a figura 22.

Tabela 7 - : Resultados experimentais Unidade de Terapia Intensiva Materno do Hospital Estadual Materno Infantil Dr. Jurandir do Nascimento, nos períodos: matutino, vespertino e noturno.

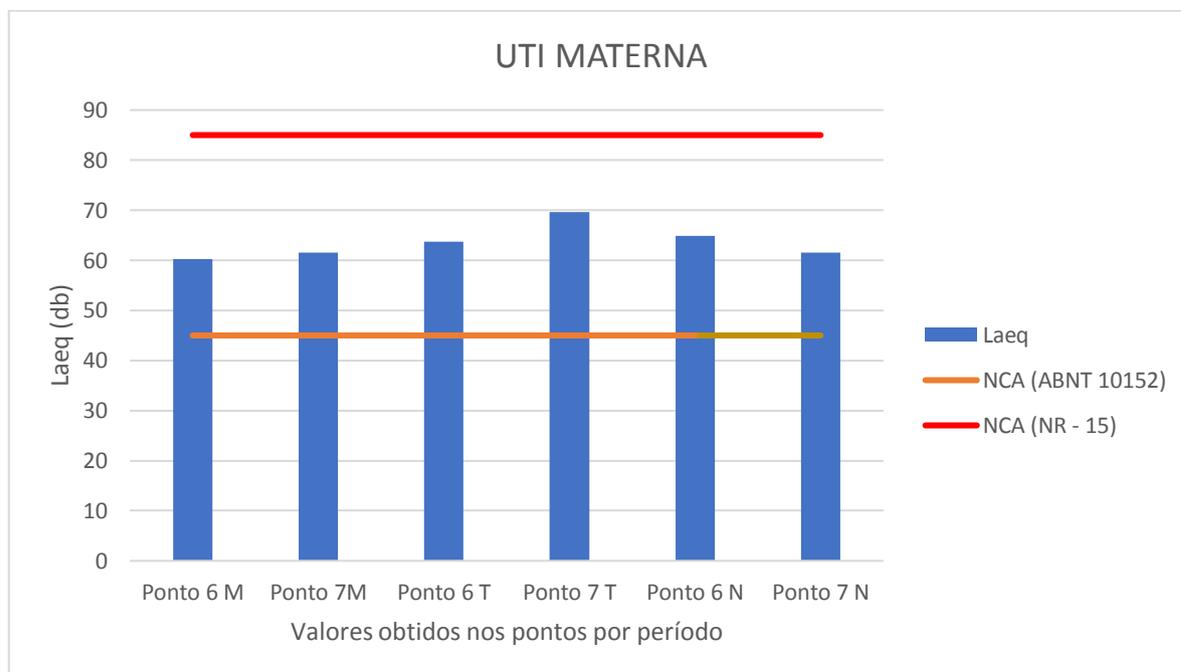
Ponto	Dia	Horário	NCA	Erro exp	Lcmin	Lcmax	NR 15	ABNT NBR 10152:2017
Ponto 06	31/08/2020	07:00	60,8	4,0	56,8	64,84	Atende	Não Atende
Ponto 07		07:20	61,5	3,9	57,6	65,39	Atende	Não Atende
Ponto 06		14:00	71,5	3,6	67,9	75,12	Atende	Não Atende
Ponto 07		14:20	71,3	3,4	67,9	74,71	Atende	Não Atende
Ponto 06		19:00	67,3	3,7	63,6	71,03	Atende	Não Atende
Ponto 07		19:20	59,5	4,0	55,5	63,49	Atende	Não Atende
Ponto 06	01/09/2020	07:00	69,6	4,4	65,2	73,97	Atende	Não Atende
Ponto 07		07:20	64,3	3,6	60,7	67,92	Atende	Não Atende
Ponto 06		14:00	72,8	3,6	69,2	76,41	Atende	Não Atende
Ponto 07		14:20	69,6	3,4	66,2	73,05	Atende	Não Atende
Ponto 06		19:00	75,6	3,2	72,4	78,75	Atende	Não Atende
Ponto 07		19:20	71,3	3,8	67,5	75,14	Atende	Não Atende
Ponto 06	02/09/2020	07:00	53,3	3,7	49,6	56,96	Atende	Não Atende
Ponto 07		07:20	55,3	3,6	51,7	58,89	Atende	Não Atende
Ponto 06		14:00	63,7	4,0	59,7	67,74	Atende	Não Atende
Ponto 07		14:20	62,3	3,4	58,9	65,65	Atende	Não Atende
Ponto 06		19:00	63,6	3,7	59,9	67,30	Atende	Não Atende
Ponto 07		19:20	61,5	4,3	57,2	65,76	Atende	Não Atende
Ponto 06	03/09/2020	07:00	54,6	3,4	51,2	58,03	Atende	Não Atende
Ponto 07		07:20	58,2	4,0	54,2	62,20	Atende	Não Atende
Ponto 06		14:00	61,5	3,6	57,9	65,05	Atende	Não Atende
Ponto 07		14:20	61,9	3,7	58,2	65,56	Atende	Não Atende
Ponto 06		19:00	64,9	3,6	61,3	68,51	Atende	Não Atende
Ponto 07		19:20	67,3	3,6	63,7	70,86	Atende	Não Atende
Ponto 06	04/09/2020	07:00	60,2	3,8	56,4	63,99	Atende	Não Atende
Ponto 07		07:20	61,5	3,8	57,7	65,29	Atende	Não Atende
Ponto 06		14:00	63,5	5,1	58,4	68,58	Atende	Não Atende
Ponto 07		14:20	71,6	3,8	67,8	75,41	Atende	Não Atende
Ponto 06		19:00	63,9	3,7	60,2	67,56	Atende	Não Atende
Ponto 07		19:20	61,5	3,9	57,6	65,41	Atende	Não Atende

Fonte: Autor

Dos resultados (Tabela 7 ) é possível observar que os dois pontos verificados na UTI Materno, todos os pontos em todos os períodos apresentaram valores superiores ao limite

preconizado pela ABNT NBR 10152:2017 de 45 db e os valores encontrados estão abaixo do limite estabelecido pela NR-15 de 85 db estão abaixo, mesmo sendo analisado o erro experimental. Os níveis de ruídos neste ambiente são provenientes dos equipamentos das pessoas que trabalham no local, inclusive alunos dos cursos de medicina e enfermagem que recebem orientações no trato dos pacientes, que também geram algum ruído, principalmente com conversas a equipamentos celulares que foram permitidos durante a Pandemia de Covid.

Figura 22 – Média Semanal das Medições da UTI Materno.



Fonte: Autor

Na figura 22 foi realizado para facilitar a visualização a representação gráfica da média semanal dos resultados obtidos na UTI Materno, pode notar que as medições realizadas no período vespertino, apresentam valores superiores aos demais devido aos pacientes que possuem estado capacidade de comunicação são permitido ligações telefônicas a partir de equipamento celulares no período de pandemia, ruídos: de conversas corpo clínico da unidade no local com os pacientes, carrinhos de higienização no deslocamento e também provenientes de fontes externas, devido à proximidade da Avenida Perimetral. Na figura 23 pode visualizar a locação dos pontos que foram medidos internamente neste ambiente.



### 5.1.4 UCIN

A UCIN ou Unidade de Cuidados Intermediários Neonatal é uma unidade de tratamento Semi-intensivo, destinada a atendimento a recém-nascidos conhecidos pela sigla R.N., que necessitam de atendimento com grau de risco intermediário e de maneira contínua, este ambiente apresenta estrutura com paredes de alvenaria, piso de concreto polido e teto com laje de concreto maciço. Leitos compostos por Berço Aquecido ou Incubadoras Neonatal, monitores parâmetros, neste ambiente foram locados 1, (um) ponto de medição no ambiente da Unidade de Cuidados Intermediários Neonatal , (Ponto 8), realizado medições nos três períodos de segunda feira a sexta feira, gerando o tabela 8 de resultados e a figura 24.

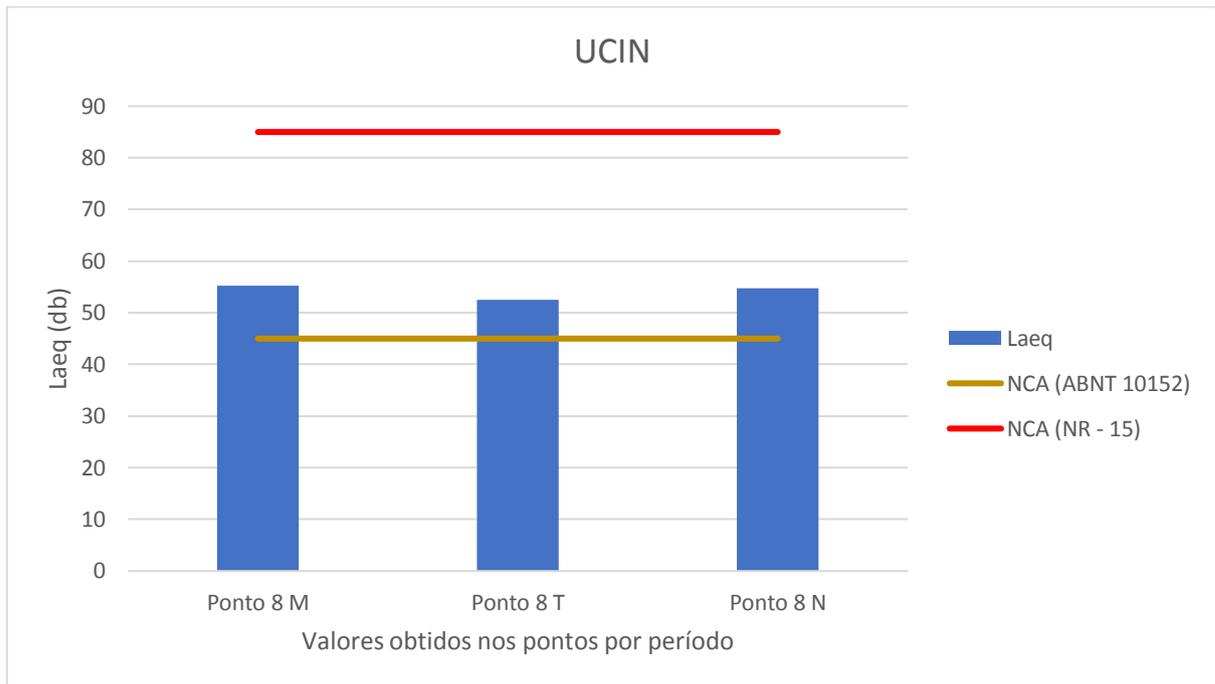
Tabela 8- Resultados experimentais Unidade de Cuidados Intermediários Neonatal do Hospital Estadual Materno Infantil Dr. Jurandir do Nascimento, nos períodos: matutino, vespertino e noturno.

Ponto	Dia	Horário	NCA	Erro Exp	Lcmin	Lcmax	NR 15	ABNT NBR 10152:2017
Ponto 08	25/01/2021	07:00	49,6	3,7	45,9	53,27	Atende	Não Atende
Ponto 08		14:00	53,5	3,7	49,8	57,20	Atende	Não Atende
Ponto 08		19:00	54,6	3,6	51,0	58,16	Atende	Não Atende
Ponto 08	26/01/2021	07:02	56,5	3,9	52,6	60,42	Atende	Não Atende
Ponto 08		14:01	54,6	3,8	50,8	58,43	Atende	Não Atende
Ponto 08		19:01	56,5	3,5	53,0	59,97	Atende	Não Atende
Ponto 08	27/01/2021	07:03	59,5	3,8	55,7	63,32	Atende	Não Atende
Ponto 08		14:01	52,5	3,7	48,8	56,23	Atende	Não Atende
Ponto 08		19:00	54,6	3,6	51,0	58,19	Atende	Não Atende
Ponto 08	28/01/2021	07:00	56,2	3,9	52,3	60,06	Atende	Não Atende
Ponto 08		14:01	58,4	3,9	54,5	62,26	Atende	Não Atende
Ponto 08		19:00	56,5	3,4	53,1	59,93	Atende	Não Atende
Ponto 08	29/01/2021	07:01	55,2	3,5	51,7	58,70	Atende	Não Atende
Ponto 08		14:03	49,5	3,5	46,0	52,99	Atende	Não Atende
Ponto 08		19:01	54,8	3,7	51,1	58,48	Atende	Não Atende

Fonte: Autor

Analisando os resultados obtidos no (tabela 8), verifica que o ponto de medição na Unidade de Cuidados Intermediários Neonatal , apresentou valores superiores ao limite preconizado pela ABNT NBR 10152:2017 de 45 db e os valores encontrados estão abaixo do limite estabelecido pela NR-15 de 85 db estão abaixo , mesmo sendo analisado o erro experimental. Os ruídos internos têm origem em diversas fontes, como os equipamentos que constantemente estão acionados, conversas entre colaboradores e precursores e alunos internos e residentes dos cursos de medicina, enfermagem e fisioterapia. Na figura 24 é possível analisar a variação do ruído nos períodos do dia.

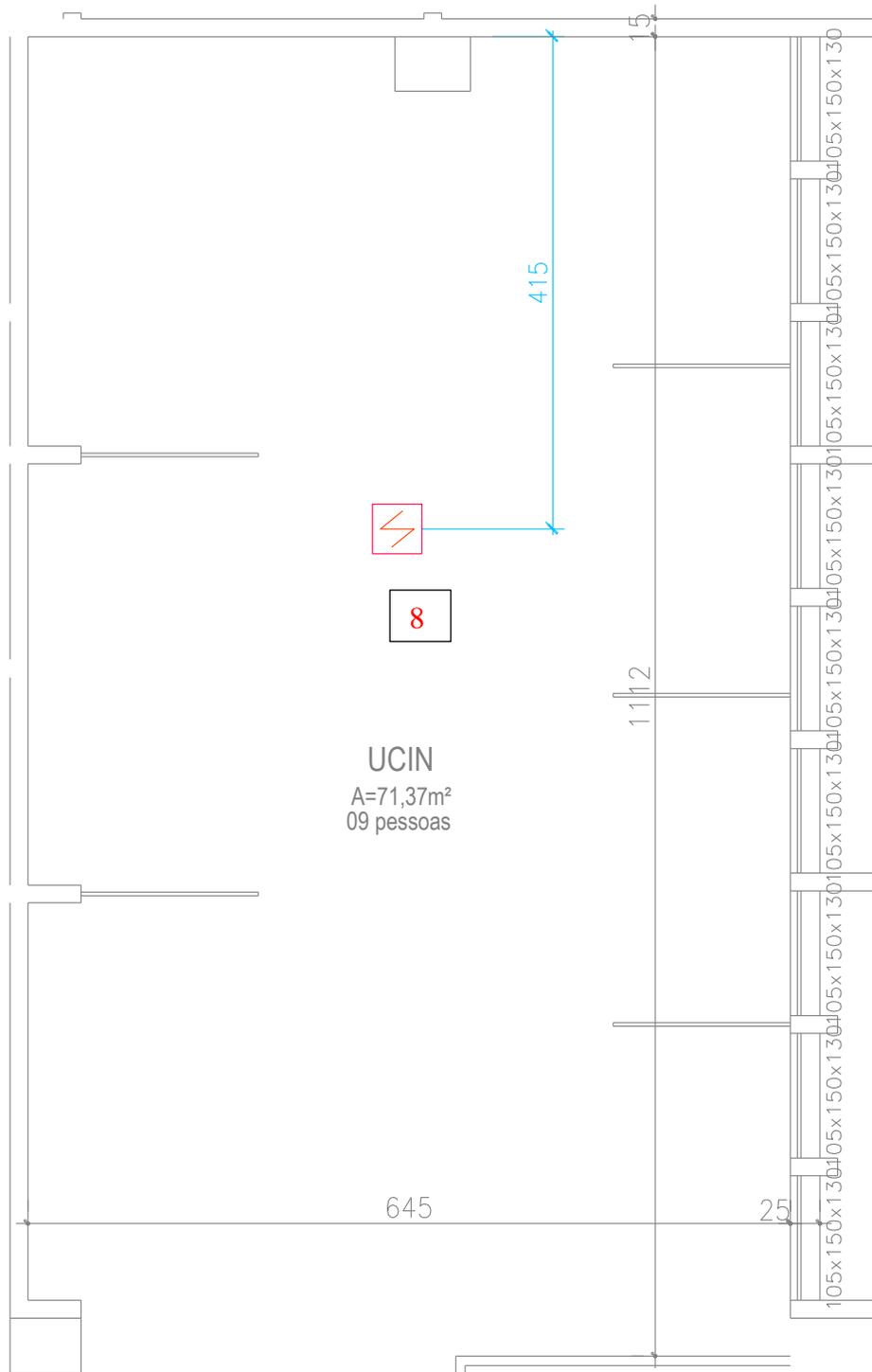
Figura 24 -- Média semanal das Medições da UCIN.



Fonte: Autor

Na figura 24 com a facilitação da visualização a representação gráfica da média semanal dos resultados obtidos na Unidade de Cuidados Intermediários Neonatal, pode se notar que existe pequena variação das medições obtidas, devido ao ruído ter origem apenas nos equipamentos sendo um ambiente que os pacientes geram pouco ruído e os colaboradores são orientados pela coordenação do setor a não realizarem conversas desnecessárias. Na figura 25 podemos visualizar a locação dos pontos que foram medidos internamente neste ambiente.

Figura 25- – Planta Baixa do ambientes UCIN com ponto de medição



Fonte: Autor

### 5.1.5 ENFERMARIAS

As enfermarias são ambientes de recuperação dos pacientes com grau de risco baixo, com áreas aproximadas de paredes de alvenaria, teto com laje maciça e piso de concreto polido, as enfermarias foram numeradas de 01 a 19, porém as enfermarias de 01 a 04 e a 11 foram modificadas para ambientes de isolamento a doenças de alto grau de contágio, sendo assim

retirada do estudo e a enfermaria 19 foi renomeada como Enfermaria Canguru para atender mães e R.N. em um programa de cuidados especiais diferenciados. Os leitos são compostos por camas e berços, neste ambiente foram locados 1, (um) ponto de medição em cada enfermaria , (Pontos 9 a 21), realizado medições nos três períodos de segunda feira a sexta feira, gerando o tabela 9 de resultados e a figura 26.

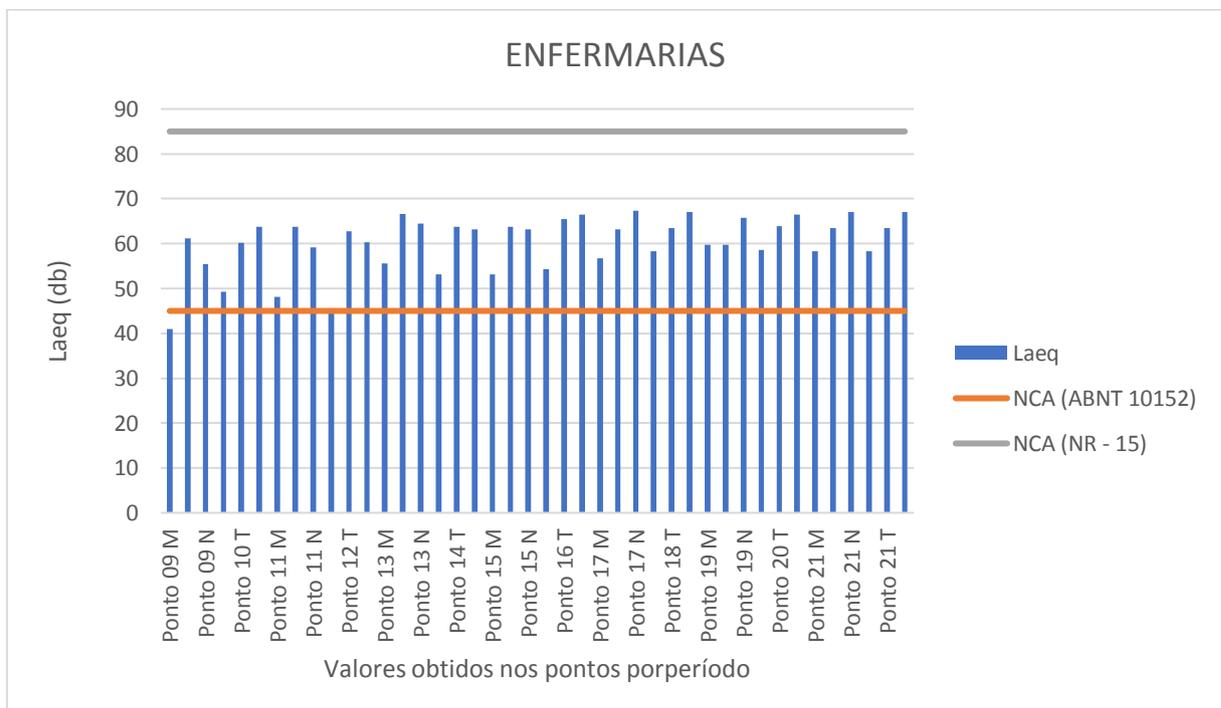
Tabela 9- Resultados experimentais Enfermarias do Hospital Estadual Materno Infantil Dr. Jurandir do Nascimento, nos períodos: matutino, vespertino e noturno.

Ponto	Local	Dia	Horário	NCA	Erro exp	Lcmin	Lcmax	NR 15	ABNT NBR 10152:2017
Ponto 09 M	Enfermaria 05	14/09/2020	07:00	40,9	3,91	37,0	44,81	Atende	Atende
Ponto 09 T		a	14:00	61,2	3,89	57,3	65,09	Atende	Não Atende
Ponto 09 N		18/09/2020	19:00	55,5	3,67	51,8	59,17	Atende	Não Atende
Ponto 10 M	Enfermaria 06	21/09/2020	07:00	49,3	3,72	45,6	53,02	Atende	Não Atende
Ponto 10 T		a	14:00	60,1	3,86	56,2	63,96	Atende	Não Atende
Ponto 10 N		25/09/2020	19:00	63,8	3,65	60,1	67,45	Atende	Não Atende
Ponto 11 M	Enfermaria 07	28/09/2020	07:00	48,2	3,54	44,7	51,74	Atende	Atende
Ponto 11 T		a	14:00	63,7	3,89	59,8	67,59	Atende	Não Atende
Ponto 11 N		02/10/2020	19:00	59,1	3,63	55,5	62,73	Atende	Não Atende
Ponto 12 M	Enfermaria 08	05/10/2020	07:00	44,8	3,49	41,3	48,29	Atende	Não Atende
Ponto 12 T		a	14:00	62,8	4,34	58,5	67,14	Atende	Não Atende
Ponto 12 N		09/10/2020	19:00	60,3	3,61	56,7	63,91	Atende	Não Atende
Ponto 13 M	Enfermaria 09	19/10/2020	07:00	55,6	3,44	52,2	59,04	Atende	Não Atende
Ponto 13 T		a	14:00	66,6	3,83	62,8	70,43	Atende	Não Atende
Ponto 13 N		23/10/2020	19:00	64,5	3,60	60,9	68,10	Atende	Não Atende
Ponto 14 M	Enfermaria 10	26/10/2020	07:00	53,2	3,66	49,5	56,86	Atende	Não Atende
Ponto 14 T		a	14:00	63,8	4,04	59,8	67,84	Atende	Não Atende
Ponto 14 N		30/10/2020	19:00	63,2	3,83	59,4	67,03	Atende	Não Atende
Ponto 15 M	Enfermaria 12	09/11/2020	07:00	53,2	3,66	49,5	56,86	Atende	Não Atende
Ponto 15 T		a	14:00	63,8	4,04	59,8	67,84	Atende	Não Atende
Ponto 15 N		13/11/2020	19:00	63,2	3,83	59,4	67,03	Atende	Não Atende
Ponto 16 M	Enfermaria 13	23/11/2020	07:00	54,3	3,59	50,7	57,89	Atende	Não Atende
Ponto 16 T		a	14:00	65,5	4,00	61,5	69,50	Atende	Não Atende
Ponto 16 N		27/11/2020	19:00	66,5	3,79	62,7	70,29	Atende	Não Atende
Ponto 17 M	Enfermaria 14	30/11/2020	07:00	56,8	3,65	53,2	60,45	Atende	Não Atende
Ponto 17 T		a	14:00	63,2	4,10	59,1	67,30	Atende	Não Atende
Ponto 17 N		04/12/2020	19:00	67,3	3,97	63,3	71,27	Atende	Não Atende
Ponto 18 M	Enfermaria 15	07/12/2020	07:00	58,3	3,47	54,8	61,77	Atende	Não Atende
Ponto 18 T		a	14:00	63,5	3,54	60,0	67,04	Atende	Não Atende
Ponto 18 N		11/12/2020	19:00	67,1	3,86	63,2	70,96	Atende	Não Atende
Ponto 19 M	Enfermaria 16	14/12/2020	07:00	59,7	3,80	55,9	63,50	Atende	Não Atende
Ponto 19 T		a	14:00	59,8	3,81	56,0	63,61	Atende	Não Atende
Ponto 19 N		18/12/2020	19:00	65,8	3,83	62,0	69,63	Atende	Não Atende
Ponto 20 M	Enfermaria 17	07/01/2021	07:00	58,6	3,73	54,9	62,33	Atende	Não Atende
Ponto 20 T		a	14:00	63,85	4,00	59,8	67,85	Atende	Não Atende
Ponto 20 N		11/01/2021	19:00	66,45	3,85	62,6	70,30	Atende	Não Atende
Ponto 21 M	Enfermaria 18	15/01/2021	07:00	58,3	3,47	54,8	61,77	Atende	Não Atende
Ponto 21 T		a	14:00	63,5	3,54	60,0	67,04	Atende	Não Atende
Ponto 21 N		19/01/2021	19:00	67,1	3,86	63,2	70,96	Atende	Não Atende
Ponto 21 M	Enfermaria Canguru	20/01/2021	07:00	58,3	3,47	54,8	61,77	Atende	Não Atende
Ponto 21 T		a	14:00	63,5	3,54	60,0	67,04	Atende	Não Atende
Ponto 21 N		24/01/2021	19:00	67,1	3,86	63,2	70,96	Atende	Não Atende

Fonte: Autor

Observa-se que os resultados obtidos nas enfermarias apenas dois valores estão dentro do limite estabelecido pela ABNT NBR 10152:2017 de 45 db e os valores encontrados estão abaixo do limite estabelecido pela NR-15 de 85 db estão abaixo, porém uma análise tendo como o parâmetro da Norma Regulamentadora do Trabalho NR-15, que é aplicada apenas com parâmetro de exposição a trabalhadores, sendo assim não deve ser considerada, pois nestes ambientes não possuem colaboradores fixos expostos ao ruído, desses valores mesmo sendo analisado o erro experimental. Os ruídos internos nestes ambientes são gerados pelas próprios pacientes e acompanhantes que utilizam o ambiente, sendo permitido até equipamentos de comunicação (celulares), e entretenimento como televisores. Na figura 26 é possível analisar a variação do ruído nos períodos do dia nas diversas enfermarias.

Figura 26- – Média Semanal das Medições das Enfermarias



Fonte: Autor

Na figura 26 consegue perceber que os valores obtidos nos períodos noturnos e vespertinos são maiores devido também o horário estar dentro do horário de troca de acompanhantes e alimentação. As enfermarias que apresentaram menores valores, (09, 10 e 11) são de crianças até 12 anos, enquanto as demais de adultos. Necessitando de mais estudos para estabelecer qualquer relação. A imagem com a disposição dos pontos de medições na enfermaria está disposta no Apêndice.

### 5.1.6 CENTRO CIRÚRGICO

Conforme a definição de Martins (2013), O Centro Cirúrgico (CC) é uma unidade hospitalar onde são executados procedimentos anestésico-cirúrgicos, diagnósticos e terapêuticos, tanto em caráter eletivo quanto emergencial. Esse ambiente, marcadamente de intervenções invasivas e de recursos materiais com alta precisão e eficácia, requer profissionais habilitados para atender diferentes necessidades do usuário diante da elevada densidade tecnológica e à variedade de situações que lhe conferem uma dinâmica peculiar de assistência em saúde. O Centro Cirúrgico do HMI é composto por 03 salas de cirurgias gerais, 01 sala de parto e 0 sala de recuperação pós anestesia, com estrutura de paredes de alvenaria, piso de concreto polido e teto de laje maciça, exemplificada na figura 27, devido ser uma área fechada com restrição de acesso foi realizada a medição em apenas uma das salas cirúrgicas, (Ponto 22). Assim realizado medições nos três períodos de segunda feira a sexta feira, gerando o Tabela 10 de resultados e a figura 28.

Figura 27- Sala de Cirurgia Geral do Centro Cirúrgico do HMI



Fonte: Autor

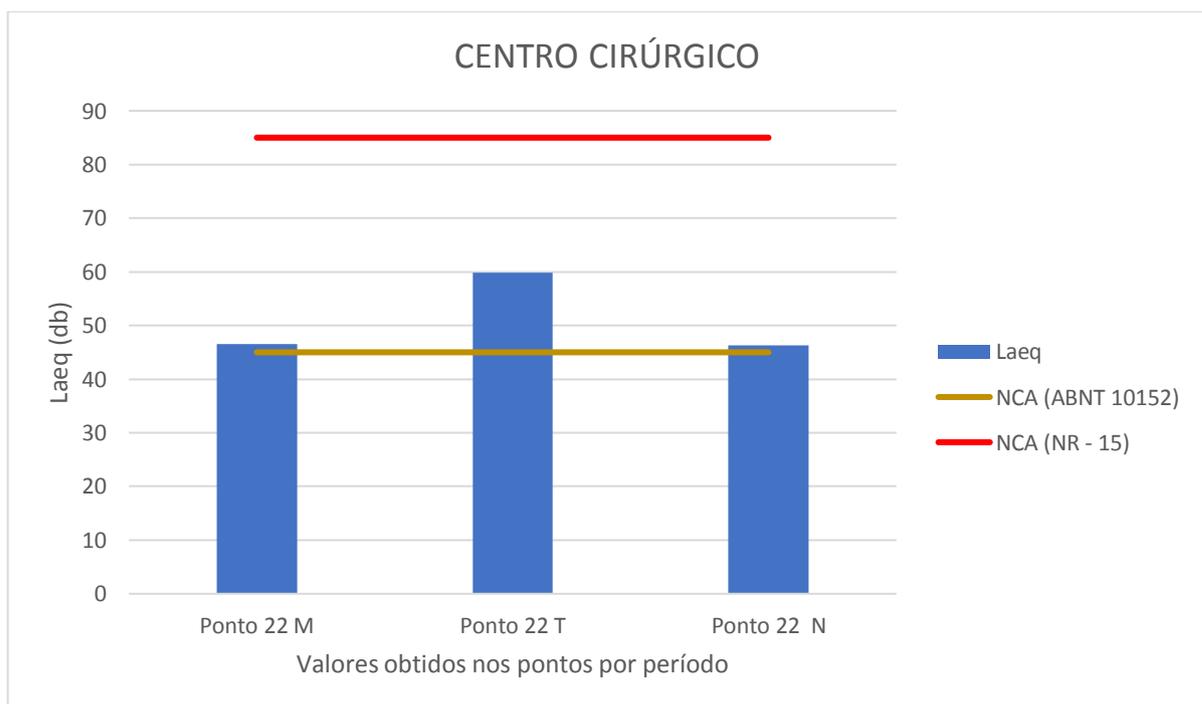
Tabela 10 - Resultados experimentais Centro Cirúrgico do Hospital Estadual Materno Infantil Dr. Jurandir do Nascimento, nos períodos: matutino, vespertino e noturno.

Ponto	Dia	Horário	NCA	Erro	Lcmin	Lcmax	NR 15	ABNT NBR 10152:2017
Ponto 22	01/02/2021	07:00	43,2	3,3	39,9	46,46	Atende	Atende
Ponto 22		14:00	59,8	3,5	56,3	63,28	Atende	Não Atende
Ponto 22		19:00	43,5	3,5	40,0	46,95	Atende	Atende
Ponto 22	02/02/2021	07:00	65,3	3,5	61,8	68,80	Atende	Não Atende
Ponto 22		14:00	62,3	3,4	58,9	65,67	Atende	Não Atende
Ponto 22		19:00	46,3	3,5	42,8	49,82	Atende	Atende
Ponto 22	03/02/2021	07:00	46,5	3,4	43,1	49,92	Atende	Atende
Ponto 22		14:00	65,9	3,9	62,0	69,84	Atende	Não Atende
Ponto 22		19:00	44,5	3,2	41,3	47,74	Atende	Atende
Ponto 22	04/02/2021	07:00	62,9	4,4	58,5	67,31	Atende	Não Atende
Ponto 22		14:00	48,9	3,8	45,1	52,72	Atende	Não Atende
Ponto 22		19:00	56,9	3,7	53,2	60,58	Atende	Não Atende
Ponto 22	05/02/2021	07:00	45,8	3,3	42,5	49,14	Atende	Atende
Ponto 22		14:00	44,3	3,6	40,7	47,89	Atende	Atende
Ponto 22		19:00	46,5	3,4	43,1	49,94	Atende	Atende

Fonte: Autor

No Centro Cirúrgico é uma situação atípica no valores abaixo com maior frequência dentro do limite estabelecido pela ABNT NBR 10152:2017 de 45 db e os valores encontrados estão abaixo do limite estabelecido pela NR-15 de 85 db estão abaixo, porém uma análise tendo como o parâmetro da Norma Regulamentadora do Trabalho NR-15, podendo ser explicada dos valores abaixo devido a não utilização do ambiente quando obtido o valor da medição, tendo apenas um ruído de fundo. Esses ruídos de fundo eram oriundos da sala de parto. Na figura 28 é possível analisar a variação do ruído nos períodos do dia no Centro Cirúrgico.

Figura 28 – Média Semanal das Medições das Enfermarias



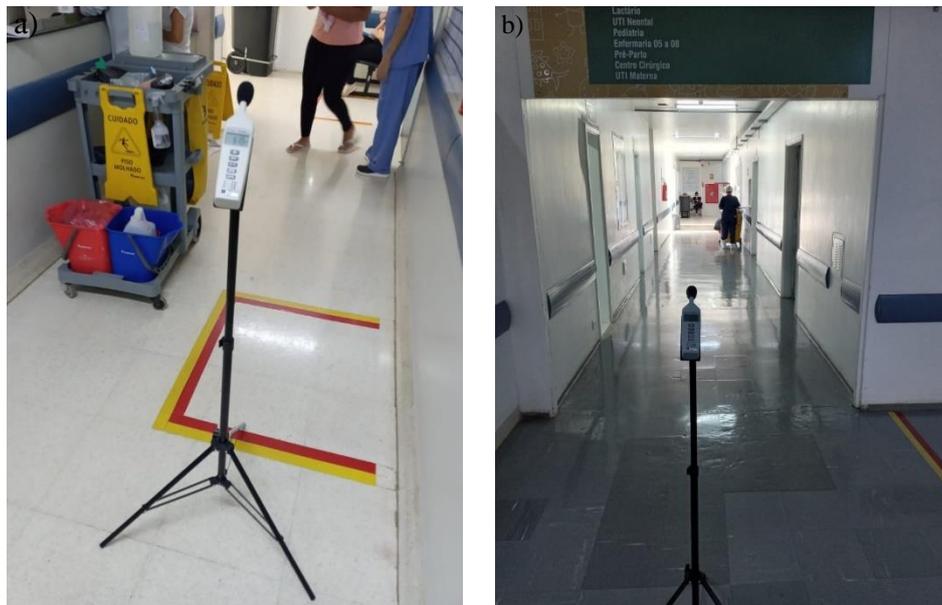
Fonte: Autor

Na figura 28 percebe se que os valores obtidos no período vespertino são maiores devido o horário da medição coincidir com a maioria das cirurgias agendadas. A imagem com a disposição dos pontos de medições na enfermaria está disposta no Apêndice.

### 5.1.7 CORREDORES

Os corredores interligam as diversas áreas dentro do hospital, e quando esta instituição tem alto fluxo de pessoas sofre com o excesso de ruído provocando por diversas fontes distintas desde conversa de pessoas, (colaboradores, pacientes, estudantes entre outros), a oriundo de transporte da alimentação ou limpeza, podendo ser exemplificado pelas figuras 29a e 29b. Foram realizados medições nos corredores de acesso as Unidades de Tratamento Intensivos e Unidade de Cuidados Intensivos Neonatal, (Pontos 24 a 27), realizado medições nos três períodos de segunda feira a sexta feira, gerando o Tabela 11 de resultados e a figura 30.

Figura 29- a) Figura do corredor de acesso da UTI Materna com a presença do carrinho de limpeza e colaboradores conversando, b) Figura do corredor de acesso de acesso a UTI materna e UTI Neonatal.



Fonte: Autor

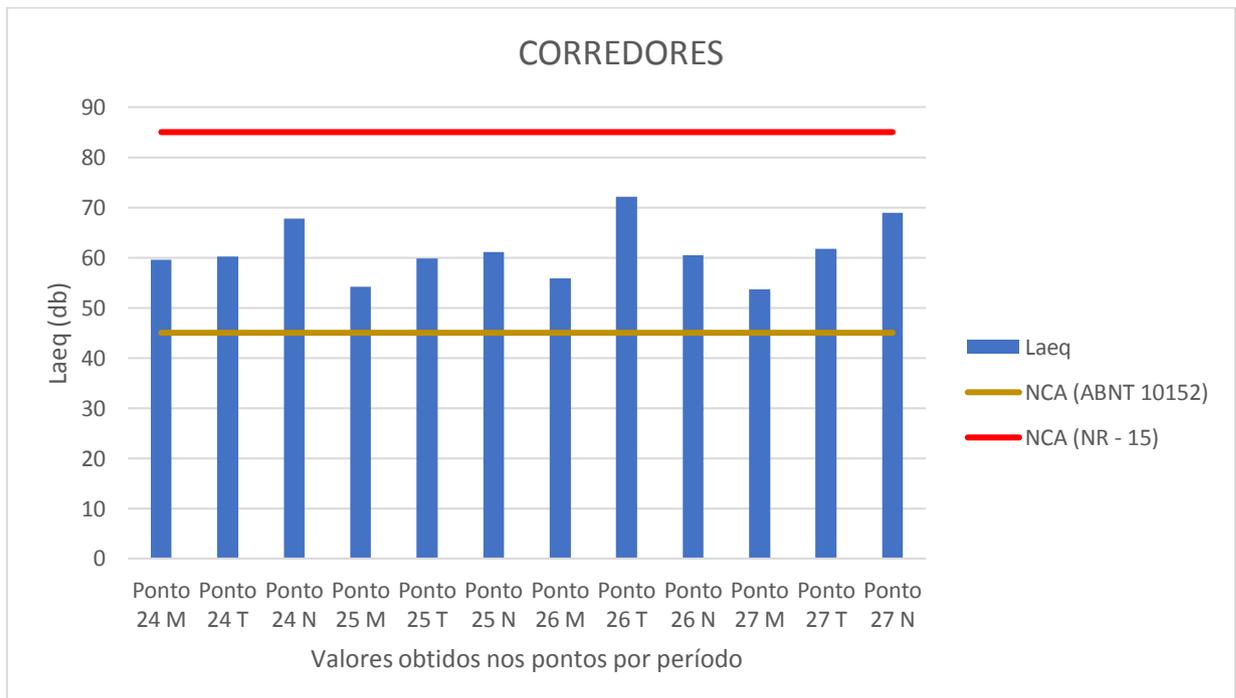
Tabela 11- Resultados experimentais nos corredores do Hospital Estadual Materno Infantil Dr. Jurandir do Nascimento, nos períodos: matutino, vespertino e noturno.

Ponto	Local	Dia	Horário	NCA	Erro exp	Lcmin	Lcmax	NR 15	ABNT NBR 10152:2017
Ponto 24 M	CORREDOR UTI PEDIÁTRICA	08/02/2021	07:00	59,5	4,4	55,1	63,86	Atende	Não Atende
Ponto 24 T			14:00	60,2	3,8	56,4	64,03	Atende	Não Atende
Ponto 24 N		12/02/2021	19:00	67,8	4,2	63,6	72,02	Atende	Não Atende
Ponto 25 M	CORREDOR UTI MATERNO	22/02/2021	07:00	54,2	4,2	50,0	58,42	Atende	Não Atende
Ponto 25 T			14:00	59,8	3,8	56,0	63,60	Atende	Não Atende
Ponto 25 N		26/02/2021	19:00	61,1	4,3	56,8	65,36	Atende	Não Atende
Ponto 26 M	CORREDOR UCIN	01/03/2020	07:00	55,8	4,1	51,7	59,89	Atende	Não Atende
Ponto 26 T			14:00	72,1	3,8	68,3	75,88	Atende	Não Atende
Ponto 26 N		05/03/2020	19:00	60,5	4,5	56,0	64,98	Atende	Não Atende
Ponto 27 M	CORREDOR UTI NEONATAL	08/03/2020	07:00	53,6	4,4	49,2	57,98	Atende	Não Atende
Ponto 27 T			14:00	61,7	3,7	58,0	65,42	Atende	Não Atende
Ponto 27 N		12/03/2020	19:00	68,9	8,0	60,9	76,90	Atende	Não Atende

Fonte: Autor

Os corredores devido ao alto fluxo de pessoas e transporte da alimentação, roupas e resíduos era esperado ultrapassar o limite estabelecido pela ABNT NBR 10152:2019, de 45 decibéis, como foi observado e no dados obtidos, que também confirmou uma tendência encontrada nos resultados obtidos em outros ambientes anteriormente medidos de não ultrapassar os limites estabelecidos pela Norma Regulamentadora do trabalho NR – 15, de 85 decibéis.

Figura 30- – Média Semanal das Medições dos corredores



Fonte: Autor

Na figura 30 percebe se que os valores obtidos no período vespertino associada ao maior fluxo de pessoas transitando, alimentação, roupas e higienização dos ambientes. A imagem com a disposição dos pontos de medições na enfermaria está disposta no Apêndice.

### 5.1.8 AMBIENTES EXTERNOS

Para um melhor entendimento da poluição sonora nesta unidade hospitalar foi realizado medições nas proximidades em ambiente externo, como referências foi utilizado o que é preconizado pela ABNT NBR 10151:2019 - *Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento*, (Tabela12) e a **LEI COMPLEMENTAR Nº 318, DE 03 DE JULHO DE 2019**. Modifica e inclui dispositivos à Lei Complementar n.º 14, de 29 de dezembro de 1992, que Institui o Código de Posturas do Município de Goiânia e dá outras providências, publicada em 03 de julho de 2019, aumentou os limites de tolerância em relação a versão anterior, publicada em 2008. Os parâmetros para a nova legislação são:

- Zonas de Hospitalares: 50 dB(A) no período diurno e 45 dB(A) no período noturno;
- Zonas Residenciais Urbanas: 80 dB(A) no período diurno e 75 dB(A) períodos noturno;
- Centro da capital: 80 dB(A) no período diurno e 75 dB(A) no período noturno;

Área predominantemente industrial: 70 dB(A) no período diurno e 60 dB(A) no período noturno

Foram realizadas medições em quatro pontos (28,29,30,31), escolhidas de forma a apresentar algum contato com fachada do hospital ,Figura 31, e no ponto na Avenida Anhanguera mesmo não tendo contato diretamente com nenhuma fachada é um corredor de alto fluxo de modais de transporte e pessoas, Figura 32. No tabela13 pode se verificar os resultados obtidos nas medições e na Figura 31.

Tabela 12- Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A)

Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: ABNT NBR 10.151:2019

Figura 31- a) Medição em ambiente externo, calçada da Avenida Perimetral. b) Medição em ambiente externo, calçada rua 07



Fonte: Autor

Figura 32- Medição em ambiente externo, Avenida Anhanguera.



Fonte: Autor

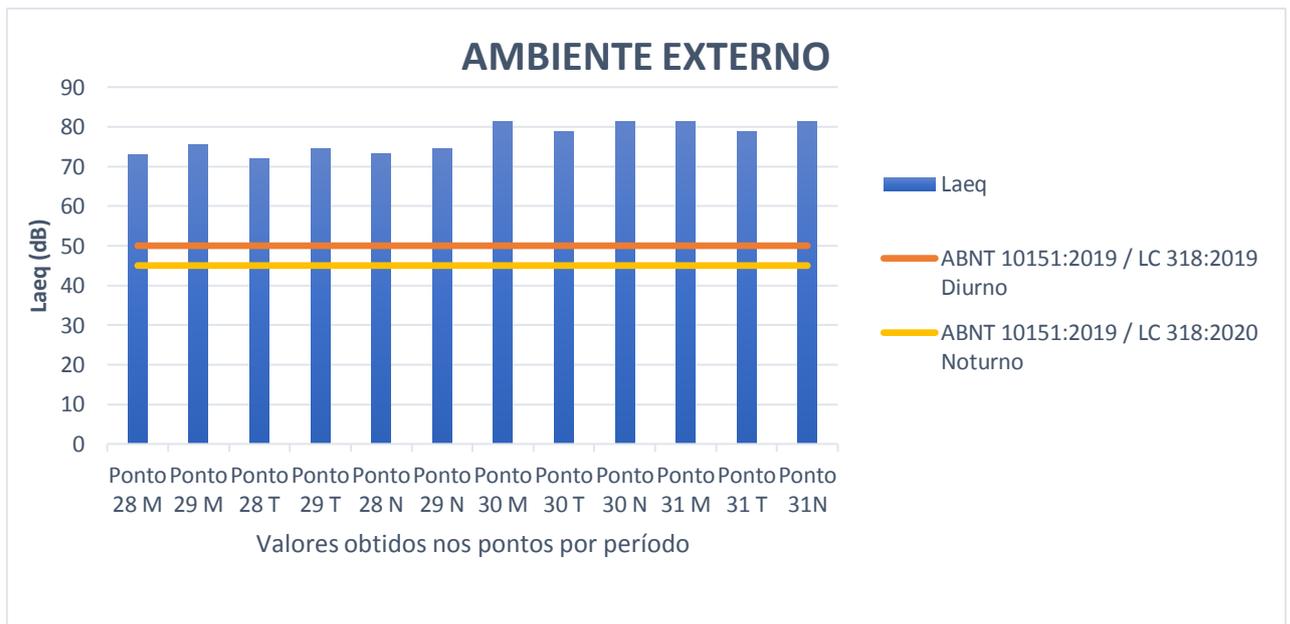
Tabela 13- – Média Semanal das Medições em ambiente externo ao Hospital

Ponto	Local	Dia	Horário	Laeq(dB)	Nca Lei Complementar 318/2019	ABNT NBR 10151:2017	LC 318	ABNT NBR 10151:2017
Ponto 28 M	AVENIDA PERIMETRAL	14/09/2020	07:00	72,95	50	50	Não Atende	Não Atende
Ponto 29 M			a	14:00	75,55	50	50	Não Atende
Ponto 28 T		21/09/2020	19:00	71,85	50	50	Não Atende	Não Atende
Ponto 29 T			a	07:00	74,4	50	50	Não Atende
Ponto 28 N		25/09/2020	14:00	73,2	50	50	Não Atende	Não Atende
Ponto 29 N			a	19:00	74,35	50	50	Não Atende
Ponto 30 M	RUA 07	28/09/2020	07:00	81,2	50	50	Não Atende	Não Atende
Ponto 30 T			a	14:00	78,7	50	50	Não Atende
Ponto 30 N		02/10/2020	19:00	81,3	50	50	Não Atende	Não Atende
Ponto 31 M	AVENIDA ANHAN-GUERA	05/10/2020	07:00	81,2	50	50	Não Atende	Não Atende
Ponto 31 T			a	14:00	78,7	50	50	Não Atende
Ponto 31 N		09/10/2020	19:00	81,3	50	50	Não Atende	Não Atende

Fonte: Autor

O tabela 13, quantifica os resultados que é percebido ao trafegar externamente pelas imediações do hospital, com todos os valores obtidos acima do preconizado pelas normas citadas nessa seção. Ficando nítido na figura 33 a discrepância, ruídos provenientes do alto fluxo de veículos nessa rua e avenidas.

Figura 33– Média Semanal das Medições dos corredores



Fonte: Autor

## 5.2 MODELAGEM COM SOFTWARE:

As características acústicas de um recinto são quantificadas objetivamente por diversos parâmetros físicos: como a Absorção dos materiais que compõem o recinto, temperatura, umidade relativa do ar. Para simular diversos ambientes entre outros, O *I-SIMPA* foi desenvolvido no Instituto Francês de Ciência e Tecnologia para Transporte, podendo ser utilizado por todos os profissionais, estudantes e interessados na área de acústica de salas e ambiental. Como mencionado no item 4.3, a simulação é dividida em 3 abas: Scene destinado a editar e simular; Calculation para editar propriedades dos cálculos e Results onde os resultados são mostrados. Os parâmetros acústicos calculados pelo software são: Tempo de Reverberação (RT) em [s], Clareza (C) em [dB], Definição (D) em [%], Suporte Inicial (ST), Tempo de Decaimento Inicial (EDT) em [s], Tempo Central (Ts) em [ms], Fator de Força do som (G) em [dB], Energia Lateral Inicial (LFC e LF) em [%], Nível de Pressão Sonora (SPL) em [dB] e [dB(A)], Suporte Inicial (ST) em [dB]. Durante a entrada dos dados, são solicitadas também as definições de condições climáticas para o cálculo de coeficiente de absorção. É possível registrar a pressão atmosférica em [Pa], temperatura em [°C], rugosidade da superfície (água, grama etc.) em  $z_0$  [m], umidade relativa do ar em [%] e opções meteorológicas avançadas para cálculos estatísticos.

Segundo (Gabeoso, Barbo e Brandão, 2018), os cálculos no programa estão disponíveis em dois códigos numéricos, de modo que um utiliza código de TCR, sigla francesa que significa "Théorie Classique de la Réverbération" tratando-se de um cálculo da teoria clássica de reverberação proposta por Sabine e Eyring, funcionando apenas para espaços fechados.

O outro tipo trata do código de cálculo de SPPS, também uma sigla proveniente do francês "Simulation de la Propagation de Particules Sonores", sendo este baseado no método de traçado de partícula, utilizando a hipótese energética a partir da geometria importada. Esse código pode ser aplicado na maioria das situações em acústica de salas, incluindo campo livre.

Neste método, cada partícula gerada pela fonte carrega uma quantidade de energia até colidir com um objeto. Em cada colisão, as partículas sonoras são absorvidas, refletidas, espalhadas, difundidas e transmitidas dependendo das características acústicas do objeto em colidido.

O objetivo principal deste Capítulo é simular o NPS, dentro das Unidades de Tratamento Intensivo Pediátrico (UTI Ped), Unidade de Tratamento Materno (UTI Materno), Unidade de Tratamento Intensivo Neonatal (UTI Neo) e Unidade de Cuidados Especiais Neonatal (UCIN), com equipamentos específicos de cada ambiente ligados, (ar-condicionado, monitores

paramétricos), os ambientes mesmo que possuam aberturas de portas e janelas a fim de simplificar a simulação não são considerados. A banda de frequência utilizada para análise do NPS simulado foi de 1000 Hz, por ser a banda de frequência estabelecida para adoção dos limites referentes aos limiares da audição e limiar da dor (COSTA,2015).

Quando se busca avaliar o espectro sonoro nos ambientes propostos, tendo como critério a norma NBR 10152, que trata dos níveis de ruído para conforto acústico. Para análises de espectro sonoro são adotadas curvas de avaliação de ruído (NC), conforme mostrado na tabela 14. No ambiente hospitalar o critério para os limites inferior e superior correspondem às curvas NC 30 e 50 respectivamente, sendo o limite inferior considerado o padrão para conforto acústico. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019).

Tabela 14 – Níveis de pressão sonora, em dB, correspondente às curvas

CURVA NC	Frequência centrais das bandas de oitava									
	16Hz	31,5Hz	63 Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz
70	90	90	84	79	75	72	71	70	68	68
65	90	88	80	75	71	68	65	64	63	62
60	90	85	77	71	66	63	60	59	58	57
55	89	82	74	67	62	58	56	54	53	52
50	87	79	71	64	58	54	51	49	48	47
45	85	76	67	60	54	49	46	44	43	42
40	84	74	64	56	50	44	41	39	38	37
35	82	71	60	52	45	40	36	34	33	32
30	81	68	57	48	41	35	32	29	28	27
25	80	65	54	44	37	31	27	24	22	22
20	79	63	50	40	33	26	22	20	17	16
15	79	61	47	36	28	22	18	14	12	11

Fonte: ABNT 2019

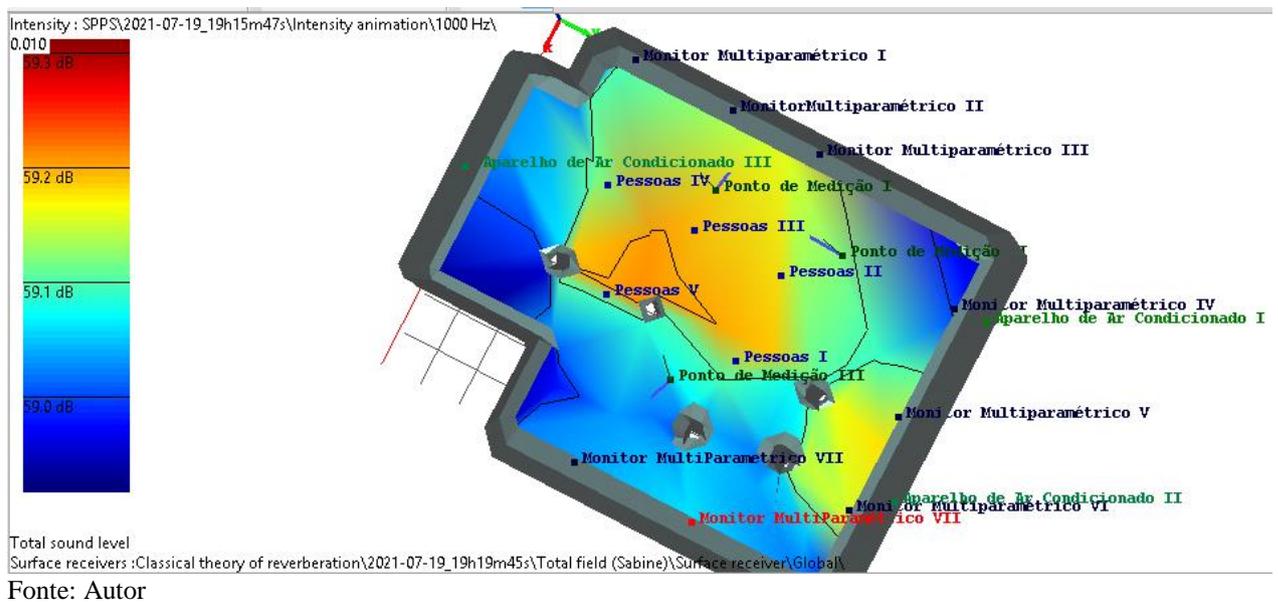
### 5.2.1 SIMULAÇÃO DOS AMBIENTES DAS UNIDADES DE TRATAMENTO INTENSIVO E UNIDADE DE CUIDADOS INTENSIVOS NEONATAL

Para o desenvolvimento dessa etapa, a Unidades de Tratamento Intensivo e a Unidade de Cuidados Intensivos Neonatal foi desenhado em 3D, utilizando o software *Autodesk 3Ds Max*<sup>®</sup>, importando o desenho com extensão “3ds”, para cada face geométrica do desenho foi designado um tipo de material específico conforme as características da construção. Depois de modelada a estrutura, são definidas: pontos de emissão de ruído, (equipamentos e pessoas), pontos receptores para comparação com os valores obtidos em medição in loco e superfícies da distribuição da NC.

### 5.2.1.1 SIMULAÇÃO DO NPS DO AMBIENTE UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA PEDIÁTRICA

A Figura 34 apresenta o diagrama da Unidade de Terapia Intensiva em 3D, com os pontos em verde representando os locais onde foram realizadas medições. No programa esses pontos foram tratados como receptores pontuais de som, os pontos em azul são as fontes ou emissores de ruído, (Monitor Multiparamétrico, Aparelho de Condicionamento de Ar e foram acrescentadas pessoas conversando NPS determinados através medições anteriores). No desenho da estrutura foram ignorados os móveis, com a finalidade de simplificar a simulação. O ambiente para simulação foi definido com as características físicas dos materiais de paredes de alvenaria, com piso sintético e forro em fibra mineral.

Figura 34 – Simulação do ambiente de Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica



Foi realizado para o ambiente da Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica duas situações diferenciadas pela presença de pessoas conversando, a sem as pessoas como fonte sonora, idealiza um ambiente ideal com utilização do silêncio pelos usuários do ambiente e outra com fonte sonora proveniente de pessoas afim da simulação assimilar com a realidade encontrada dentro desse ambiente, que in loco foi constatado muita conversa dos colaboradores, estudantes e dos próprios pacientes. Na tabela 15 pode se observar que os resultados obtidos através da simulação comparada aos valores obtidos pelo experimental in loco, nas duas situações encontradas apresentam diferenças distintas, sendo que a situação com a presença de pessoas com conversas sendo fonte de ruído apresentou valores próximos aos encontrados pela simulação.

Tabela 15 – Comparação entre os valores simulados e experimentais

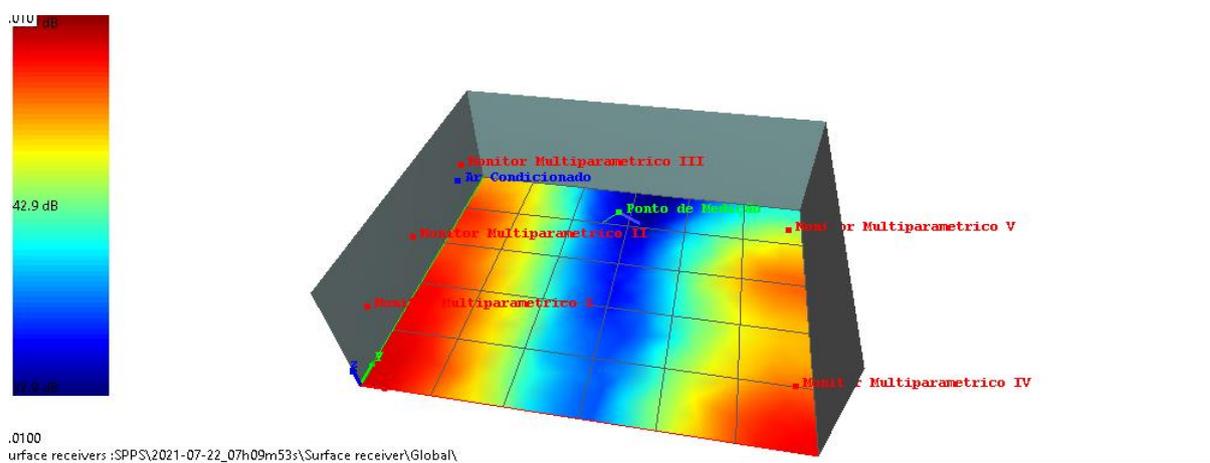
Valor do NPS da UTI Pediátrica			Valor do NPS da UTI Pediátrica acrescida de Pessoas		
Simulado	Experimental	Diferença	Simulado	Experimental	Diferença
47,6	62,5± 3,84	23,24%	59,3	62,5± 3,84	1,08%

Fonte: Autor.

### 5.2.1.2 SIMULAÇÃO DO NPS DO AMBIENTE UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA MATERNA

A simulação no ambiente da Unidade de Terapia Intensiva Materna, representada pela Figura 35, apresenta pontos: em verde, representando o local onde foram realizadas medições, os pontos em azul e vermelho são as fontes ou emissores de ruído, (Aparelho ar-condicionado) e vermelho (Monitor Multiparamétrico). No desenho da estrutura foram ignorados os móveis, com a finalidade de simplificar a simulação. O ambiente para simulação foi definido com as características físicas dos materiais de paredes de alvenaria, com concreto polido e teto em laje de concreto maciço.

Figura 35 – Simulação do ambiente de Unidade de Terapia Intensiva Materna



Fonte: Autor

O ambiente Unidade de Terapia Intensiva Materno foi simulado apresentando apenas os equipamentos, a fim de avaliar o quanto apenas os equipamentos, idealizando a lei do silêncio no ambiente hospitalar. Na tabela 16 pode se observar que os resultados obtidos através da simulação comparada aos valores obtidos pelo experimental in loco, apresentou uma diferença de 8% , essa diferença pode ser justificada pela ausência de ruído oriundo de pacientes, colaboradores e alunos.

Tabela 16 – Comparação entre os valores simulados e experimentais.

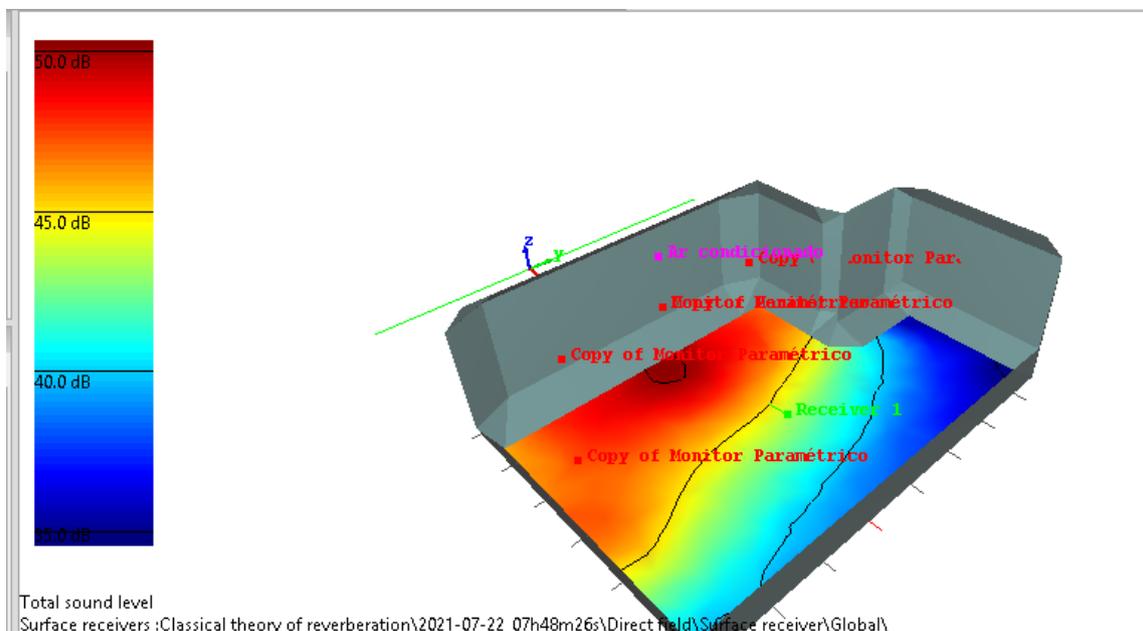
Valor do NPS da UTI Materna		
Simulado (dB)	Experimental	Diferença
58,3	63,5± 3,7	8,18%

Fonte:Autor.

### 5.2.1.3 SIMULAÇÃO DO NPS DO AMBIENTE UNIDADE DE TRATAMENTO INTENSIVO NEONATAL

A simulação no ambiente da Unidade de Terapia Intensiva Neonatal, representada pela Figura 36, apresenta pontos: em verde, representando o local onde foram realizadas medições, os pontos em rosa e vermelho são as fontes ou emissores de ruído, (Aparelho ar-condicionado ) e vermelho (Monitor Multiparamétrico) .No desenho da estrutura foram ignorados os móveis, com a finalidade de simplificar a simulação. O ambiente é padrão da maioria dos ambientes deste hospital, para simulação foi definido com as características físicas dos materiais de paredes de alvenaria, com concreto polido e teto em laje de concreto maciço.

Figura 36– Simulação do ambiente de Unidade de Terapia Intensiva Neonatal



Fonte: Autor

O ambiente Unidade de Terapia Intensiva Materno foi simulado apresentando apenas os equipamentos, a fim de avaliar o quanto apenas os equipamentos, idealizando a lei do silêncio no ambiente hospitalar. No tabela 17 pode se observar que os resultados obtidos através da simulação comparada aos valores obtidos pelo experimental in loco, apresentou uma diferença de 18% , essa diferença pode ser justificada pela ausência de ruído oriundo de pacientes, colaboradores, alunos e podendo ser ruído externo por ter duas de suas paredes voltadas para a rua 07 e avenida Perimetral.

Tabela 17 – Comparação entre os valores simulados e experimentais.

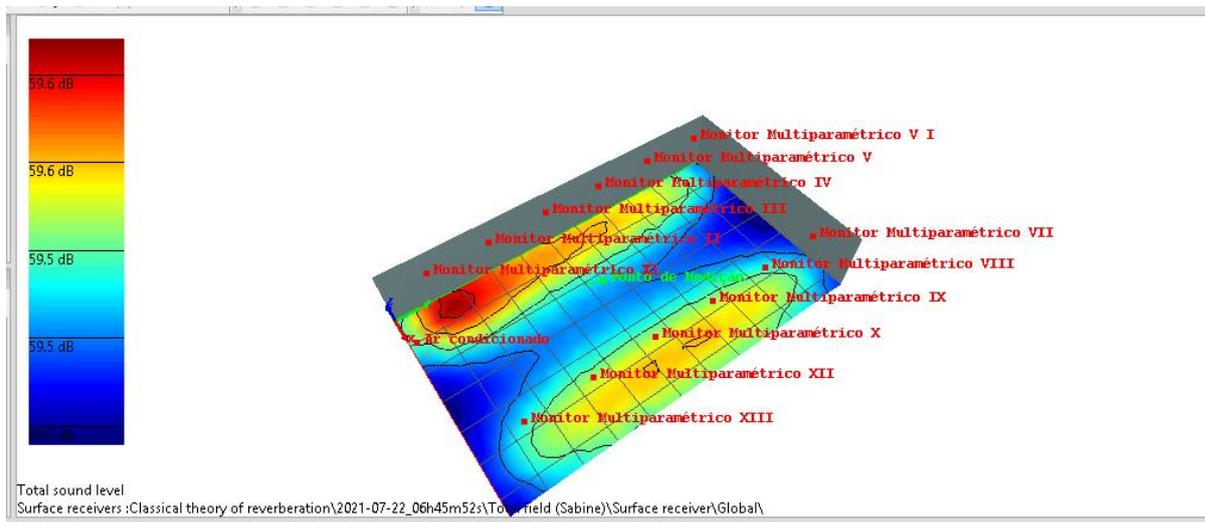
Valor do NPS da UTI Neonatal		
Simulado (dB)	Experimental	Diferença
54,9	44,53± 3,7	18,88%

Fonte:Autor.

### 5.2.1.4 SIMULAÇÃO DO NPS DO AMBIENTE UNIDADE DE CUIDADOS INTENSIVO NEONATAL

Foi utilizada a mesma metodologia aplicada aos demais ambientes para a simulação Unidade de Cuidados Intensivos Neonatal, cabe ressaltar que junto a UTI Pediátrica são as que possuem maior área, quantidade de leitos e profissionais envolvidos no atendimento dos pacientes, estes recém-nascidos, as características das estruturas é padrão deste hospital com paredes de alvenaria, piso de concreto polido e teto de laje maciça de concreto. A figura 37 representa o diagrama de simulação com os pontos em vermelho as fontes ou emissores de ruído, (Monitor Multiparamétrico e Ar-condicionado), e o ponto verde o ponto de receptor ou ponto de medição.

Figura 37– Simulação do ambiente de Unidade de Cuidados Intensivos Neonatal



Fonte: Autor

O ambiente Unidade Cuidados Intensiva Neonatal foi simulado apresentando apenas os equipamentos, a fim de avaliar o quanto apenas os equipamentos, adotando a lei do silêncio no ambiente hospitalar. Na tabela 18 pode se observar que os resultados obtidos através da simulação comparada aos valores obtidos pelo experimental in loco, apresentou uma diferença de 7,9%, na simulação diferenciando das simulações nos ambientes anteriores essa diferença pode ser justificada que durante as medições experimentais que nem todos os leitos estavam ocupados.

Tabela 18– Comparação entre os valores simulados e experimentais

Valor do NPS da UCIN		
Simulado (dB)	Experimental	Diferença
59,5	54,8± 3,6	7,9%

Fonte: Autor.

## 6 CONCLUSÃO:

A pesquisa realizada analisou o nível de pressão sonora equivalente (Laeq) em trinta e um pontos com noventa com três medições diárias, distribuídos entre os turnos matutino (31 pontos), vespertino (31 pontos) e noturno (31 pontos), durante cinco dias de segunda feira a sexta feira, no Hospital Estadual Materno Infantil Dr. Jurandir do Nascimento em Goiânia, em diversos ambientes, mas com foco principal nas Unidades de Terapia Intensiva e Unidade de Cuidados Intensivos Neonatal, havendo diferença nas medições entre os turnos por diversas causas.

O trabalho foi realizado em ambientes onde o problema da poluição sonora acarreta diversos problemas na recuperação e manutenibilidade saúde do paciente, desconsiderando áreas comuns da Unidade Hospital como ambientes de recepção, refeitórios entre outros.

Avaliando a Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica, observa particularidades quanto ao público, que para o estudo foram considerados dois cenários para simulação um considerando apenas os equipamentos e outro cenário de simulação considerando como fontes de ruídos: equipamentos, crianças, (pacientes), e adultos, (médicos, enfermeiros, profissionais da saúde em geral e estudantes de graduações na área da Saúde. Analisando os valores obtidos nos pontos no ambiente foram encontrados medições superiores ao limite preconizados pela ABNT NBR 10152:2017, de 45db e inferiores ao limite da NR 15 de 85db em quase totalidade das medições, ao serem comparadas com os resultados obtidos na simulação encontra uma diferença de 23,24% em cenário inseridos apenas os equipamentos como fontes de ruídos, no segundo cenário onde foram inseridos também como fontes sonoras com representatividade aos usuários na quantidade média normal de indivíduos a diferença alcançou 1,08%, demonstrando resultados da simulação próximo aos valores encontrados experimentalmente.

A Unidade de Terapia Intensiva Materna, apresentou valores acima preconizados ABNT 10152:2017 e inferiores aos valores estabelecidos pela Norma Regulamentadora do Trabalho 15, (NR 15), e na simulação com o “software” livre I-Simpa demonstrou diferença de 8.18% em um cenário com fontes sonoras limitadas aos equipamentos, vários são os fatores que podem explicar esse diferença como: o perfil adulto dos pacientes em que nem todos estão inconscientes, e os que se encontravam em estado consciente foi autorizado utilizar aparelhos telefônicos no período de Pandemia em que as medições foram realizadas, as orientações dos preceptores e professores dos estudantes dos cursos de Saúde que utilizavam o ambiente e a fontes externas principalmente a central de ar comprimido que se encontram ao lado da UTI Materna.

O ambiente mais sensível ao ruído devido aos usuários é a Unidade de Tratamento Intensivo Neonatal, onde recém-nascidos em grande maioria prematuras, permanecem para ganhar

peso e desenvolver os órgãos para uma sobrevivência autônoma. Os valores obtidos apesar de serem inferiores aos encontrados a UTI Pediátrica e UTI Materna, ainda são superiores ao limite pela norma da ABNT, gerando um fator de preocupação adicional aos profissionais do setor. Constatado que as principais fontes geradoras do ruído não são provenientes do ambiente interno, que limita aos equipamentos instalados, e sim do externo pela proximidade a Avenida Perimetral e Rua 07. Sendo que na simulação foram obtidos valores que atendem a ABNT 10151:2017, destoando da medição in loco em 18,88%.

O último ambiente simulado foi o ambiente Unidade de Cuidados Intensivo Neonatal, local que apresenta cuidados semelhantes aos usuários da Unidade de Terapia Neonatal, apresenta um ambiente maior que as demais UTI, com maior quantidade de leitos, equipamentos e usuários, contribuindo com o ruído, obtendo valores nas medições no local como encontrado nos demais ambientes estudados valores superiores aos recomendados pela ABNT NBR 10151:2017 e inferiores aos valores da NR -15, entretanto os valores simulados apresentaram diferenças de 7,9% do encontrado experimental, com particularidade que o valor simulado foi superior ao encontrado no local, considerando apenas como fontes de ruído no ambiente os equipamentos, pode se observar que o valor é inferior na UTI Neonatal, podendo ser explicado por esse ambiente estar locado no interior do Hospital, dificultando a interferência de fontes de ruído externo, além do que foi observado que possuía no período das medições no local menos leitos ocupados.

Os pontos analisados no perímetro externo na rua 7, Avenida Perimetral e Avenida Anhanguera compreenderam um perímetro das vias públicas com as fachadas da edificação, totalizando quatro pontos monitorados em três períodos distintos (matutino, vespertino e noturno). Pode se notar que os pontos na rua 07,(ponto 30) e avenida Anhanguera,(ponto 31), apresentaram pouca variação nos períodos medidos, com os valores máximos encontrados em relação a todos os valores de  $L_{Aeq}$  obtidos no estudo e acima do preconizado pela ABNT NBR 10151:2019 e a Lei Municipal Complementar 318/2019. Entretanto, os valores obtidos na avenida Perimetral, apesar de ser menor também acima do preconizado pelas normas e leis citadas, assim pode se concluir que a Zona Hospitalar preconizada pela lei municipal não é respeitada, neste momento existem documentos com intenção da mudança do local do Hospital para uma área periférica de Goiânia, onde possivelmente atenderia os níveis de ruídos permitidos.

Os valores internos obtidos experimentalmente nesta unidade hospitalar, que tem aproximadamente quatro décadas, demonstra que não houve preocupação em sua implementação com a poluição sonora, , existem diversas fontes de ruído internamente: desde equipamentos aos próprios usuários que demonstraram despreocupação com o ruído.

A utilização da ferramenta *software I-Simpa*, demonstrou adequado para predizer o nível de ruído gerado em ambientes fechados, que apesar de algumas simulações apresentarem diferenças de valores superiores a dez por cento, pode ser que seja atenuada desde que se tenha uma maior exatidão das fontes e das características construtivas do ambiente. Apesar que o “software” demonstrou uma fragilidade em acrescentar fontes externas de ruído, mas que pode ser contornado com a utilização de artifícios de cálculo. Entretanto, pesquisas mais aprofundadas utilizando edificações com outras atividades poderão melhorar os resultados que podem ser obtidos.

A fim de mitigar as áreas onde encontram acima do LAeq permitido, sugere se a intervenção nos ambientes com a utilização de instalação de superfícies quando possível, atentando também legislações Sanitárias, assim deve ser realizado para cada ambiente um projeto acústico, que não isenta com a implantação de medidas educativas aos usuários dos ambientes que visem conscientização dos males provenientes da poluição sonora.

## 7 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR10151 – Acústica - avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – procedimento. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS .NBR10152 – Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR12179 – Tratamento acústico em recintos fechados. Rio de Janeiro, 1992(b).

BARROS, G. X. S. Modelagem digital tridimensional para o desenvolvimento de prototipagem rápida: um enfoque sobre a modelagem orgânica / Adriana Veras Vasconcelos. – Recife: O Autor, 2012. vii + 159 f.: il. Orientador: Walter Franklin Marques Correia. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAC. Design, 2012.

BERTOLI, S. R. Quanto custa o conforto ambiental? In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO – ENCAC, 7., 2003, Curitiba. Anais... Curitiba, 2003. p.485-494.

BISTAFA, S. R. Acústica Aplicada ao Controle de Ruído. São Paulo: Eduardo Blücher, 2011. 368p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Informativo Corona Virus . Brasília, 2020. Disponível em : <https://www.gov.br/saude/pt-br/coronavirus/o-que-e-o-coronavirus>, acessado : 12 mai. 2021.

BUBLITZ FILHO, Edgar et al. ONDAS SONORAS. Fórum de Integração Ensino, Pesquisa, Extensão e Inovação Tecnológica do IFRR-e-ISSN 2447-1208, v. 6, n. 1, 2019.

CARVALHO, M. L. U. Resíduos de poli (tereftalato de etileno) e de pneu na confecção de pisos flutuantes para o isolamento do ruído de impacto. 2009. 98 p. Dissertação (Pós-Graduação em

Engenharia do Meio Ambiente) - Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

CBIC, 2013. *Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013*. CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção). Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/5991353/guia-cbic-norma-15575-2013-desempenho-de-edificacoes-habitacionais>>. Acesso em: 05 mai. 2019.

CERPOLO, 2018, Curitiba. *Isolamento acústico em salas de aula*. Curitiba: 3W Publicidade, 2018. Disponível em: <<http://cerpolo.com.br/blog/isolamento-acustico-salas-aula/>>. Acesso em: 05 mai. 2019.

COSTA, Ennio Cruz. *Acústica técnica*. Editora Blucher, 2003.

DA VERA, Samuel Oliveira et al. *Stressors in patients of neonatal intensive care unit*. *Rev Rene*, n. 19, p. 35, 2018.

COSTA, Jhonatha Junio Lopes. *Monitoramento Ambiental dos Níveis de Pressão Sonora no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Campus Goiânia / Jhonatha Junio Lopes Costa*. – Goiânia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, 2015.

EXPLICATORIUM. *Produção e Propagação do SOM*, 2020. Disponível em: <<http://www.explicatorium.com/cfq-8/producao-propagacao-som.html>>. Acesso em 05 ago. 2021

FAHY, Frank. *Foundations of engineering acoustics*. 1. ed. San Diego: Elsevier, 2003

FELIPIN C. D. , NASCIMENTO E. O. E ZANNIN P. H. T. *Avaliação do Tempo de Reverberação em três salas de aula reformadas através de cinco normas internacionais*, XXVII Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica, ABMEC, Curitiba 2021.

FERRAZ, R. *Atenuação de ruído de impacto em pisos de edificações de pavimentos múltiplos*. 2008. 144 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

FONÉTICA E FONOLOGIA, 2008, UFMG. *O som: amplitude, comprimento de onda, período e frequência*, 2008. Disponível em: <[http://www.fonologia.org/acustica\\_osom\\_2.php](http://www.fonologia.org/acustica_osom_2.php)>. Acesso em 05 mai. 2019

GAUDEOSO, Caroline; BARBO, Marselle; BRANDÃO, Eric., *TUTORIAL PARA O USO DO SOFTWARE GRATUITO DE SIMULAÇÃO EM ACÚSTICA DE SALAS: I-SIMPA XXVIII Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica*, Porto Alegre 2018.

GEBRAN, S., Henrique, *CÁLCULO DO TEMPO DE REVERBERAÇÃO ATRAVÉS DO MÉTODO DO TRAÇADO DE RAIOS ACUSTICOS IMPORTANDO DADOS GEOMÉTRICOS DE DESENHO NO AUTOCAD*, TCC, Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Mecânica, Engenharia Mecânica, 2019. Goiânia, Goiás

GERGES, Samir Nagi Yousri. *Ruído: Fundamentos e controle*. 2. ed. Florianopolis. N.Y. Gerges, 2000. p. 686

GOIÂNIA. **LEI COMPLEMENTAR Nº 318, DE 03 DE JULHO DE 2019**. Modifica e inclui dispositivos à Lei Complementar n.º 14, de 29 de dezembro de 1992, que Institui o Código de Posturas do Município de Goiânia e dá outras providências. Diário Oficial do Município, no 7087, Goiânia, p. 7, 2019a.

ICHISATO SMT. *Ruído em unidade de cuidado intensivo neonatal de um hospital universitário de Ribeirão Preto-SP [tese]*. São Paulo: Escola Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo; 2004.

IGH – Instituto de Gestão Humanizada, Goiânia, Goiás, < <https://www.igh.org.br/> > Acessado em: 20 de janeiro de 2021.

HENRIQUE, Luís L. *Acústica musical*. 2002. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa, Portugal.

JOAQUIN, Leonardo Marques, and DONATELLI Reginaldo José. "Poluição sonora e sua influência na comunicação das aves." *Aprendendo Ciência* (ISSN 2237-8766) 9.1 (2020): 01-05.

Lawson N, Thompson K, Saunders G, Saiz J, Richardson J, Brown D, Ince N, Caldwell M, Pope D. **Sound intensity and noise evaluation in a critical care unit**. *Am J Crit Care*. 2010 Nov;19(6): e88-98; quiz e99. doi: 10.4037/ajcc2010180. PMID: 21041190.

LONG, Marshall. *Acústica arquitetônica*. Elsevier, 2005.

MARTINS FZ, Dall'Agnol CM. *Centro cirúrgico: desafios e estratégias do enfermeiro nas atividades gerenciais*. Ver *Gaúcha Enferm*. 2016 dez; 37(4):e56945. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-1447.2016.04.56945>.

MOREIRA, Mateus Lopes **Diagnóstico do nível de pressão sonora no núcleo urbano do município de Capanema/PA Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) –Universidade Federal Rural da Amazônia, Capanema, 2019.**

MEGAFONIA Y SONORIZACION , 2021. disponível em < <https://sites.google.com/site/megafoniaysonorizacionjose/10-megafonia-y-sonorizacion/02-acustica-arquitectonica/2-4-insonorizacion-y-aislamiento/2-4-06-aislamiento-acustico-a-ruido-aereo/>> acessado em 15 de abril de 2021.

OLIVEIRA, Manuela G. *Receitas para hipertensos*. *A nutricionista.com*. [S.I.] [2010?]. Disponível em: <<http://www.anutricionista.com/receitas-para-hipertensos.html>> Acesso em: 12 abril. 2020.

PIERCE, Allan D. **Acoustics: uma introdução aos seus princípios físicos e aplicações**. Springer, 2019.

PICAUT, J; FORTIN, N. **I-Simpa, a graphical user interface devoted to host 3D sound propagation numerical codes**. *Acoustics 2012, Apr 2012, Nantes, France*.

PINTO, Débora Nogueira, **Mapeamento Acústico com o ferramenta para predição de ruído urbano na área de influência do estádio Arena das Dunas, Natal/RN**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Pos Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Natal, RN, 2013.

Pope D. **Decibel levels and noise generators on four medical/surgical nursing units**. *J Clin Nurs*. 2010 Sep;19(17-18):2463-70. doi: 10.1111/j.1365-2702.2010.03263.x. PMID: 20920074.

PORTAL ACÚSTICA, 2021, disponível em < <http://portalacustica.info/materiais-acusticos-o-que-sao/>> acessado em 15 de abril de 2021.

SAMPAIO, A. V. C. de F., & CHAGAS, S. S. (2010). **AValiação DE CONFORTO E QUALIDADE DE AMBIENTES HOSPITALARES**. *Gestão & Tecnologia De Projetos*, 5(2), p. 155-179. <https://doi.org/10.4237/gtp.v5i2.107>

SALIBA, Tuffi Messias. **Manual prático de avaliação e controle do ruído**. LTr Editora Ltda., 2018.

SCALA ACÚSTICA, 2021, disponível em < <https://scaladb.com.br/como-realizar-um-isolamento-acustico-de-paredes-de-forma-eficiente/>> acessado em 15 de abril de 2021.

SCHMID, A. L. *A idéia de conforto: reflexões sobre o ambiente construído*. Curitiba: Pacto Ambiental, 2005. 338p.

SILVA, José Afonso da. *Direito Urbanístico Brasileiro*. 4ed. São Paulo: Malheiros Editores, 2006.

SOUZA, L.; ALMEIDA, M.; BRAGANCA, L. ***Bê-á-bá da acústica arquitetônica: ouvindo a arquitetura***. São Carlos, SP: Ed. UFSCar, 2006.149p.

TRIPATHY, D. P. *Noise Pollution*. APH Publishing Corporation, New Delhi, India, 2008.

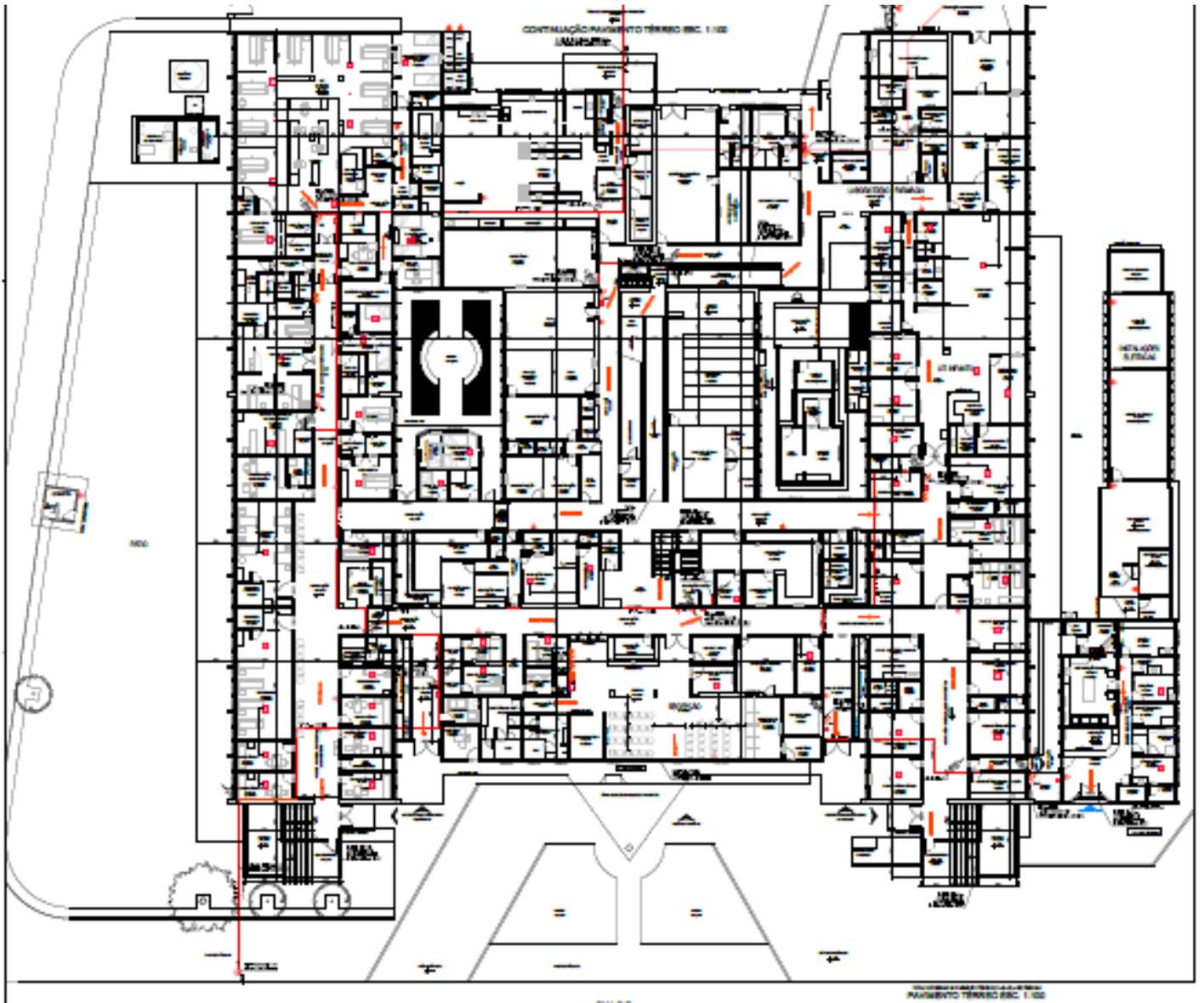
WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *Results from the search for available systematic Reviews and meta-analyses on environmental noise*. Geneva, 2018. <<https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise/publications/2018/results-search-for-available-systematic-reviews-environmental-noise>>. Acesso em: 12 jan. 2021.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *Biological mechanisms related to cardiovascular and metabolic effects by environmental noise* Geneva, 2018.

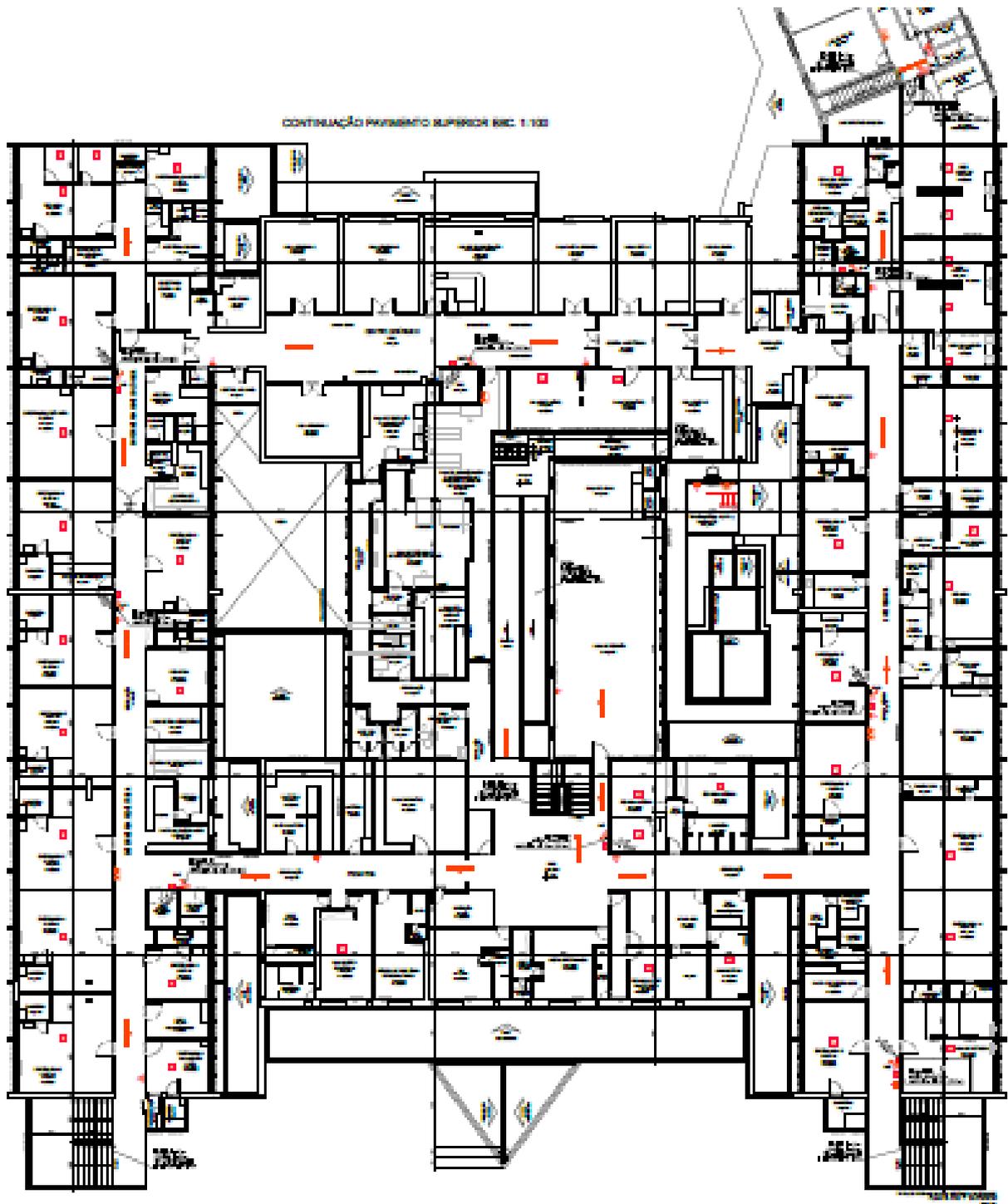
WU, Yue; MENG, Oj, JINGY Um; *Interaction between Sound and Thermal Influences on Patient Comfort in the Hospitals of China's Northern Heating Region*; *Aplied Sciences*.2019.

## 8 APENDICE:

## I) Planta Baixa Pavimento Térreo



II) Planta Baixa Pavimento Térreo



## III) Termo de autorização para divulgação de informações de empresas



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS  
PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO  
DIRETORIA DE AÇÕES PROFISSIONAIS E TECNOLÓGICAS

## TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DIVULGAÇÃO DE INFORMAÇÕES DE EMPRESAS

Empresa: **Secretaria de Estado da Saúde – Hospital Estadual Materno Infantil Dr Jurandir do Nascimento**

CNPJ: **02.529.964.0003/19**

Inscrição Municipal: **1901818**

Endereço completo: **Avenida Perimetral, nº S/N, Quadra R1, Lote, Área Esq/Rua 07**

Representante da empresa: **Laryssa Santa Cruz Martins Barbosa**

Telefone: **( 62 ) 3956 29 20** e-mail: **laryssa.barbosa@igh.org.br**

Tipo de produção intelectual:

TCC1     TCCE2     Dissertação     Tese

Título/subtítulo: **Monitoramento dos Níveis de Pressão Sonora na Unidade de Terapia Intensiva do Hospital Estadual Materno Infantil Goiânia Goiás: Uma modelagem via *software* I-SIMPA**

Autor : **Marcus Vinícius Martins Freitas**

Código de matrícula: **20182011140062**

Orientador: **Dr. Lucas Nonato de Oliveira**

Curso/Programa de Pós-graduação: **Mestrado Profissional em Tecnologia de Processos Sustentáveis - PPGTSP**

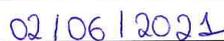
Como representante da empresa acima nominada, declaro que as informações e/ou documentos disponibilizados pela empresa para o trabalho citado:

Podem ser publicados sem restrição.

Possuem restrição parcial por um período de \_\_\_\_\_ anos, não podendo ser publicadas as seguintes informações e/ou documentos

Possuem restrição total para publicação por um período de \_\_\_\_\_ anos, pelos seguintes motivos: \_\_\_\_\_

  
\_\_\_\_\_  
Representante da empresa  
*Laryssa Barbosa*  
Diretora Geral  
Hospital Materno Infantil - HMI

  
\_\_\_\_\_  
Local e Data

## IV) Certificados de Calibração dos equipamentos.

**INSTRUTHERM****LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO INSTRUTHERM**

Laboratório de Calibração acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CAL 0568.

*Certificado de Calibração***N° 117300R/20**

Folha 01/01



**Cliete:** PABLO FERREIRA DOS SANTOS 04079917198  
**Endereço:** R. 260, Nº 068 QD. 07 LT. 03 Bairro: SET.COIMBRA Cep: 74533-030 GOIANIA - GO  
**Item Calibrado:** CALIBRADOR ELETROACÚSTICO **N° Código de barra / N° Série:** 20090201360226 / N955590  
**Marca:** INSTRUTHERM **Modelo:** CAL-5000  
**O.S. N°:** 215918 **Data de Calibração:** 14/12/2020 **Tipo:** 1

**Condições Ambientais Aplicáveis à Calibração**

**Temperatura durante a calibração:** 23±3°C **Umidade relativa durante a calibração:** 45 a 65% (U.R)  
**Pressão Atmosférica:** 930,5 hPa

**Metodologia de Calibração**

Procedimento de Calibração: PCI 067 - Rev. 7 - A calibração foi realizada através do processo de comparação com um sistema de calibração acústico.

**Padrões Utilizados**

LCI 197 - CALIBRADOR ACÚSTICO CAL-5000 - N750460 - Certificado de Calibração n° 4628/20 - RBC CAL 0399 - Validade 08/2021  
 LCI 50 - MULTÍMETRO 34410A - MY47008462 - Certificado de Calibração n° E0183/2020 - RBC CAL 0024 - Validade 02/2021  
 LCI 150 - AMPLIFICADOR 2690 - 2952024 - Certificado de Calibração n° RBC2-10426-375 - RBC CAL 0307 - Validade 07/2021  
 LCI 149 - PRÉ-AMPLIFICADOR 2669 - 2986303 - Certificado de Calibração n° RBC2-10426-375 - RBC CAL 0307 - Validade 07/2021  
 LCI 33 - FREQUENCIMETRO FD-900 - 07092000302358 - Certificado de Calibração n° 115894R/20 - RBC CAL 0568 - Validade 10/2021  
 LCI 284 - MICROFONE MK221 - 34203 - Certificado de Calibração n° RBC10-10634-437 - RBC CAL 0307 - Validade 07/2021  
 LCI 140 - TERMO-HIGRÔMETRO HT-700 - 14121501088317 - Certificado de Calibração n° 115093R/20 - RBC CAL 0568 - Validade 09/2021  
 LCI 111 - BARÔMETRO THAB-500 - Q580240 - Certificado de Calibração n° LV00384-02959-20-R0 - RBC CAL 0127 - Validade 01/2021

**Norma de Referência**

IEC 60942:2003 3 ed. - Electroacoustics - Sound Calibrators Genebra. Suíça

**Resultados Obtidos**

AMPLITUDE					
Nível Sonoro Convencional (dB)	Valor Indicado (dB)	Desvio (dB)	Tolerância (dB)	Incerteza (dB)	Fator de abrangência k
94,0	94,04	0,04	± 0,4	0,13	2,00
114,0	114,02	0,02	± 0,4	0,13	2,00

Instrumento atende às tolerâncias de amplitude

FREQUÊNCIA					
Frequência (Hz)	Valor Indicado (Hz)	Desvio (Hz)	Tolerância (Hz)	Incerteza (Hz)	Fator de abrangência k
1000 Hz@94dB	1000,01	0,01	± 10	0,08	2,00
1000 Hz@114dB	1000,02	0,02	± 10	0,08	2,00

Instrumento atende às tolerâncias de frequência

**Notas**

- Este certificado atende aos requisitos de acreditação pela Cgcre que avaliou a competência do laboratório e comprovou sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida (ou ao Sistema Internacional de Unidades - SI).
- A incerteza expandida relatada é baseada em uma incerteza padrão combinada e multiplicada pelos fatores de abrangência "k" informados nas tabelas, para um nível de confiança de aproximadamente 95%. A incerteza padrão foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.
- Os serviços de calibração são realizados e controlados pela INSTRUTHERM-Instrumentos de Medição Ltda. O presente certificado somente pode ser reproduzido na sua forma e conteúdo integrais e sem alterações. Não pode ser utilizado para fins promocionais.
- Os resultados acima apresentados referem-se exclusivamente ao item calibrado e às condições supra mencionadas.

Data de emissão do certificado: 14/12/2020

*William Moura de Souza*  
 LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO INSTRUTHERM  
 William Moura de Souza  
 Signatário Autorizado

**INSTRUTHERM INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO LTDA**

Rua Jorge de Freitas, 264 - Freguesia do Ó - São Paulo - SP - CEP: 02911-030

Inscrição no CNPJ n°: 53.775.862/0001-52 - Inscrição Estadual n°: 111.093.664.118 - Inscrição no CCM n°: 9.155.648-1

Tel: (11) 2144-2800 E-mail: instrutherm@instrutherm.com.br Site: www.instrutherm.com.br

**INSTRUTHERM****LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO INSTRUTHERM**

Laboratório de Calibração acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CAL 0568.

*Certificado de Calibração***Nº 117604R/20**

Folha 01/05

**Ciente:** PABLO FERREIRA DOS SANTOS  
**Endereço:** RUA 260,68 QD. 07 LT. 03 Bairro: SETOR COIMBRA Cep: 74533-030 GOIANIA - GO  
**Item Calibrado:** AUDIODOSÍMETRO **Nº Código de barra / Nº Série:** 20052701347346 / S/ SERIE  
**Marca:** INSTRUTHERM **Modelo:** DOS-1000  
**O.S. Nº:** 216298 **Data de Calibração:** 22/12/2020

**Condições Ambientais Aplicáveis à Calibração**

**Temperatura durante a calibração:** 23±3°C **Umidade relativa durante a calibração:** 45 a 65% (U.R.)

**Metodologia de Calibração**

Procedimento de Calibração: PCI 072 - Rev. 9 - Foi realizada a calibração através do processo de inserção de sinal elétrico.

**Norma de Referência**

ANSI S1.25 - 1991 - Specification for Personal Noise Dosimeters

**Padrões Utilizados**

LCI 197 - CALIBRADOR ACÚSTICO CAL-5000 - N750460 - Certificado de Calibração n° 4628/20 - RBC CAL 0399 - Validade 08/2021  
 LCI 148 - GERADOR DE FUNÇÕES DS360 - 123479 - Certificado de Calibração n° DIMCI 0978/18 - INMETRO - Validade 07/2021  
 LCI 305 - TIMER K30-004A - C17-A0014220 - Certificado de Calibração n° 0238/19 - RBC CAL 0473 - Validade 12/2020  
 LCI 140 - TERMO-HIGRÔMETRO HT-700 - 14121501088317 - Certificado de Calibração n° 115093R/20 - RBC CAL 0568 - Validade 09/2021  
 LCI 111 - BARÔMETRO THAB-500 - Q580240 - Certificado de Calibração n° LV00384-02959-20-R0 - RBC CAL 0127 - Validade 01/2021

**AJUSTE ACÚSTICO****Indicação na frequência de verificação da calibração**

Antes do Ajuste:	114,0 dB
Após Ajuste:	114,0 dB
Ponderação em frequência:	A
Frequência:	1000 Hz
Ponderação Temporal:	SLOW

Configuração do instrumento sob medição:

Ponderação em frequência: A **Nível de referência:** 85 dB  
 Faixa Utilizada: 60 a 140 dB **Ponderação Temporal:** FAST

Linearidade						
Faixa (dB)	Valor Indicado (dB)	Valor Convencional (dB)	Desvio (dB)	Incerteza (dB)	Tolerância (dB)	K
60 a 140 dB	139,0	139,00	0,0	0,2	± 1	2,00
60 a 140 dB	138,0	138,00	0,0	0,2	± 1	2,00
60 a 140 dB	137,0	137,00	0,0	0,2	± 1	2,00
60 a 140 dB	136,0	136,00	0,0	0,2	± 1	2,00
60 a 140 dB	135,0	135,00	0,0	0,2	± 1	2,00
60 a 140 dB	130,0	130,00	0,0	0,2	± 1	2,00
60 a 140 dB	125,0	125,00	0,0	0,2	± 1	2,00
60 a 140 dB	120,0	120,00	0,0	0,2	± 1	2,00
60 a 140 dB	115,0	115,00	0,0	0,2	± 0,5	2,00
60 a 140 dB	110,0	110,00	0,0	0,2	± 0,5	2,00
60 a 140 dB	105,0	105,00	0,0	0,2	± 0,5	2,00
60 a 140 dB	100,0	100,00	0,0	0,2	± 0,5	2,00
60 a 140 dB	95,0	95,00	0,0	0,2	± 0,5	2,00
60 a 140 dB	90,0	90,00	0,0	0,2	± 0,5	2,00
60 a 140 dB	85,0	85,00	0,0	0,2	± 0,5	2,00
60 a 140 dB	80,0	80,00	0,0	0,2	± 1	2,00
60 a 130 dB	75,0	75,00	0,0	0,2	± 1	2,00
60 a 130 dB	70,1	70,00	0,1	0,2	± 1	2,00
60 a 130 dB	65,2	65,00	0,2	0,2	± 1	2,00
60 a 130 dB	64,3	64,00	0,3	0,2	± 1	2,00
60 a 130 dB	63,3	63,00	0,3	0,2	± 1	2,00
60 a 130 dB	62,4	62,00	0,4	0,2	± 1	2,00
60 a 130 dB	61,5	61,00	0,5	0,2	± 1	2,00
60 a 130 dB	60,6	60,00	0,6	0,2	± 1	2,00

**INSTRUTHERM INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO LTDA**

Rua Jorge de Freitas, 264 - Freguesia do Ó - São Paulo - SP - CEP: 02911-030

Inscrição no CNPJ nº: 53.775.862/0001-52 - Inscrição Estadual nº: 111.093.664.118 - Inscrição no CCM nº: 9.155.648-1

Tel: (11) 2144-2800 E-mail: instrutherm@instrutherm.com.br Site: www.instrutherm.com.br

M



Certificado de Calibração  
Nº CAL 1641/20

### 1- Dados do Contratante

Nome: SESMT

### 2- Instrumento/Equipamento Calibrado

Tipo: DECIBELÍMETRO Modelo: MSL-1325A  
Identificação: HMI1641 Número de Série: ID01500001132M  
Fabricante: MINIPA

### 3- Condições Ambientais

Temperatura: 22,00 ± 3,00 °C

Umidade Relativa do Ar: 65,00 ± 5,00 %

### 4- Padrões Utilizados

#### DECIBELÍMETRO

Certificado: 162169/19 Número de Série: DB-001  
Fabricante: INSTRUTERM Validade: 28/08/2020  
Órgão Calibrador: MEDIÇÃO

### 5- Procedimentos de Calibração

PROC CAL 01

### 6- Informações Complementares

- A incerteza expandida de medição relatada é declarada como incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência k, que para uma distribuição t-Student corresponde à uma probabilidade de 95%.

### 7- Resultados

#### DECIBÉIS

Valor de uma Divisão: 0,1 dB  
Faixa de Uso: 40 a 70 dB  
Capacidade: 40 a 130 dB

Valor nominal/referência (dB)	Média Valores Medidos (dB)	Tendência (dB)	Incerteza Expandida (dB)	k
40,0	40,3	0,3	0,3	1,96
50,0	50,5	0,5	0,3	1,96
60,0	60,8	0,8	0,3	1,96
70,0	71,0	1,0	0,3	1,96

Téc. Samuel G. Araújo  
Téc. em Equipamentos Médicos  
CFT- 0493616833-06

Eng. Marcus Vinícius Martins Freitas  
CREA 12082/D-GO CREA 100149919-0  
Coordenador do SESMT/HMI

Eng. Deni Reyner  
Engenheiro Clínico  
CREA 15616/D-GO

Atenção: A reprodução integral ou parcial deste documento está proibida, sem prévia autorização do(a) Neocare- Hospital Materno Infantil . Os resultados apresentados restringem-se somente ao instrumento/equipamento identificado no item 2.

NEOCARE SERVIÇOS ESPECIALIZADOS EIRELI-ME - Av.Tancredo Neves, 1632, Ed. Salvador Trade Center, Torre Sul, Salas: 505, 506, 1609 e 1609, Caminho das Arvores, Salvador-BA, CEP 41.820-020 - CNPJ: 19.454.585/0001-48 - Tel.:+55 (62) 9 9989-9114 - neocare.engclin@gmail.com

Página 1 de 2