

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS- UFAL  
CAMPUS A.C. SIMÕES  
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO- FAU

JOÃO VITOR FERREIRA VASCONCELOS DA ROCHA

**Conforto Acústico em Espaços Hospitalares: Ambulatório 2, Centro  
Oncológico e Centro de Nefrologia  
Hospital Universitário Professor Alberto Antunes- Maceió, Alagoas**

MACEIÓ- AL

2022

JOÃO VITOR FERREIRA VASCONCELOS DA ROCHA

**Conforto Acústico em Espaços Hospitalares: Ambulatório 2, Centro  
Oncológico e Centro de Nefrologia  
Hospital Universitário Professor Alberto Antunes- Maceió, Alagoas**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas, como requisito para obtenção de título de bacharelado em Arquitetura e Urbanismo.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Lúcia Gondim da Rosa Oiticica

MACEIÓ- AL

2022

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**  
Bibliotecária: Taciana Sousa dos Santos – CRB-4 – 2062

R672c Rocha, João Vitor Ferreira Vasconcelos da.  
Conforto acústico em espaços hospitalares: Ambulatório 2, Centro oncológico e Centro de nefrologia Hospital Universitário Professor Alberto Antunes – Maceió, Alagoas / João Vitor Ferreira Vasconcelos da Rocha. – 2022.  
93 f. : il. color.

Orientadora: Maria Lúcia Gondim da Rosa Oiticica.  
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Alagoas. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Maceió, 2022.

Bibliografia: f. 90-93.

1. Conforto acústico. 2. Acústica – Hospital. 3. Controle de ruídos. I. Título.

CDU: 725.51 : 531.775

## Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1 Objetivos.....</b>	<b>8</b>
Geral.....	8
Específico .....	8
<b>1.2 Estrutura do trabalho .....</b>	<b>8</b>
<b>2 ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Arquitetura hospitalar .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 Sistema de saúde no Brasil.....</b>	<b>12</b>
<b>2.3 Conforto ambiental nos espaços hospitalares .....</b>	<b>14</b>
2.3.2 Qualidade Acústica e Níveis de Ruído .....	23
2.3.3 Psicoacústica.....	25
<b>3 CONDICIONAMENTO ACÚSTICO .....</b>	<b>27</b>
<b>3.1 Tratamento acústico .....</b>	<b>27</b>
3.1.1 Tempo de Reverberação .....	28
3.1.2 Isolamento Acústico.....	31
<b>3.2 Materiais acústicos para Isolamento.....</b>	<b>33</b>
<b>3.2.1 Materiais para piso .....</b>	<b>34</b>
3.2.2 Materiais de teto .....	35
3.2.3 Materiais de parede .....	36
<b>4 Materiais e métodos .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1 Etapa 1- Caracterização e Seleção do objeto de estudo .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1 Etapa 2- Levantamento de dados .....</b>	<b>43</b>
4.2.2 Medições Acústicas .....	59
<b>5 ANÁLISE E DIAGNÓSTICO.....</b>	<b>75</b>
<b>5.1 Análise do desempenho acústico sonoro das paredes externas - fachada .....</b>	<b>75</b>
<b>5.2 Análise do isolamento sonoro das partições internas.....</b>	<b>82</b>
<b>5.3 Análise do tempo de reverberação.....</b>	<b>86</b>
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>89</b>
<b>7 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>90</b>

## RESUMO

Há uma crescente preocupação com atendimento dos quesitos de conforto térmico, lumínico e acústico nas edificações. Entretanto, o conforto acústico acaba sendo um dos últimos a serem levados em consideração, o que faz os ambientes apresentarem deficiência quanto ao tratamento acústico, a exemplo do Hospital Universitário Professor Alberto Antunes (HUPAA) Maceió- AL. Este trabalho tem por objetivo analisar os espaços hospitalares: Ambulatório 2, Centro de Oncologia e o Centro de Nefrologia do HUPAA, observando os níveis de pressão sonora nos ambientes e verificando se os espaços estão compatibilizados com a norma 15575:2021 e assim chamar atenção para os cuidados com o condicionamento acústico dos ambientes hospitalares. Para conhecer os níveis de ruído dos espaços hospitalares foi utilizada a metodologia de engenharia onde são feitas medições *in loco* para obtenção dos níveis de pressão sonora e depois os dados foram compatibilizados com a norma 15575:2021, única norma existente brasileira para desempenho acústico. Assim foi visto que boa parte das paredes analisadas e comparadas com a norma não atingiu o desempenho necessário de acordo com a norma. pois ruídos muito altos prejudicam o entendimento durante as consultas, como exemplo no HUPAA onde não há mecanismo eletroacústicos para chamar o paciente para as consultas os funcionários precisam falar alto para que o paciente entenda que será atendido. Então um ambiente com uma boa acústica planejada pode ajudar com problemas do cotidiano como o citado anteriormente e trazer benefícios até para o tratamento do paciente.

### Palavras chaves

Acústica Hospitalar; Ruído; Estabelecimentos Assistenciais de Saúde

## **ABSTRACT**

There is a growing concern with meeting the requirements of thermal, lighting and acoustic comfort in buildings. However, acoustic comfort ends up being one of the last ones to be taken into account, which makes the environments present a deficiency in terms of acoustic treatment, such as the University Hospital Professor Alberto Antunes (HUPAA) Maceió-AL. This work aims to analyze the hospital spaces: Ambulatory 2, Oncology Center and the Nephrology Center of the HUPAA, observing the sound pressure levels in the environments and verifying if the spaces are compatible with the norm 15575:2021 and thus draw attention to care with the acoustic conditioning of hospital environments. In order to know the noise levels of hospital spaces, the engineering methodology was used, where measurements are made in loco to obtain the sound pressure levels and then the data were made compatible with the standard 15575:2021, the only existing Brazilian standard for acoustic performance. Thus, it was seen that most of the walls analyzed and compared with the norm did not reach the necessary performance according to the norm. because very loud noises impair understanding during consultations, as an example in HUPAA where there is no electroacoustic mechanism to call the patient for consultations, employees need to speak loudly so that the patient understands that they will be attended to. So an environment with good acoustics planned can help with everyday problems like the one mentioned above and bring benefits even for the treatment of the patient.

### **Keywords**

Hospital Acoustics; Noise; Health Care Facilities.

## 1 INTRODUÇÃO

O pensamento de que o hospital deve ser designado a um ambiente terapêutico é datado por volta de 1780, com uma nova prática de visitas, de observação sistemática e comparação entre as unidades de saúde. Com essa prática a preocupação em melhorar as acomodações das redes hospitalares contribuiu para o tratamento dos pacientes, inovações nas práticas médicas e evolução na medicina e na arquitetura hospitalar.

O arquiteto e engenheiro Jarbas Karman (2011), pesquisou sobre questões ligadas ao conforto hospitalar, considera que entre os costumes da construção hospitalar os ruídos e vibrações deixam poucas alternativas para posteriores manutenções dos estabelecimentos de saúde em relação ao conforto acústico. Ele analisa que os locais e equipamentos prediais e especiais das instalações hospitalares são um conjunto barulhento, que requerem delimitações de locais específicos para serem guardados e instalados.

A tolerância ao ruído geralmente é menor durante o período de adoecimento e o silêncio é exigido nos hospitais, sendo assim uma tradição muito antiga. Em 1999 foi fundada a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), com o objetivo de fornecer orientações para concepção projetual, designação para uso dos ambientes, funcionamento dos serviços de saúde e também padronizar as informações dirigidas aos diversos usuários, como arquitetos, projetistas, trabalhadores e autoridades sanitárias (ANVISA, 2014).

Desta forma a Anvisa descreve que a elaboração da solução projetual, deverá não somente sanar às demandas do avanço tecnológico em saúde e às particularidades geográficas locais, mas principalmente suprir a necessidade do usuário através do conforto ambiental em seus aspectos: visuais, higrotérmicos, acústicos, lumínicos, olfativos e ergonômicos (ANVISA, 2014).

O arquiteto possui um papel relevante como projetista de estabelecimentos de assistência à saúde (EAS), pois deve prever soluções para melhoria dos hospitais frente a concepção projetual, observando as normas e diretrizes destinadas às instalações hospitalares, visando os aspectos visuais, acústicos, lumínicos, olfativos e ergonômicos.

Com o passar dos anos, percebeu-se a necessidade de serem humanizados os espaços hospitalares e de saúde, fazendo com que seus usuários, durante os

períodos terapêuticos estabelecidos, se sintam acolhidos ao invés de repelidos. Para intervenções acústicas a Organização Mundial de Saúde (OMS), recomenda que, os níveis de ruído dentro dos ambientes hospitalares esteja entre 30dB a 40 dB para ambientes hospitalares internos. As normas NBR 10151: 2019 e 10152: 2017 da Associação Brasileira de Normas técnicas (ABNT) fixaram os níveis de ruídos compatíveis com o conforto acústico em áreas hospitalares visando o conforto da comunidade.

Segundo Fernandes (2002); Menezes (2005), que trabalham com os limiares da audibilidade, a Psicoacústica se dedica ao estudo das sensações e/ ou percepções dos estímulos sonoros que chegam ao indivíduo. Estuda os limiares auditivos.

Entre vários estudiosos que analisam os espaços hospitalares, Carpman (1993) observou que os efeitos da música sobre a redução do nível de ansiedade de familiares e visitantes em áreas de espera para centros cirúrgicos e centros de terapia intensiva, demonstraram efeitos positivos em crianças hospitalizadas, com queimaduras e em mulheres durante o parto.

Com isso entende-se que a presença do som em ambientes hospitalares pode trazer benefícios ou malefícios para os usuários dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde. Para que se consiga o resultado desejado da qualidade acústica se faz necessário a intervenção projetual por um especialista, podendo ser um arquiteto.

A escolha desse tema foi em decorrência do tempo experimental vivido no Hospital Universitário da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), durante o estágio onde eram feitas visitas, observando a necessidade de melhoramento nestes ambientes hospitalares: Ambulatório 2, Centro Oncológico e Nefrologia.

Observou-se que nesses espaços existia a presença de ruído gerado por conversas, maquinários e transeuntes, fazendo com que o ruído reverberasse nos ambientes gerando incômodo nas pessoas, as quais para se comunicar falavam cada vez mais alto. Os ambientes citados eram locais onde se encontram a maior concentração de pessoas se tornando mais necessitado de tratamento, não só acústico como também lumínico, térmico e reparos nos acabamentos. Sendo assim, foi visto que os espaços dentro do Hospital Universitário Professor Alberto Antunes (HUPAA), possuem uma necessidade de atenção maior em relação ao conforto acústico trazendo-o como benefício emocional para os pacientes.



## 1.1 Objetivos

### Geral

Esse trabalho tem por objetivo avaliar o conforto acústico em ambientes hospitalares tendo como estudo de caso espaços especiais: Ambulatório 2, Centro Oncológico e Centro de Nefrologia, do Hospital Universitário Professor Alberto Antunes

### Específico

- Discutir conhecimentos teóricos em relação ao conforto acústico hospitalar;
- Avaliar os níveis de ruídos nos ambientes do Ambulatório 2, Centro Oncológico e do Centro de Nefrologia;
- Entender se os espaços estão compatibilizados segundo as normas e legislações acústicas hospitalares;
- Propor estratégias de condicionamento acústico em ambientes hospitalares.

## 1.2 Estrutura do trabalho

O trabalho foi dividido em 6 capítulos.

### Capítulo 1: **INTRODUÇÃO**

Nesse capítulo foi abordada a problemática e a justificativa do trabalho, ressaltando questionamento sobre o ruído/barulho dentro dos setores hospitalares e como o conforto acústico vem sendo tratado dentro dos estabelecimentos de saúde no decorrer dos anos. Em seguida são apontados o objetivo geral e os objetivos específicos do trabalho, apresentando quais pontos foram elencados para debater e possivelmente sanados, tendo em vista os problemas observados na justificativa.

### Capítulo 2: **ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE**

O segundo capítulo remete ao processo da arquitetura hospitalar brasileira, como ocorreu sua formação e em que ponto de avanço ela está. No segundo tópico é relatado brevemente o histórico sobre a saúde no Brasil, retratando desde a criação dos órgãos responsáveis pela saúde da população até quando as primeiras normas para a arquitetura hospitalar foram criadas, recomendando melhorias para a qualidade do conforto nos hospitais. Por fim introduz um breve conceito sobre conforto ambiental hospitalar e o conforto acústico.

### Capítulo 3: **CONDICIONAMENTO ACÚSTICO**

Nesse capítulo foi abordada a temática de condicionamento acústico e os conceitos do conforto acústico. Explicando o que é a qualidade acústica e os níveis de ruído, retratando também sobre a psicoacústica e a influência do som/ ruído de forma positiva ou negativa para os pacientes dos hospitais e para os funcionários. Esse capítulo traz também as normas e legislações e suas recomendações a respeito do conforto acústico dentro dos ambientes de saúde, mostrando os materiais existentes que com o avanço da tecnologia construtiva contribuem para adequar o espaço com as diretrizes normativas. Por fim explicar os conceitos de tratamento acústico, tempo de reverberação e isolamento acústico.

### Capítulo 4: **MATERIAIS E MÉTODOS.**

Nesse capítulo foi desenvolvida a metodologia e selecionado o objeto de estudo, descrevendo-se sua localização, características internas e externas, assim como sua relação com o entorno. Apresenta também os dados obtidos através de levantamento acústico e do levantamento arquitetônico e dos arquivos do projeto arquitetônico do Hospital Professor Alberto Antunes, fornecida pelo setor de infraestrutura do hospital universitário. Assim como os valores obtidos a partir das medições com o sonômetro.

### Capítulo 5: **ANÁLISE E DIAGNÓSTICO**

Nesse capítulo são analisadas todas as informações e dados levantados internamente e externamente, comparando-os com as recomendações normativas da ABNT NBR 10151:2019 e 10152:2017. A partir da análise da qualidade acústica, observando a necessidade de melhoria, apresenta-se uma proposta de melhoria das esquadrias e sistemas de vedações verticais internas e das fachadas.

### Capítulo 6: **CONCLUSÃO**

O capítulo 6 apresenta o resumo em respostas dos objetivos propostos.

## 2 ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE

### 2.1 Arquitetura hospitalar

A arquitetura de um edifício hospitalar é complexa desde sua concepção até a sua execução, por suas particularidades no projeto, em que há interação relacionada a tecnologias e processos de atuação profissional, além de outras características industriais. Segundo Costa (2014), no livro *Arquitetura e Engenharia hospitalar*, afirma que os projetos de estabelecimentos de saúde são elementos principais para às políticas de saúde e que cabe a nós (profissionais técnicos) compreendê-los com responsabilidade social entre outros fatores.

Os estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS), precisam de constante atualização quanto as metodologias construtivas, materiais, revestimentos, como também a ciência das normas técnicas contemporâneas e regulamentações pertinentes.

Segundo a OMS (Organização Mundial de Saúde), em 2014, aponta um déficit de aproximadamente 300 mil leitos, ou seja, existe 4 leitos para cada 1000 habitantes, estes dados disponíveis sobre hospitais existentes de acordo com o Ministério de Saúde do Brasil, são preocupantes levando em consideração que de 2014 para 2020 houve crescimento populacional. Apesar desse número, é visto um lado otimista em relação ao que se pode ser trabalhado.

Em relação a funcionalidade arquitetônica, uma unidade de saúde horizontal, sugere-se ser feita somente em pavimento térreo. Porém a norma enaltece que só deve ocupar 50% do terreno, para futuras ampliações. Em contrapartida as grandes dimensões exigidas desse tipo de edificação como por exemplo: 60m<sup>2</sup>/ leito no mínimo, torna difícil que uma unidade de saúde seja apenas térrea, devido a outro fator importante, que é a dificuldade de encontrar grandes lotes em áreas urbanas para abrigar uma estrutura horizontal de grande porte. Tomando o exemplo de um Estabelecimentos Assistencial de Saúde (EAS), com 100 leitos, seriam necessários 6.000m<sup>2</sup> o que requer um terreno com 12.000m<sup>2</sup>. (GOÉS, 2004).

O grande desafio para Mezomo (2001), não é só projetar para o hospital do futuro, mas construir sobre o que se tem, ou seja, o projeto deve se dar de acordo com as condições do terreno, intempéries locais, entre outros pontos.

Observando os fatores citados, a opção da verticalização, se torna mais viável por conta das opções de terrenos disponíveis. É necessário ressaltar que, tendo uma área adequada, o edifício vertical só é recomendado para hospitais acima de 200 leitos, pois a partir disso os longos percursos pedem uma edificação vertical. O sistema pavilhonar horizontal térreo, com até 2 andares, permite o uso de rampas ou blocos na vertical, exigem uma cautela por parte do projetista, em relação a intensidade que se dará a elevação do edifício. Alguns pontos como custos, prevenção a incêndio, elevadores e fluxograma, entre outros, são questões a se relevar em uma solução verticalizada. (GOÉS, 2004).

O propósito de evitar hospitais muito altos, é torná-los acessíveis, tanto para implantação, manutenção e inspeção de instalações e equipamentos, prevenção de qualquer eventualidade e conforto de pacientes e profissionais como também por respeito a probabilidade da ocorrência de incêndios.

A despeito de conforto e satisfação, o arquiteto Jan Ghel (2014) - traz a escala humana como medida para se projetar um espaço urbano, tanto público como privado, visando as dimensões, sentidos e necessidades do ser humano, adaptada às necessidades dos ambientes de saúde seriam essas:

- **Proteção:** proteção contra acidentes- sensação de segurança, proteção contra experiências sensoriais desconfortáveis.
- **Conforto:** oportunidade para caminhar ou sentar, ver, ouvir e conversar, praticar atividades físicas.
- **Prazer:** sentir-se em ambientes com a escala humana, aproveitar os aspectos positivos do clima e ter experiências sensoriais positivas." (BITENCOURT, COSTEIRA, 2014).

Uma boa atividade para um projetista exercer é a promoção das sensações de proteção, conforto e experiência de satisfação dos aspectos supracitados. Verderber (1987), diz que os estabelecimentos hospitalares devem ser traçados e revistos periodicamente, desde que seus projetos arquitetônicos possibilitem a sua flexibilidade, expansão e ajustes físico- funcionais. Os conceitos primordiais e preliminares para o planejamento hospitalar não devem deixar de serem considerados.

## 2.2 Sistema de saúde no Brasil

No ano de 1543, a primeira instituição nesse padrão foi a Santa Casa de Misericórdia de Santos. A formação de médicos em uma quantidade considerável, aconteceu quando a família real portuguesa chegou ao Brasil, no início do séc. XIX, com abertura de cursos de medicina, em Salvador, que ocorreu em fevereiro de 1808 e posteriormente no Rio de Janeiro, em março de 1808. (COSTA, 2014). Em relação ao desenvolvimento da política de saúde no Brasil, ela teve início antes do século XX, a assistência profissional era privilégio para poucos, em casa ou nas Santas Casas e outros ambientes com fins filantrópicos.

As primeiras medidas consideradas como políticas de saúde, aparentemente foram as estabelecidas no começo do séc. XX, lideradas por Oswaldo Cruz, médico sanitarista, para erradicar com as endemias ou das epidemias<sup>1</sup>, no período conhecido como *campanhista*, doenças como a febre amarela, acabaram afastando os imigrantes europeus, os quais traziam mão de obra após a abolição.

Contextualizando o sistema de saúde no Brasil, a tabela 1, apresenta um resumo de eventos relacionados às criações das normas, leis e órgãos relacionados ao seu desenvolvimento ela aborda do ano de 1988 com a Promulgação da constituição do Brasil, até 2013 com a instituição do Programa Nacional do paciente (BITTENCOURT, 2014).

---

<sup>1</sup> Um possível conceito de endemia seria a sua concentração de doença apenas no espaço, ou seja em determinada região, país ou região, por exemplo no Brasil a dengue, H1N1. Já epidemia se refere a uma concentração no espaço e tempo, está relacionado a doenças disseminadas em países e continentes, como a febre amarela, conhecida a partir de 1850. (SINNECKER, 1976).

**Tabela 1-** Eventos e fatos relacionados à assistência e aos ambientes de saúde ocorridos a partir dos anos 80 do século XX.

<b>Ano</b>	<b>Evento</b>	<b>Observações</b>
<b>1988</b>	Promulgação da Constituição do Brasil	Sétima Constituição do Brasil promulgada em 5 de outubro.
<b>1990</b>	Publicação da Lei Orgânica de Saúde	Cria em 19 de setembro de 1990 o sistema público de saúde brasileiro: Sistema Único de Saúde (SUS)
<b>1994</b>	Publicação da Portaria nº. 1884/GM do Ministério da saúde, em 11 de novembro	Determina pela primeira vez a obrigatoriedade de “exame e a aprovação dos Projetos Físicos de Estabelecimentos de Saúde, em todo o território nacional, na área pública ou privada” (BRASIL, 1994, p.12)
<b>1999</b>	Criação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)	Lei nº. 9.782, de 26 de janeiro, que “Define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, cria a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, e dá outras providências” (BRASIL, 2002, p.1).
<b>2002</b>	Publicação da Resolução- RDC nº 50, de 21 de fevereiro	“Dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde” (BRASIL, 2002, p.1).
<b>2003</b>	Criação da Política Nacional de Humanização (PNH)	Criado o PNH a partir do Programa Nacional de Humanização da Assistência Hospitalar (PNHAH) de 2000.
<b>2013</b>	Institui o Programa Nacional de Segurança do Paciente (PNSP) através da Portaria nº 529, de 1º de abril do Ministério da Saúde.	Estabelece o objetivo geral de “contribuir para a qualificação do cuidado em saúde em todos os estabelecimentos de saúde no território nacional”.

Fonte- BITTENCOURT, 2014, p. 75.

Dos direitos que o homem possui, o direito à saúde é um dos que se encontram negligenciadas em todas as partes do mundo, até mesmo entre as nações de primeiro mundo. No Brasil essas dificuldades são maiores, porém a saúde é o bem mais valioso para o desenvolvimento, com princípios humanitários, democráticos e de sustentabilidade. Os projetos de unidades de saúde são peças importantes na estrutura das políticas de saúde e compete aos profissionais técnicos entender como dever social a projetar um espaço humanizado e de qualidade.

### 2.3 Conforto ambiental nos espaços hospitalares

O conforto ambiental em seu conceito é um estado de contentamento do ser humano em um determinado ambiente.

Os sistemas de controle ambiental nos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS), abrangem duas dimensões: a endógena e a exógena<sup>2</sup>. De acordo com a norma para planejamento hospitalar RDC 50:2002, as decisões de projeto dos edifícios hospitalares devem atender-se a atender sua dimensão endógena sem gerar interferências negativas nas características ambientais de entorno da edificação.

Na etapa de elaboração do projeto, é necessário atender a demanda das tecnologias de saúde, assim como também aos aspectos topográficos in loco, culturais, a flexibilidade dos ambientes definidas pelas possibilidades epidemiológicas. É importante pontuar a satisfação do usuário nos projetos arquitetônicos, tais como os aspectos: visuais, higrotérmicos, acústicos, lumínicos, olfativos e ergonômicos.

A estadia em um ambiente calmo e livre de ruídos elevados trazem muitos benefícios aos usuários das redes de saúde, contribuindo assim para o tratamento e melhoria do paciente entre outros benefícios.

Para maior esclarecimento o decibel (dB), corresponde a uma escala logarítmica, onde um valor qualquer representa um aumento no valor precedente, a unidade de medida decibel, a qual será utilizada no trabalho como uma das unidades métricas para medir o Nível Intensidade Sonora (NIS) e o Nível de Pressão Sonora (NPS).

---

<sup>2</sup> A dimensão **endógena**, que considera o edifício em sua finalidade de criar condições desejáveis de salubridade através do distanciamento das pessoas das variáveis ambientais externas, e a **exógena**, que observa os impactos causados pelas construções no meio ambiente externo alterando, de forma positiva ou negativa, suas condições climáticas naturais. (BRASIL, 2002)

“Há uma série de princípios arquitetônicos gerais para controle acústico nos ambientes, de sons produzidos externamente. Todos agem no sentido de isolar as pessoas da fonte de ruído, a partir de limites de seus níveis estabelecidos por normas brasileiras e internacionais. As normas para controle acústico a seguir devem ser observadas por todos EAS.” (BRASIL, 2002).

A resolução da RDC 50:2002, que trata sobre o regulamento para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos para edificações de saúde, relaciona o conforto ambiental nos ambientes hospitalares, assim trata do conforto acústico, lumínico e higrotérmico. Essa regulamentação para o conforto acústico recomenda observar as normas ABNT NBR 10152:2017 e ABNT NBR 12179: 1992, onde aborda os níveis de ruído para conforto acústico e tratamento acústico em recintos fechados, respectivamente. A norma ainda enfatiza a importância de ser observado atentamente cada ambiente do Estabelecimento Assistencial a Saúde, quanto ao controle acústico, nos três aspectos: grupos populacionais que o utilizam, pelas atividades exercidas ou pelos equipamentos.

Andrade, Oliveira, Souza e Matos (2016), descrevem que:

“Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o ruído pode influenciar no desempenho profissional e na qualidade de vida de um indivíduo, uma vez que interfere no sono, na comunicação e provoca reações fisiológicas e psicológicas que são na maioria das vezes problemas de saúde” (ANDRADE; OLIVEIRA; SOUZA; MATOS, 2016).

Atualmente dentro dos espaços hospitalares já se encontram realizados tratamentos com eletroacústica, como instalação de caixas de som onde são transmitidos sons para tranquilizar os pacientes durante a estadia. A acústica quando utilizada de maneira correta nesses espaços trazem benefícios aos usuários.

Carpman (1993), fala dos benefícios da música em familiares e visitantes, diminuindo a ansiedade nas alas de espera dos centros cirúrgicos. Esse autor menciona também os efeitos positivos da música em tratamento com crianças, mulheres em trabalho de parto e pacientes com queimaduras.

Alguns projetistas mencionam soluções paisagísticas como outra forma de reduzir o impacto de ruídos externos diretamente na edificação. A presença do museu e parque Paraense Emílio Goeldi, localizado no Pará- Brasil (Figura 2), situado na



região urbana da cidade de Belém, o espaço ficou conhecido pela estratégica redução que trouxe do ruído urbano, causados pela circulação dos automóveis e outras fontes, nos edifícios ao redor do parque.

**Figura 1** - Imagem aérea do Museu e Parque Emilio Goeldi



**Fonte-** Google Earth, 2017.

Goés (2004), destaca:

No aspecto interno o controle das fontes de ruído é mais simples. Entretanto, a caótica urbanização brasileira, as dimensões dos terrenos - como já foi visto, cada vez mais difíceis de serem encontrados nas condições ideais - têm produzidos hospitais onde às áreas livres são cada vez menores ou inexistentes, impedindo que soluções paisagísticas, por exemplo, contribuam com a redução dos ruídos em relação aos edifícios hospitalares. (Góes, 2004, pág. 107).

Assim, a importância no desenvolvimento do projeto, pensando em formas de contenção do ruído externo e criação de uma solução para reduzir o desconforto gerado pelos sons oriundos do espaço urbano, deverá ser considerada como uma das prioridades para serem gerados ambientes internos menos estressante e insalubres para os usuários dos EAS.

As normas para embasamento teórico e elaboração deste trabalho, são referentes ao conforto acústico para espaços em geral e também, mais especificamente, aos ambientes hospitalares.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), coordena o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS). A ANVISA desenvolveu o manual de conforto ambiental para hospitais, com o intuito de orientar os projetistas a elaborarem um projeto de forma adequada e racionalizar a concepção adequada, assim como o uso dos espaços para promoção dos serviços de saúde e da conformação dos ambientes. Assim, possibilita uniformizar as instruções direcionadas aos vários usuários, projetistas, trabalhadores da área e autoridades sanitárias.

O Manual de Conforto foi elaborado através do Termo de Cooperação 64, entre a Anvisa e a Organização Pan-Americana da Saúde (Opas/OMS), e a contratação de profissionais, organizado e supervisionado da Gerência-Geral de Tecnologia em Serviços de Saúde (SGTES/ ANVISA). No ano de 2002 foi publicada a RDC nº 50, no dia 21 de fevereiro; que “dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de Projetos Físicos de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde” (BRASIL, 2002, p.1).

A RDC 50/2002 apresenta as diretrizes iniciais para o conforto ambiental no seu capítulo 5- Condições ambientais de Conforto, abordando-as sob 3 vertentes:

1. Conforto higrotérmico e qualidade do ar: Os EAS devem ter ambientes providos de sistemas comuns de controles higrotérmicas e de qualidade de ar;
2. Conforto acústico: Os Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS), devem atender as normas da ABNT: NBR 10.152 e NBR 12.179. Observar as demandas específicas de cada ambiente e os grupos que utilizam cada espaço, sejam pessoas, máquinas ou as atividades exercidas;
3. Conforto luminoso a partir da fonte natural: No conforto lumínico deve se atentar a norma ABNT NBR ISO 8995-1- Iluminância de interiores e as demandas específicas de cada ambiente.

A RDC 50/2002 também aponta 4 grupos específicos funcionais dentro da rede hospitalar, que devem ser observados pelas características dos grupos populacionais

que os utilizam, seja pelo tipo de atividade, ou pelos equipamentos ali encontrados. (Tabela 2).

**Tabela 2-** Grupos de sistemas de controle de conforto acústico.

Grupo	Descrição
<p>Ambientes funcionais dos EAS que demandam sistemas comuns de controle das condições ambientais acústicas.</p>	<p>Esses ambientes correspondem a certas unidades funcionais que não carecem de condições especiais de níveis de ruído e que não o produzem em grau elevado. Não necessitam de barreiras nem de isolamento sonoro especial. Observe-se o Código de Obras local.</p>
<p>Ambientes funcionais dos EAS que demandam sistemas especiais de controle das condições ambientais acústicas porque, apesar de não abrigarem atividades nem equipamentos geradores de altos níveis de ruído, os grupos populacionais que os frequentam necessitam dos menores níveis de ruído possíveis.</p>	<p>Esses ambientes correspondem a certas unidades funcionais que carecem de condições especiais de níveis de ruído e que não o produzem em grau elevado. Necessitam de isolamento sonoro especial.</p> <p><b>Apoio ao diagnóstico e terapia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Métodos Gráficos: Cabine de audiometria</li> </ul>
<p>Ambientes funcionais dos EAS que demandam sistemas especiais de controle das condições ambientais acústicas porque abrigam atividades e equipamentos geradores de altos níveis de ruído e os grupos populacionais que os frequentam necessitam os menores níveis de ruído possíveis.</p>	<p>Correspondem a certas unidades funcionais que carecem de condições especiais de níveis de ruído e que o produzem em grau elevado. Necessitam de barreiras acústicas que garantam a não interferência desses ruídos em outros ambientes.</p> <p><b>Atendimento imediato</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atendimentos de emergência e urgência</li> </ul> <p><b>Apoio ao diagnóstico e terapia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Imagiologia/ Ultrassonografia: Litotripsia extracorpórea</li> </ul>

<p>Ambientes funcionais dos EAS que demandam sistemas especiais de controle das condições ambientais acústicas porque abrigam atividades e equipamentos geradores de níveis de ruído muito altos e necessitam serem isolados como fonte.</p>	<p>Estes ambientes correspondem a certas unidades funcionais que não carecem de condições especiais de níveis de ruído, mas que o produzem em grau elevado. Necessitam de barreiras acústicas, em relação aos demais ambientes do EAS.</p> <p><b>Apoio técnico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nutrição e dietética: área de produção</li> </ul> <p><b>Apoio ao diagnóstico e terapia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Imagiologia/Ultrassonografia: Litotripsia extracorpórea</li> </ul> <p><b>Apoio logístico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Processamento de roupa: área para lavagem e centrifugação</li> <li>Manutenção: Oficinas de manutenção</li> </ul> <p>Nota: Observem-se as normas específicas da ABNT</p> <p>Infraestrutura predial:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sala para grupo gerador;</li> <li>Casa de bombas;</li> <li>área para ar comprimido;</li> <li>Salas para equipamentos de ar condicionado</li> </ul>
--	--

Fonte- RDC 50/2002.

A NR 17- Ergonomia (117.000-7) de 2021 visa estabelecer parâmetros que possibilitem a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos profissionais, de modo a proporcionar o máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente. Em relação ao conforto acústico, no subitem 17.5.2.1. discrimina que, as áreas que não estão descritas na norma 10152:2017- que é a norma existente no Brasil relacionada aos níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações, o nível de ruído aceitável no que está relacionado ao conforto acústico será de 65 dB(A), e a curva de avaliação de ruído (NC), não será superior a 60 dB(A). Porém, como já visto, esses níveis para alas hospitalares estão muito elevados e além do que a NBR 10152:2017 estabelece. Dessa forma os valores adotados serão o da ABNT 10152:2017, que estão apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3-** Valores de referência para ambientes internos de uma edificação de acordo com suas finalidades de uso

Finalidade de uso	Valores de referência		
Clínicas e hospitais	RLAeq (dB)	RLASmáx (dB)	RLNC
Berçários	35	40	30
Centros 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
Nota: RLAeq: Nível de pressão sonora equivalente ponderada RLASmáx: Nível de pressão sonora máximo ponderada e RLnc corresponde as curvas de avaliação de ruído (NC)			

**Fonte-** ABNT NBR 10152: 2017. Adaptada pelo autor.

A norma ABNT NBR15575 foi revisada em 2013 e possui 5 partes, dentre elas a parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas- SVVIE, é a que irá tratar mais especificamente sobre conforto acústico e apresenta parâmetros sobre o nível de desempenho de vedação das paredes. Embora a NBR 15575:2021 seja aplicável a edificações habitacionais, está sendo usada para analisar as vedações internas e de fachadas do hospital por não ter uma norma específica para classificação de paredes em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) no Brasil.

Essa norma determina três níveis de desempenho das vedações das edificações, **M (mínimo)**, **I (intermediário)** e **S (superior)**, sabendo que o nível mínimo é obrigatório. Sendo os demais níveis opcionais e informativos.

A ABNT 15575:2013, descreve três métodos para a verificação do desempenho dos sistemas de vedação, com dois realizados em campo e um em laboratório:

- **Método de precisão (laboratório):** Ele determina o isolamento sonoro de cada componente construtivo, fornecendo valores bases para cálculo de projeto. Com base na ISO 1040-2.

- **Método de engenharia (campo):**
  - Para SVVE (Sistemas Verticais de Vedação Externa), determina que no local da medição, o sistema global de vedação (conjunto de fachadas, janelas e cobertura), caracterizando de forma direta. Conforme está na norma ISO 140-5.
  - Para SVVI (Sistemas Verticais de Vedação Interna), determina em campo o isolamento global entre unidades autônomas e unidades em comum, caracterizando de forma direta o comportamento acústico do sistema, como descrito na norma ISO 140-4.
- **Método simplificado de campo:** Esse método possibilita obter uma estimativa global tanto das vedações externas do isolamento sonoro, em casos onde não há instrumentos necessários para medir o tempo de reverberação. O método está descrito na norma ISO 10052.

Como as normas ISO não possuem tradução para português a NBR 15575:2013 manteve os símbolos de parâmetro de verificação das grandezas conforme tabela 4.

**Tabela 4-** Parâmetros acústicos de verificação

Símbolo	Descrição	Norma	Aplicação
$R_w$	Índice de Redução Sonora Ponderado	ISO 10140-2 ISO 717-1	Componentes, para valores em laboratório.
$D_{nT,w}$	Diferença Padronizada de Nível Ponderada	ISO 140-4 ISO 717-1	Vedações verticais e horizontais internas, em edificações (paredes etc.). Utilizados para valores em campo.
$D_{2m,nT,w}$	Diferença Padronizada de Nível Ponderada a 2m de distância da fachada	ISO 140-5 ISO 717-1	Fachadas, em edificações Fachadas e coberturas em casas térreas e sobrados. Utilizados para valores em campo.

**Fonte-** ABNT15575:2013. Editada pelo autor.

Para utilizar os níveis de desempenho para habitações como parâmetro para os estabelecimentos de saúde serão classificadas as vedações internas e externas mediante as tabelas 5 e 6, auxiliando na avaliação que aplica o método de engenharia.

Para as vedações externas a norma ABNT 15575:2013 apresenta uma tabela considerando a medição realizada a 2.00 metros das fachadas para o desempenho das paredes.

A tabela 5 vai definir qual o nível de desempenho dos sistemas de vedações externas (fachadas), a partir das características do entorno da edificação. A tabela 6 é referente ao nível de desempenho mínimo que um sistema de vedação interno deverá ter.

**Tabela 5-** Diferença padronizada de nível ponderada da vedação externa,  $D_{2m,nT,w}$  para ensaios de campo.

<b>Classe de ruído</b>	<b>Localização da habitação</b>	$D_{2m,nT,w}$ (dB)	<b>Nível de desempenho</b>
I	Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas	≥20	M
		≥25	I
		≥30	S
II	Habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis nas classes I e II	≥25	M
		≥30	I
		≥35	S
III	Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, desde que conforme a legislação.	≥30	M
		≥35	I
		≥40	S

**Fonte-** ABNT NBR 15575:2013. Editada pelo Autor.

**Tabela 6-** Diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes, DnT,w

Elemento		DnTw (dB)	Nível de desempenho
A	Paredes entre unidades habitacionais autônomas (paredes de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório.	40 a 44	M
		45 a 49	I
		≥ 50	S
B	Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso em que pelo menos um dos ambientes é dormitório.	45 a 49	M
		50 a 55	I
		≥ 55	S
C	Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadarias nos pavimentos.	40 a 44	M
		45 a 49	I
		≥ 49	S
D	Parede cegas de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual como corredores e escadarias nos pavimentos.	30 a 34	M
		35 a 39	I
		≥ 40	S
E	Parede cega entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias.	45 a 49	M
		50 a 54	I
		≥ 55	S
F	Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo hall (DnTw obtida entre as unidades)	40 a 44	M
		45 a 49	I
		≥ 50	S

**Fonte-** ABNT NBR 15575:2013. Editada pelo autor.

### 2.3.2 Qualidade Acústica e Níveis de Ruído

Retratando a qualidade acústica interna, o rebatimento das ondas sonoras nas superfícies das paredes e teto, reverberam, fazendo com que o volume do ruído de conversas, por exemplo, aumente quando os pacientes estão nos corredores aguardando para serem atendidos. Nesse momento os pacientes conversam e o ruído fica intenso, prejudicando a audibilidade e o bom entendimento tanto para os próprios pacientes como para os funcionários.

O conforto acústico está atrelado à humanização hospitalar e aos cuidados que se deve ter com o tratamento de pacientes, ambiente de trabalho dos funcionários e frequentadores das redes hospitalares.



Porém, junto com as melhorias socioeconômicas, o avanço tecnológico também trouxe prejuízos na qualidade de vida como doenças e incômodos que podem se manifestar em locais de lazer e de trabalho. Dessa forma se torna essencial assegurar o mínimo possível de danos decorrentes da poluição sonora

O hospital é pensado como o local adequado de trabalho e tratamento de pacientes. O conforto e qualidade do hospital são indispensáveis e estão relacionados a diversos fatores como: atender as necessidades tecnológicas com ambientes capazes para receber a atualização de equipamentos médicos; atender as necessidades dos pacientes quanto a ambientes que proporcionem tranquilidade, bem estar e condição de rápida recuperação e corresponder as necessidades dos profissionais técnicos com ambientes que permitam um bom desempenho do trabalho. Em suma, são essas algumas premissas do processo de humanização hospitalar, onde hoje o conforto acústico tem grande importância.

A falta de qualidade acústica é um fator que afeta de diversas maneiras, como dificultar o tratamento de pacientes, a boa comunicação entre os funcionários durante o trabalho, causa irritabilidade e pode ocasionar até patologias, por exemplo, quando uma pessoa fala que já se “acostumou” com aquele ruído ao qual está exposta corriqueiramente, na realidade ela está sofrendo a perda da sensibilidade auditiva (REGIS, 2010).

Sendo assim, para atenuar os efeitos dos ruídos é necessário o estudo do ambiente hospitalar, da edificação e do seu entorno, identificando a partir de levantamento de dados e análise dos resultados as fontes de ruído e o quanto estão afetando o estabelecimento de saúde, dessa forma podendo posteriormente ser elaborada uma proposta de melhoria acústica.

Cada fonte sonora possui sua capacidade própria de vibrar em certa faixa de frequência. Para ser audível ao ouvido humano, essas frequências devem estar entre 20Hz e 20.000Hz, sendo assim um ambiente acusticamente tolerável e normal.

A potência necessária para que uma fonte gere um som é mínima, da ordem de  $10^{-12}$  W, a faixa de pressão que é audível é larga, pois o limiar da audição corresponde a  $0,00002$  N/m<sup>2</sup>, o que em dB(A), representa 0 e o limiar da dor, quando o ambiente se torna insalubre, é 200 N/m<sup>2</sup>, o que em dB corresponde a 140dB(A). No dia a dia a percepção que o ouvido demonstra para a pressão sonora corresponde a uma faixa não linear. (ALMEIDA; BRAGANÇA; SOUZA, 2016).

### 2.3.3 Psicoacústica

Para Taube (2009), o objetivo do estudo da psicoacústica é compreender como ocorre o processo auditivo, como os sons chegam e são processados pelo cérebro e ouvido de forma que passe informação útil para o ouvinte do que se passa ao seu redor. Assim como determina habilidades e limitações da audição.

Quando o ser humano está adoecido, a tolerância ao ruído passa a ser menor, com isso “a exigência do silêncio em hospitais é uma das tradições mais antigas no cuidado com o doente” (HOSKING, 1999). O estresse causado pelas fontes ruidosas dentro das salas de repouso, ou durante procedimentos médicos causa uma péssima experiência no paciente. O artigo Qualificação e quantificação da exposição sonora ambiental em uma unidade de terapia intensiva geral (AMARAL, GUILHERME, PEREIRA, TOLEDO, 2003), produzido com base no estudo em uma Unidade de Terapia Intensiva (UTI), do Hospital de São Paulo, apontou níveis altos do nível de pressão sonora equivalente (Leq), onde apresentou média de 65,36 dB(A) variando de 62,9 a 69,3 dB(A). O que é preocupante, já que o recomendado para um ambiente hospitalar tranquilo é entre 60 e 65 dB(A), conforme recomendado pela NR 17- Ergonomia 117.000-7 (2021).

Um transtorno causado pelo estresse durante a hospedagem do paciente no hospital é a “Psicose de UTI”, que são exacerbados pela privação do sono e gerados por condições ambientais, entre eles a exposição a ruídos contínuos” (GRUMET, 1993).

Não apenas o paciente sofre com o estresse gerado por ruídos, mas também funcionários, como os enfermeiros, médicos e demais profissionais que atuam nos EAS. O artigo “Ruído no contexto hospitalar: Impacto na saúde dos profissionais de enfermagem” publicado sobre o impacto gerado pelos ruídos nos profissionais de enfermagem do hospital público de ensino e pesquisa do Município de Curitiba, onde foi aplicada uma entrevista com alguns funcionários sorteados, apontou nas respostas da pesquisa os seguintes sintomas:

- Dor de cabeça;
- Alterações de sono;
- Baixa concentração;
- Desconforto;
- Zumbido;
- Cansaço ao falar;

- Ouvido entupido.

Esses sintomas supracitados foram alguns dos problemas apontados pelos profissionais de enfermagem do hospital, então é possível concluir que o ruído pode ser um fator gerador de problemas na saúde dos usuários dos espaços dentro das alas hospitalares.

Como proposta para melhorar a qualidade do ambiente de trabalho e estadia de funcionários e pacientes, esses estudos propuseram alterações de equipamentos, como instalação de alarmes visuais ao invés de alarmes sonoros, análises periódicas dos ambientes, revisão de equipamentos, aplicação de um programa preventivo e educativo voltado à saúde e redução do ruído.

A máquina para hemodiálise Dialog Bbraun, figura 2, por exemplo, quando o tempo de terapia finaliza ela emite um sinal e aparece a mensagem no visor. A aplicação de equipamentos como esse, faria com que o ambiente tivesse menos uma fonte de ruído, gerando mais conforto para o trabalho dos médicos, técnicos e no tratamento dos pacientes.

**Figura 2** -máquina para hemodiálise Dialog Bbraun



**Fonte-** [https://intranet.hc.unicamp.br/manuais/nefrologia\\_tecnicas.pdf](https://intranet.hc.unicamp.br/manuais/nefrologia_tecnicas.pdf). Acesso em 26/10/2020 às 21:41h.

O fator psicoacústico pode ser encontrado também em recomendações feitas por autores como Carpmann e Grant em Design that cares (1993), Roger Ulrich (2001) e outros que recomendam o uso da música como “audioanalgésico”, inclusive como auxílio para o relaxamento durante procedimentos médicos.

### **3 CONDICIONAMENTO ACÚSTICO**

Um ambiente com condicionamento acústico provê para quem está usufruindo uma experiência agradável. Entretanto, dentro dos vários perigos ambientais que os usuários das redes de saúde são submetidos, gerados no próprio ambiente hospitalar ou externamente, o agente ruído pode comprometer a saúde desses.

A exposição diária pode gerar consequências no estado físico, mental e psicológico, causando alterações na comunicação, pouco desempenho, cansaço, estresse, entre outros problemas. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), o ruído pode inibir o trabalho, descanso, o sono e a comunicação nos seres humanos, inclusive provocar reações psicológicas, fisiológicas e ao mesmo tempo patológicas. (COSTA, LACERDA, MARQUES, 2011).

Sons oriundos de motores e máquinas causam irritabilidade nos funcionários e pacientes, por consequência prejudica o tratamento dos pacientes e o trabalho dos profissionais. Com isso é notável que não só é necessário o tratamento acústico na arquitetura, mas também, uma interdisciplinaridade entre projetistas de maquinário e engenheiros na tentativa de produzir equipamentos que produzam menos ruídos.

Porém quando se fala de qualidade em ambientes assistenciais de saúde, um local com projeto acústico executado traz benefícios para os funcionários e no tratamento dos pacientes.

#### **3.1 Tratamento acústico**

O tratamento acústico é o processo de dar a um ambiente, dependendo do seu uso, condições que permitam boa audibilidade para as pessoas nele presente. Para trabalhar a acústica em um ambiente primeiro deverá ser feito o levantamento de dados, como por exemplo, os ruídos externos e internos que podem estar gerando o incomodo aos usuários do ambiente, posterior a isso será feita a escolha de decisões sobre o tratamento acústico ideal. O controle do ruído é feito através do uso de materiais absorvedores e refletores e as escolha desse material será de acordo com a necessidade do ambiente. Nesse capítulo abordaremos a reverberação, que é o tempo necessário para que um som não seja escutado e falaremos sobre isolamento acústico, ou seja, como evitar que um som saia ou entre de determinado local.

### 3.1.1 Tempo de Reverberação

Para se conhecer o tempo de reverberação de um ambiente, um dos primeiros passos deverá ser através do estudo da geometria acústica; nessa etapa o projetista irá conhecer a distribuição dos sons diretos ou refletidos, de maneira para conseguir uma boa audibilidade e atenuação do ruído em todo o recinto.

De acordo com Carvalho (2010), o tempo de reverberação é o tempo de intervalo necessário para que a intensidade de um certo som decresça 6dB após sua fonte concluir sua emissão. Esse decréscimo do som posterior a sua emissão está conectado ao poder de absorção dos materiais quando o som fica em contato com o material e esse tempo é medido em segundos.

Wallace Clement Sabine, foi um físico norte-americano que fundou o campo da acústica arquitetônica. Para encontrar o tempo de reverberação, é necessário conhecer a área de todos os materiais com quem o som estará em contato, levando em consideração seus coeficientes de absorção nas frequências ideais. Dessa forma, o material possui um coeficiente de absorção ( $\alpha$ ) específico, variando entre 0 e um ( $0 < \alpha < 1$ ), esse valor é modificado de acordo com a frequência sonora. As frequências utilizadas nesse trabalho são: 125Hz, 500Hz, 1000Hz, 2000Hz. O coeficiente de Sabine, é a multiplicação da área de contato do material com o seu coeficiente de absorção.

Existem duas fórmulas para calcular o tempo de reverberação (TR) de um ambiente. Entretanto, é essencial conhecer o valor de absorção médio (equação 1). Se o resultado que ela apresentar do resultado for inferior a 0,5 a fórmula utilizada para o cálculo do TR será a de Sabine (equação 2), ou seja o recinto está reflexivo. Entretanto, se o coeficiente de absorção médio for maior que 0,5, utiliza-se a fórmula de Eyring (equação 3), significando que o espaço é altamente absorvedor.

#### Equação 1- Coeficiente de Absorção médio

$$\alpha_m = \frac{\sum(S \times \alpha)}{\sum S}$$

Fonte- Silva, P., 2011

Onde:

S = Área de contato do material (m<sup>2</sup>)

$\alpha$  = Coeficiente de absorção do material

**Equação 2- Fórmula de Sabine**

$$Tr = \frac{0,161 \times V \Sigma}{(S \times \alpha)}$$

Fonte- Silva, P., 2011

Onde:

Tr = Tempo de reverberação, em segundos

0,161 = Constante de multiplicação

V= Volume em m<sup>3</sup>

S = Área de contato do material em m<sup>2</sup>

$\alpha$  = Coeficiente de absorção do material

**Equação 3- Fórmula de Eyring**

$$Tr = \frac{0,161V}{-S \ln(1 - \alpha m) + \alpha V}$$

Fonte- Silva, P. 2011.

Onde:

Tr = Tempo de reverberação, em segundos

0,161 = Constante de multiplicação

V= Volume em m<sup>3</sup>

S= Área de contato do material em m<sup>2</sup>

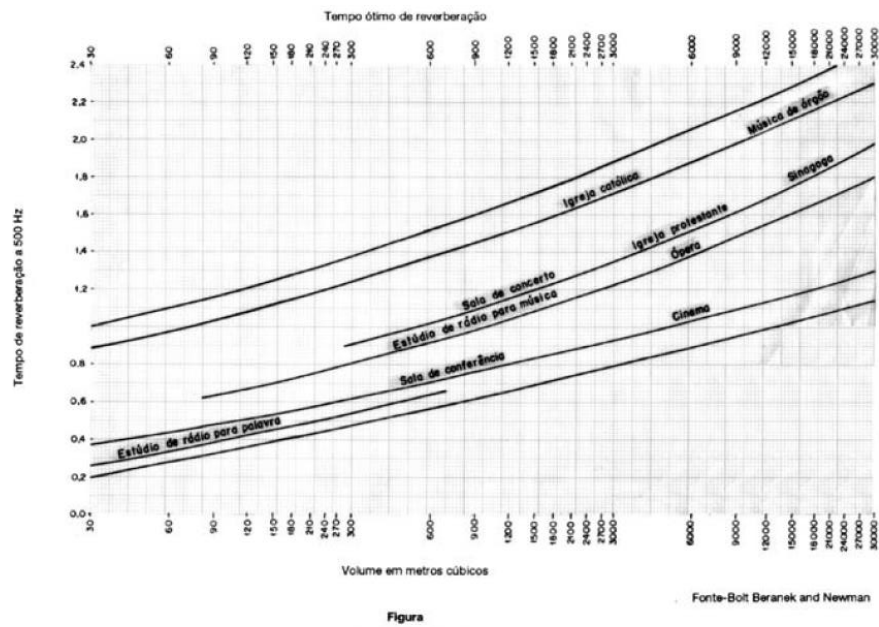
ln= logaritmo neperiano da expressão (1-  $\alpha m$ )

$\alpha m$ = coeficiente médio de absorção

$\alpha$  = Coeficiente de absorção do material

De acordo com Carvalho (2010), cada ambiente possui um tempo de reverberação ideal, segundo o volume e a finalidade de que o recinto é destinado. Na Figura 5 se apresenta o tempo de reverberação ótimo ( $T_{or}$ ) em ambientes fechados, de acordo com seu uso e volume, correspondendo a frequência de 500Hz.

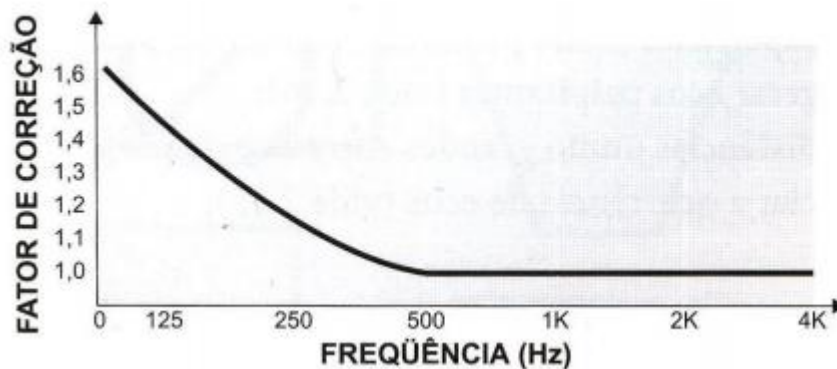
**Figura 3** – gráfico para tempo ideal de reverberação em ambientes fechados.



Fonte- ABNT 12179:1992

Sabendo o  $T_{or}$  de acordo com a figura anterior, em seguida com base no gráfico da figura 6, achar o fator de correção para outras frequências.

**Figura 4-** Fator de correção



Fonte- Carvalho, Régio P. 2010.

De acordo com a norma o  $T_{or}$  é dito como ideal se não ultrapassar 10% do limite, a mais ou a menos, nas faixas de frequência analisada.

Quando o tempo de reverberação é maior que o ideal recomendado, ocorrerá sobreposição de sons, o que gera inteligibilidade. Porém, se o som permanecer por pouco tempo no ambiente a recepção será prejudicada em pontos mais distantes da fonte sonora.

Como as normas brasileiras não estipulam nenhum valor de  $T_{or}$  de reverberação para compatibilização dos resultados será utilizado esse valor da norma da Sociedade Dinamarquesa de Acústica (DAS) como parâmetro. Para ambientes hospitalares como quartos coletivos, quartos individuais, salas de exames e corredores de circulação, a DAS determinou que o tempo ideal de reverberação é 0,6 segundos.

### 3.1.2 Isolamento Acústico

O isolamento acústico é o processo pelo qual se busca evitar a entrada ou a saída, de ruídos ou sons, de um determinado recinto. Além disso o isolamento acústico compreende a proteção contra ruídos ou sons aéreos e/ ou sons de impacto.

O nível de ruído encontrado dentro dos ambientes deve estar de acordo com a NBR 10152:2017. Determinado este nível e tendo ciência dos sons externos, se tem pela diferença a queda de nível de som ( $\Delta$ ), em decibéis.

A escolha de materiais isolantes deve ser feita a partir do seu coeficiente de isolamento acústico, o qual varia de acordo com o material. Esses materiais por serem mais rígidos e com alta densidade, impedem a transmissão da onda sonora quando entra em contato com a superfície do material. Alguns materiais possíveis para isolamento é o tijolo maciço, pedra lisa, gesso, madeira e o vidro. Existe também o isolamento acústico através dos sistemas estruturais e divisórias de ambientes que podem atenuar a intensidade sonora transmitidas.

- As paredes simples, compostas por tijolos maciços são as menos indicadas, pois seu isolamento acústico é relativamente baixo e o aumento da massa do material não é viável economicamente e nem sob o ponto espacial. Considerando uma parede de bloco de concreto pesando  $202 \text{ kg/m}^2$ , terá 14cm de espessura e possui o índice de atenuação de 40dB a 500Hz, assim para obter 50dB de atenuação seria necessária uma parede com 56cm;
- Paredes duplas são viáveis em relação à acústica pois quanto maior o espaço de ar entre elas, maior o isolamento sonoro, melhorando assim a faixa de abrangência do isolamento das baixas frequências. É válida a aplicação de materiais absorvedores no interior do espaço de ar entre as paredes duplas.



Geralmente em materiais porosos, ocorre a diminuição da energia sonora incidente, ajudando a atenuar a intensidade do som. Porém no ponto de visto econômico não se torna viável devido ao custo, por isso é preferível a aplicação de materiais revestindo as paredes, como painéis MDF com tratamento acústico.

Caso ocorra uma queda elevada do nível de som ( $\Delta$ ), é possível utilizar uma combinação de materiais isolantes, se atentando também a origem dos ruídos ou sons que se pretende isolar, que podem ser aéreos ou de impacto.

Para fazer o isolamento acústico no ambiente é preciso conhecer a transmissividade dos materiais utilizados ( $\tau$ ) (Equação 4) e depois a transmissividade média (Equação 5), a transmissividade média é utilizada quando em uma parede há uma janela ou porta, então se calcula a transmissividade individual de cada componente do sistema de vedação vertical e depois a transmissividade média, por último a Redução de Ruído (RR) (Equação 6), do mesmo.

**Equação 4-** Transmissividade dos materiais

$$\tau = \frac{1}{10^{IA/10}}$$

**Fonte-** CARVALHO, R.P., 2010.

Onde:

$\tau$  = Transmissividade

IA = Nível de Isolamento Acústico

**Equação 5-** Transmissividade média

$$\tau = \frac{\sum (S \times \tau)}{\sum S}$$

**Fonte-** CARVALHO, R.P., 2010.

Onde:

$\tau$  = Transmissividade

S = Área de utilização do material (m<sup>2</sup>);

**Equação 6-** Redução do Ruído

$$RR = 10 \log (1/\tau)$$

**Fonte-** CARVALHO, R.P., 2010.

Onde:

$\tau$  = Transmissividade

RR = Nível de Redução de Ruído;

Após os cálculos, será obtida a redução de ruído que os materiais selecionados realizarão. A unidade de medida é em decibel (dB), uma unidade logarítmica que indica a intensidade sonora. De acordo com o valor obtido, será possível identificar qual material irá corresponder a necessidade de cada ambiente.

### 3.2 Materiais acústicos para Isolamento

Segundo Carvalho (2002), um material isolante é aquele que reflete e retorna grande parte da energia sonora incidente em uma parede, evitando que ela seja transmitida de um ambiente para o outro.

Ao se tratar de materiais para condicionamento acústico em ambientes assistenciais de saúde, há dificuldades suplementares, pois ao mesmo tempo em que são ótimos isolantes acústicos, a constituição molecular dos materiais, vai de encontro às exigências de controle de higienização, e conseqüentemente, ao controle de infecções hospitalares no passo em que as formas para captar o som, servem igualmente como abrigo ideais para micro-organismos (SERAQUI, 1998).

Para materiais de revestimento, no momento da escolha além da função acústica, devem estar de acordo com as exigências de controle de assepsia das superfícies e correspondentes características de controle de infecção.

“tanto nas áreas críticas quanto nas semicríticas, devem ser sempre utilizados materiais de acabamento que tornem as superfícies lisas, monolíticas de preferência, ou com o menor número possível de ranhuras ou frestas. Estes materiais devem garantir a manutenção de suas características mesmo após o uso intenso e limpeza frequente” (BICALHO, 2010).

Para áreas molhadas não há necessidade do isolamento acústico com alta precisão, assim os materiais com altas resistências podem ser atribuídos, no entanto, devem atender às regras da Resolução RDC 50/2002. Os revestimentos cerâmicos ou não, quando utilizados nas áreas críticas, não podem ter índice de absorção de água maior que 4% individualmente ou depois da aplicação, o rejunte das suas peças também devem ter a mesma porcentagem de absorção.

“O uso de cimento em qualquer aditivo antiabsorvente para rejunte de peças cerâmicas ou similares é vedado tanto nas paredes quanto nos pisos das áreas críticas (BRASIL, 2002).”

### 3.2.1 Materiais para piso

O piso também é um componente de isolamento sonoro, que possui relevância nas áreas de internação, circulações, consultórios e unidades de terapia intensiva. Alguns ambientes como salas de cirurgias, de procedimentos hemodinâmicos e salas de parto, além do isolamento sonoro outras características devem ser consideradas como as obrigatoriedades do uso da proteção condutiva de eletricidade e consecutivamente aterramento, na hora de escolher o material para piso.

A instalação de pisos condutivos que são um composto de vinílico com e malha de cobre aterrada ajuda na diminuição das cargas elétricas que podem atingir pacientes e profissionais no ambiente.

“onde se usam anestésicos ou materiais químicos de limpeza, há o risco que uma explosão seja deflagrada por descargas eletrostáticas, além de outras causas como a possibilidade do choque elétrico em pacientes em função dessas descargas” (BICALHO, 2010).

O piso vinílico flexível heterogêneo ou linóleos, são os mais recomendados e podem ser encontrados como mantas, compostos de resinas de PVC, pigmentos, fibra de vidro e plastificantes. De acordo com Flávio Bicalho e Regina Barcellos, suas especificidades físicas de homogeneidade e de fácil instalação, “permitem uma boa limpeza, pois as juntas são soldadas no local e ficam perfeitamente integradas no piso, formando um bloco monolítico, além de permitirem a confecção do rodapé contínuo” (CARVALHO, 2002).



### 3.2.2 Materiais de teto

Nos tetos os materiais de revestimentos podem ser fundamentais na qualidade do conforto acústico. Existem duas possibilidades de instalação: fixa ou móvel, em ambos há fatores que devem ser considerados a respeito da contribuição para redução dos ruídos.

- Instalação fixa: alguns materiais fixos são lajes e forros de gesso contínuo ou corrido;
- Instalação móvel: Como exemplo de instalações móveis metálico, madeira, PVC ou revestidos de PVC, entre outros;

Para algumas salas de alto risco, como salas cirúrgicas, manipulação de nutrição enteral, quimioterápicos, procedimentos hemodinâmicos, área de leitos de UTI ou CTQ e áreas semelhantes, os tetos “devem ser contínuos, sendo proibido o uso de forros falsos removíveis, do tipo que interfira na assepsia dos ambientes. Nas demais se pode utilizar forro removível, inclusive por razões ligadas à manutenção, desde que nas áreas semicríticas esses sejam resistentes aos processos de limpeza, descontaminação e desinfecção” (BRASIL, 2002). Na tabela 7 é possível ver algumas possibilidades de forros para ambientes hospitalares.

**Tabela 7-** Modelos de forro de gesso para ambientes hospitalares.

Material	Imagem
Forro mineral OWA- auxilia na diminuição do tempo de reverberação no espaço assim como melhoria na acústica do ambiente	
Forro Ecophon Hygien Performance A- Esse é um forro absorvedor acústico, de fácil limpeza, adequado para áreas úmidas.	

**Fonte-** Editada pelo autor.

### 3.2.3 Materiais de parede

Quanto aos materiais de parede devem ser adotados os materiais apropriados às atividades que serão executadas no ambiente, aos métodos de limpeza utilizados e a garantir o bem estar e conforto dos usuários.

Em hospitais é comum o fluxo corriqueiro de veículos pelos corredores e ambientes: são macas, camas, cadeiras de rodas, carros de comida e limpeza, entre outros. Assim, o projetista além de escolher acabamentos mais apropriados têm que se dedicar também à escolha de complementos: bate-macas, os rodapés e cantoneiras, é possível escolher os materiais desses complementos e suas composições para auxiliar acusticamente na atenuação dos ruídos dos corredores e ambientes hospitalares.

Se deve atentar, ao impacto de reverberação do som que cada um desses materiais pode produzir no ambiente e o desconforto acústico. (BITTENCOURT, 2019). Algumas outras formas de se garantir o isolamento são através de mobiliário, vedações, portas, janelas e objetos de decoração. Os materiais acústicos que podem ser aplicados nos ambientes de saúde, podem ser refletores, difusores, isolantes ou de absorção.

Se tratando de materiais refletores, eles possuem superfícies mais lisas e duras, fazendo com que boa parte da energia incidente seja refletida, materiais refletores aumentam o tempo de reverberação interna do ambiente, ampliando o som e tornando ele mais evidente. Esse material se aplicado em áreas extensas com poucos obstáculos pode provocar eco. São exemplos desses materiais cerâmicas, azulejos, entre outros.

Materiais difusores geram a difusão das ondas sonoras, ao incidirem sobre um material refletor e rugoso, refletindo em diversas direções. Assim, um material difusor promove maior distribuição sonora no ambiente, garantindo a uniformidade sonora, mantendo a acústica viva evitando o eco. O uso de pedras e lambris irregulares, são alguns dos possíveis materiais para gerar a difusão sonora.

Para edificações de saúde, esses materiais são mais indicados por serem de fácil limpeza e possuir baixa corrosividade devido aos materiais usados para limpeza, mas não devem ser escolhidos só por esses motivos, devem ser propostos materiais que atendem os requisitos de higiene hospitalar, mas gere qualidade acústica no ambiente.

## **4 Materiais e métodos**

A metodologia deste trabalho foi estruturada em 04 (quatro) etapas, segue a condução a seguir da metodologia aplicada.

### **Etapa 1- Seleção do objeto de estudo:**

- Escolha do Estabelecimento assistencial a Saúde (EAS)
- Estudo do entorno e sua relação com o interior;
- Escolha dos ambientes internos para estudo
  - Ambulatório 2
  - Centro de Oncologia (CACON)
  - Centro de Nefrologia

### **Etapa 2- Levantamento de dados (em duas etapas):**

- Planta baixa
  - Análise do entorno, configuração da planta, topografia;
  - Levantamento do nível de ruído internamente e externamente

### **Etapa 3- Análise e diagnóstico:**

- Análise e diagnóstico dos ambientes com os dados obtidos
- Comparação de dados com as normas 10152:2017 e 10151:2019 e normas da ANVISA (2002) e a RDC- 50: 2002

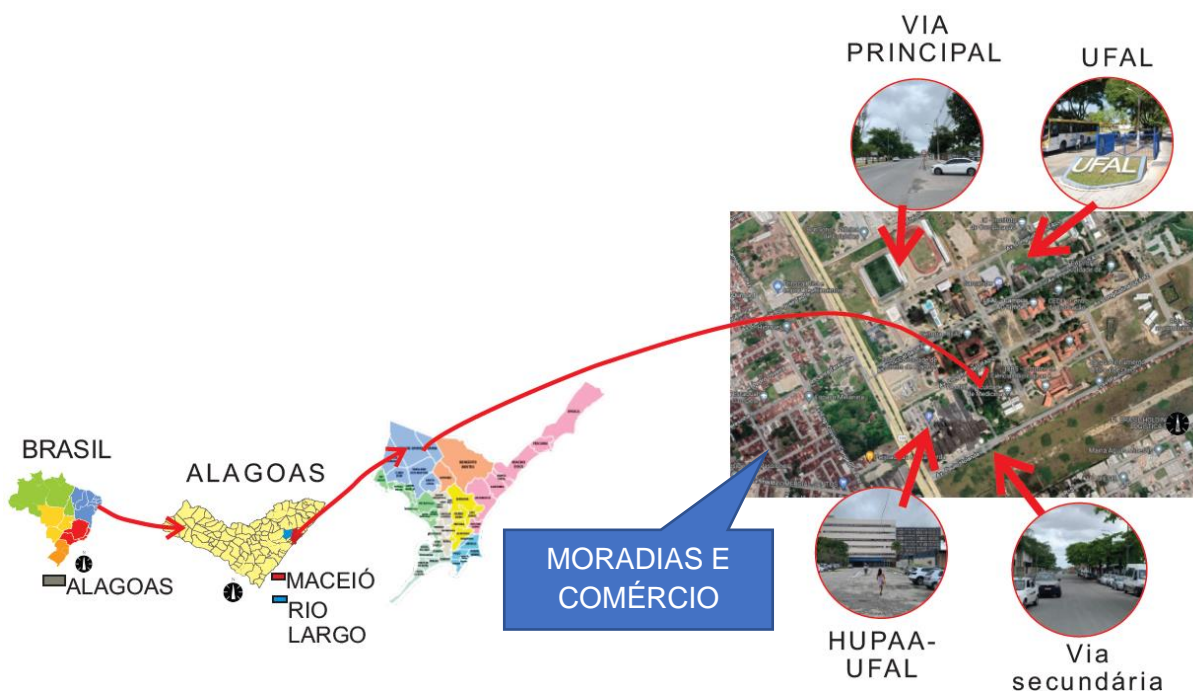
### **Etapa 4- Conclusão:**

- Finalização do trabalho.

#### **4.1 Etapa 1- Caracterização e Seleção do objeto de estudo**

O Hospital Universitário (HUPAA), se encontra no Estado de Alagoas, município de Maceió e bairro Cidade Universitária, um local estratégico, pois o campus principal da Universidade Federal de Alagoas se encontra ao lado. Seu acesso possui duas entradas uma pela Av. Lourival de Melo Mota (via principal), a segunda entrada é pela Av. Paulo Holanda (via secundária). Na figura 5 está a localização do objeto de estudo, seu entorno e as vias principais de acesso.

**Figura 5-** Mapa de situação.



**Fonte Mapa-** Google Maps **Fonte imagens-** Acervo Pessoal, 2022.

O Hospital Universitário Professor Alberto Antunes, foi selecionado devido à importância histórica e importância na medicina local, que até 2019, antes da pandemia, realizava cerca de 27 mil procedimentos por mês, o que representa cerca de 1% da população alagoana por dia. O HUPAA é uma instituição complementar da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), que tem relação com o Centro de Ciências da Saúde (CSAU) e atende pacientes de vários municípios pelo Sistema de Saúde Público.

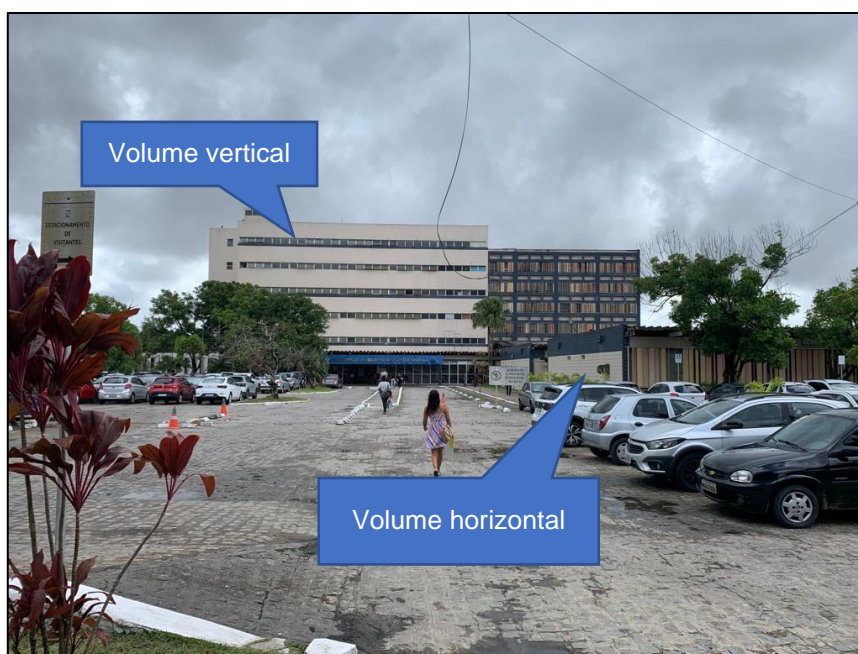
A Av. Lourival de Melo Mota por se tratar de um eixo principal que interliga Maceió, com o município de Rio Largo, que também está situado o aeroporto Zumbi dos Palmares e é caminho para o Estado de Pernambuco, possui um grande tráfego de automóveis, gerando ruído externo para o hospital. Outro marco importante situado próximo ao HUPAA é a própria Universidade Federal de Alagoas- UFAL, Campus A.C. Simões, onde possui um fluxo de pedestre e automóveis relativamente grande, escolas, indústrias e comércio.

A localização do HU, tem em seu entorno: escolas, universidade e possui uma predominância residencial, cujo moradores são os maiores frequentadores do Hospital Universitário.

O levantamento físico do Hospital, foi fornecido pelo setor de infraestrutura do HU, disponibilizando as plantas baixas, para análise, classificação e divisão interna das paredes. Com esse processamento foi possível observar se o isolamento sonoro que as paredes proporcionam estão de acordo com o exigido pela norma vigente.

A configuração da planta do hospital é dividida em dois volumes (figura 6), pavilhonar e vertical. Esses volumes podem ser observados também no desenho da fachada, no volume vertical se encontram leitos e quartos para as pacientes da maternidade e outros que estão internados. Na parte térrea estão os ambulatórios e blocos de atendimentos especializados como o Cacon e o Centro de nefrologia. O Hospital teve sua construção finalizada em 1992, e possui de terreno 74.777,38 m<sup>2</sup> e atualmente sua área construída é 30.000 m<sup>2</sup>.

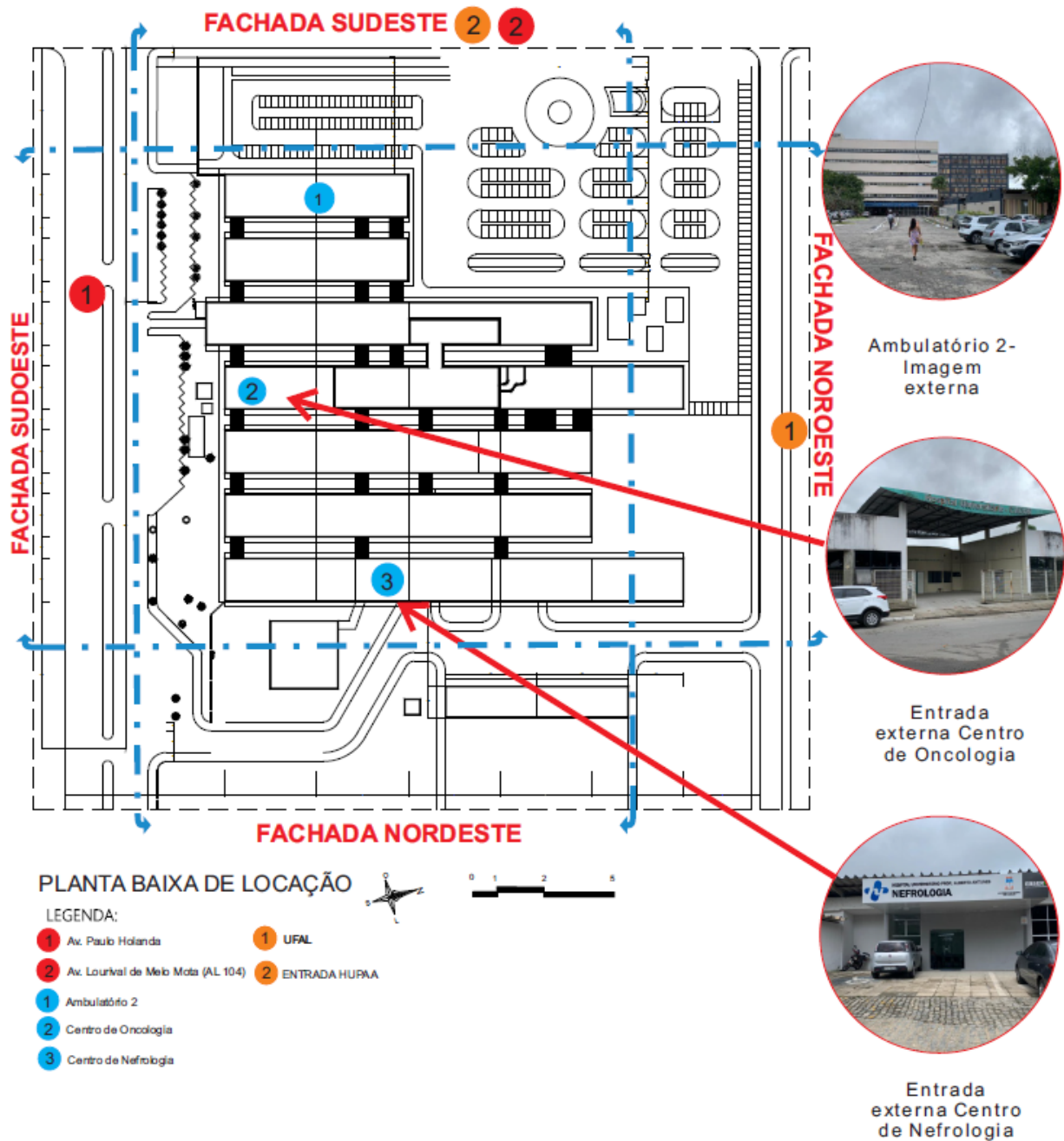
**Figura 6-** Indicação dos volumes do HUPAA.



Fonte imagens- Autor, 2022.



Figura 7- Mapa de localização dos espaços internos estudado.

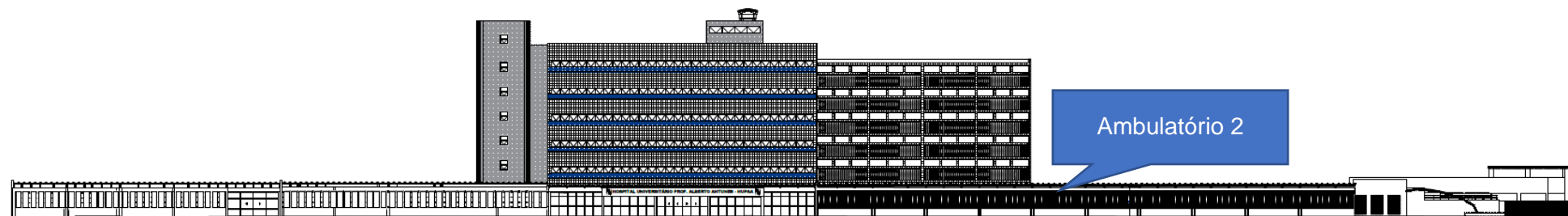


Fonte- Setor de infraestrutura do HUPAA, editado pelo autor, 2022.

Fonte imagens- Autor, 2022.

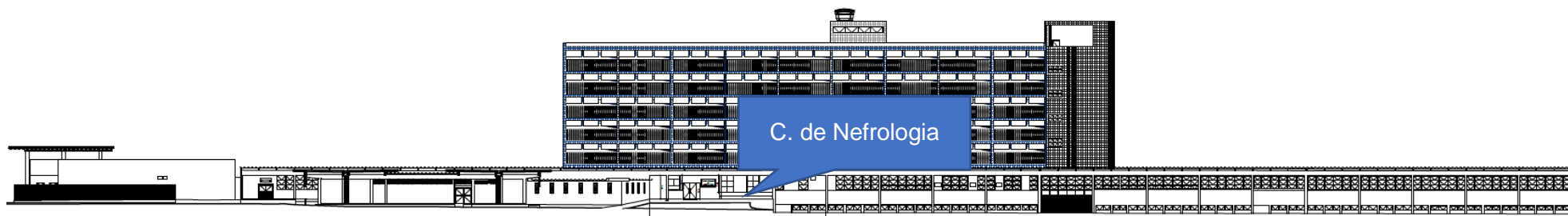
As figuras 8, 9, 10 e 11 são referentes ao desenho técnico das fachadas do Hospital Universitário.

**Figura 8-** Fachada posterior Sudeste -HUPAA



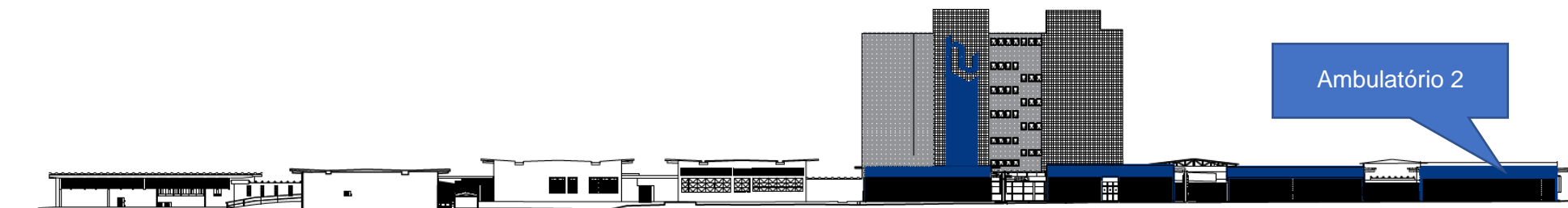
**Fonte-** Setor de infraestrutura do HUPAA, editado pelo autor, 2022.

**Figura 9-** Fachada posterior Nordeste -HUPAA



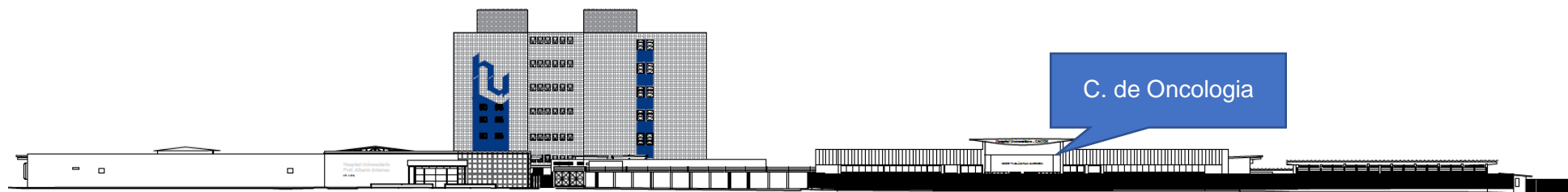
**Fonte-** Setor de infraestrutura do HUPAA, editado pelo autor, 2022.

**Figura 10-** Fachada posterior Noroeste -HUPAA



**Fonte-** Setor de infraestrutura do HUPAA, editado pelo autor, 2022.

**Figura 11-** Fachada Sudoeste esquemática -HUPAA.



**Fonte-** Setor de infraestrutura do HUPAA, editado pelo autor, 2022.

#### 4.1 Etapa 2- Levantamento de dados

Para serem apresentados o levantamento de dados do Hospital Universitário elaborados em duas partes:

- a) **Levantamento de dados físicos:** Esse levantamento consiste das buscas das plantas baixas, as quais foram disponibilizadas pelo setor de infraestrutura do Hospital Universitário, para viabilizarem o estudo das configurações do layout do hospital;
- b) **Levantamento Acústico:** Nesse momento as medições do nível de pressão sonora dos ambientes internos, com o uso do sonômetro da marca Solo foram realizadas. O levantamento do ruído servirá para análise e comparação dos dados obtidos.

A análise foi feita dentro de 3 alas do hospital. Elas foram escolhidas, pelo fluxo de pacientes e os níveis de ruído são mais intensos perceptivelmente. O Centro de Nefrologia é a área hospitalar responsável pelo tratamento clínico de doenças no sistema urinário, principalmente relacionadas ao rim. No HUPAA- UFAL (Hospital Professor Alberto Antunes da Universidade Federal de Alagoas- Maceió, AL.), atende pacientes renais que buscam tratamento, principalmente para aplicação da hemodiálise, procedimento realizado por uma máquina que limpa e filtra o sangue, fazendo o papel que o rim doente não consegue.

Na nefrologia, precisamente na sala onde é realizado o tratamento com a hemodiálise, médicos e enfermeiros reclamam do ruído das máquinas, pois quando é concluída a aplicação do tratamento a máquina emite um som de alerta, se tornando um dos maiores incômodos da ala e principal ponto de reclamação dos funcionários.

O Centro de Oncologia (CACON), outra área a ser estudada do HUPAA, é a ala responsável por todo tipo de tratamento voltado para o câncer, aplicação de quimioterapia e outros procedimentos. Nas salas de aplicação da quimioterapia e na recepção, as conversas e o som da tv, essa por vezes com o volume alto, junto com a falta de tratamento acústico e o pé direito baixo, fazem com que o ruído se propague com mais facilidade gerando desconforto em relação à acústica.

Já no Ambulatório 2, são realizadas consultas médicas, nas áreas de pediatria, psiquiátrica e odontológica. Nessa ala, no horário diurno (entre 7:00h da manhã e

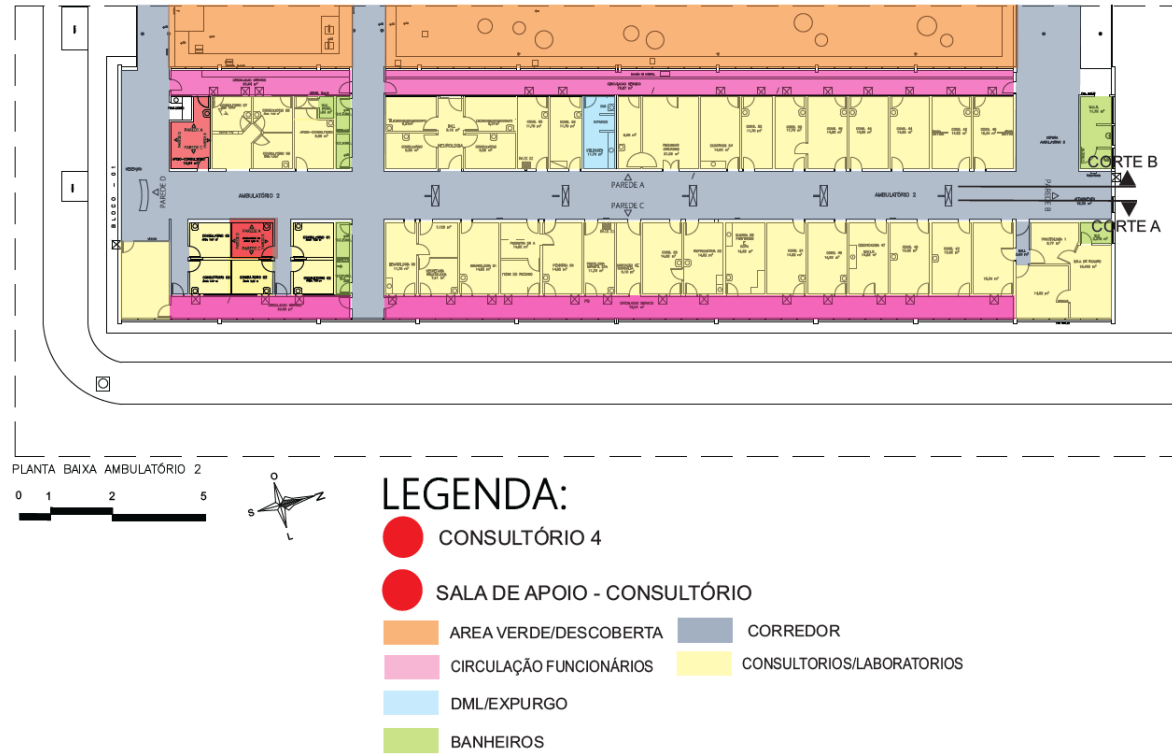
17:00h da tarde), durante a semana o fluxo de pacientes é muito alto, tendo uma grande concentração. Geralmente ocorre muita conversa no corredor, por vezes alta, crianças correndo e brincando pela falta de uma brinquedoteca; a voz alta por fim acarreta um nível de ruído muito intenso, trazendo desconforto, mais uma vez as pessoas por não conseguirem se ouvir falam em grande intensidade. O local também não possui tratamento acústico para atenuação e absorção dos ruídos, o que agrava ainda mais a situação.

O primeiro bloco a ser analisado é o Ambulatório 2 (Figura 12). Nessa ala ocorrem atendimentos nas áreas de pediatria, odontologia e psicologia. O mesmo possui uma configuração linear e térrea, possuindo uma altura de pé direito variável entre 2,09m e 2,85m de altura, o que faz com que devido ao seu volume ser variado as vibrações sonoras possuam reverberações diferentes no decorrer do corredor e das salas. Os atendimentos no Ambulatório 2 acontecem no período diurno, onde o maior número de pacientes acontece no horário da manhã, no corredor de acesso aos consultórios é onde também os pacientes esperam sentados em longarinas.

As salas de atendimento onde ocorreram as medições no Ambulatório 2 são a sala de apoio, o consultório 4 e o consultório/sala de apoio. As partes em azul são a recepção e circulação entre os consultórios, a região em amarelo são os consultórios, verde são os banheiros, na cor rosa a circulação para funcionários, na cor laranja são áreas abertas/jardins e em azul a sala de expurgo/DML.

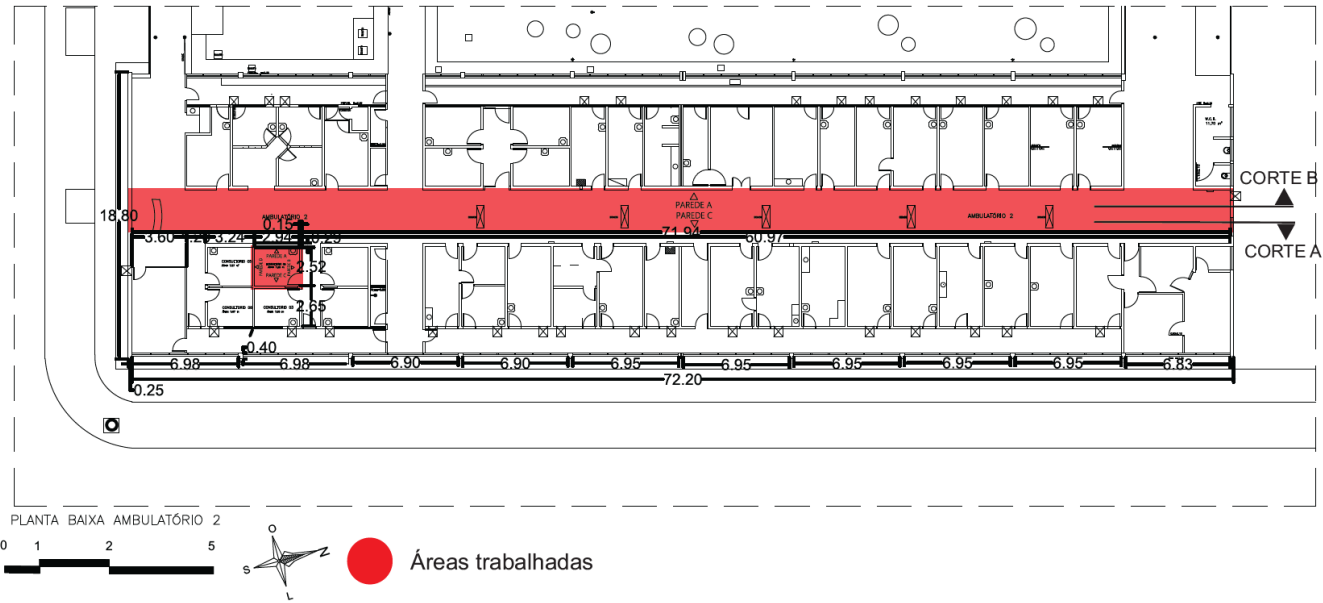
Apesar da convenção determinar o pentágono para rodapés ele foi adotado nesse trabalho será utilizado para esquadrias.

**Figura 12- Planta Esquemática do Ambulatório 2 -HUPAA**



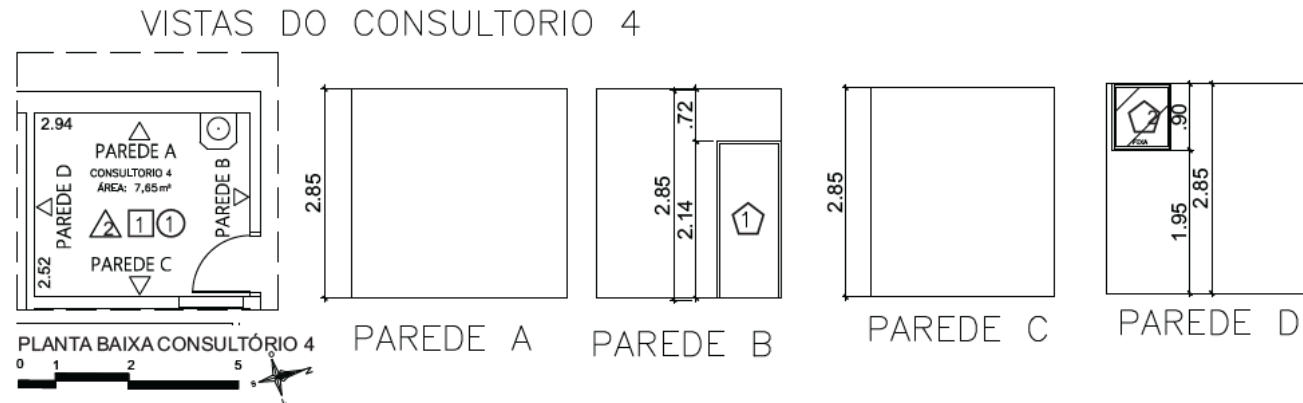
**Fonte-** Setor de infraestrutura do HUPAA, editado pelo autor, 2022.





Figura 13- Planta Baixa com cota do Ambulatório 2 -HUPAA



Fonte- Setor de infraestrutura do HUPAA, editado pelo autor, 2022.

**Figura 14-** Vistas internas com cota do Consultório 4 -HUPAA



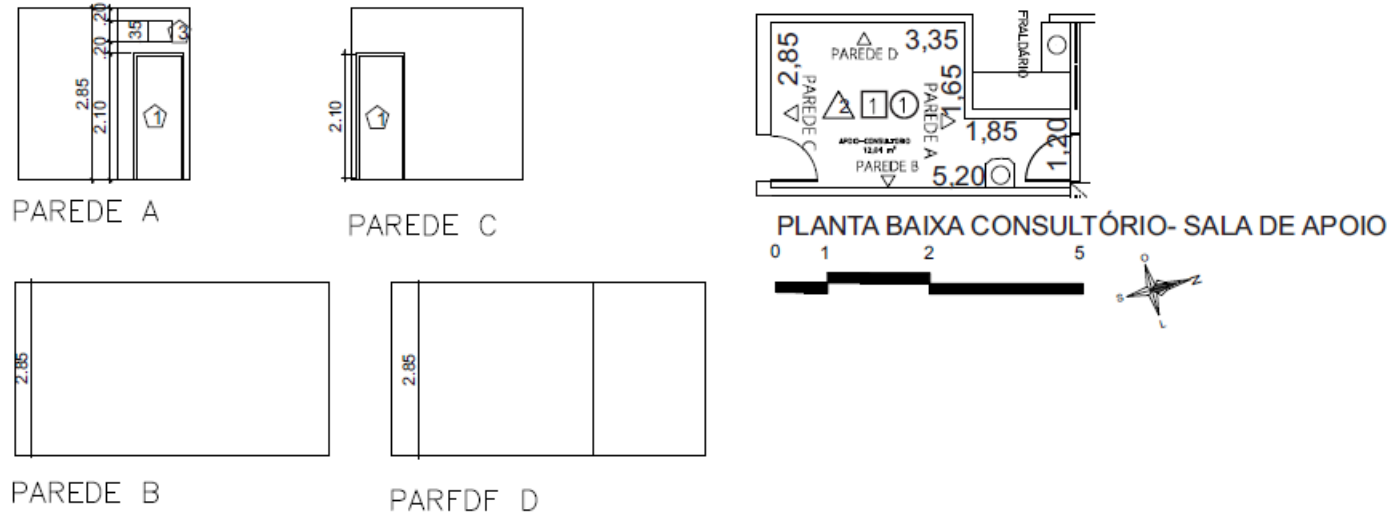
Quadro Materiais			
			
PISO	PAREDE	TETO	EQUADRIAS
1- Linóleo	1- Parede de alvenaria com revestimento cerâmico	1- Laje de concreto com pintura	1- Porta de madeira oca
2- Granilite	2- Parede de alvenaria com pintura acrílica		2- Janela fixa de vidro com caixa metálica
			3- Abertura





**Fonte-** Setor de infraestrutura do HUPAA, editado pelo autor, 2022.



**Figura 15-** Vistas internas com cota da sala de apoio -HUPAA

## VISTAS APOIO – CONSULTORIO



Quadro Materiais			
			
PISO	PAREDE	TETO	EQUADRIAS
1- Linóleo	1- Parede de alvenaria com revestimento cerâmico	1- Laje de concreto com pintura	1- Porta de madeira oca
2- Granilite	2- Parede de alvenaria com pintura acrílica		2- Janela fixa de vidro com caixa metálica
			3- Abertura

**Fonte-** Setor de infraestrutura do HUPAA, editado pelo autor, 2022.

**Figura 16-** Vista interna Corredor Ambulatório 2 -HUPAA



**Fonte-** Acervo pessoal, 2022

**Figura 17-** Vista interna Corredor Ambulatório 2 -HUPAA



**Fonte-** Acervo pessoal, 2022

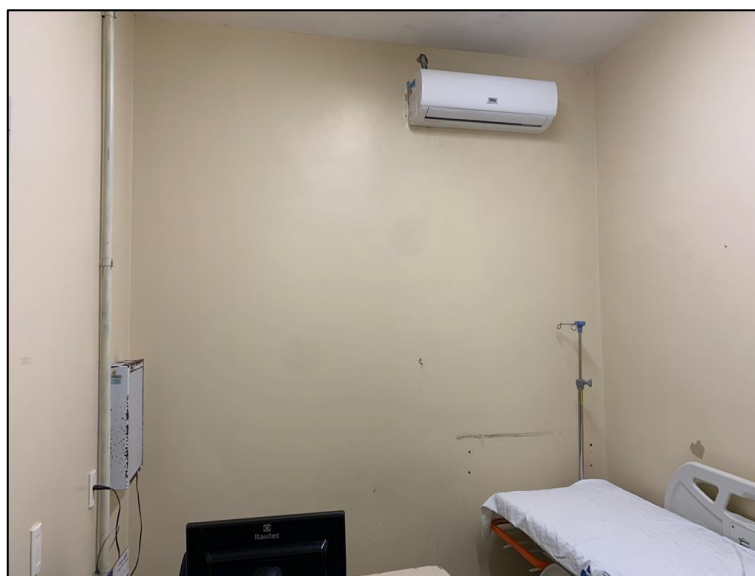
Continuando sobre o ambulatório 2, as figuras a seguir (18 e 19), mostram o estado de conservação e acabamentos aplicados nos ambientes internos no período do estudo, 2019.

**Figuras 18 e 19** - Vista interna sala de apoio/consultório. Vista interna sala de apoio/consultório. Mostrando o piso.



**Fonte-** Arquivo pessoal, 2019.

**Figura 20-** Vista interna sala do consultório 4.

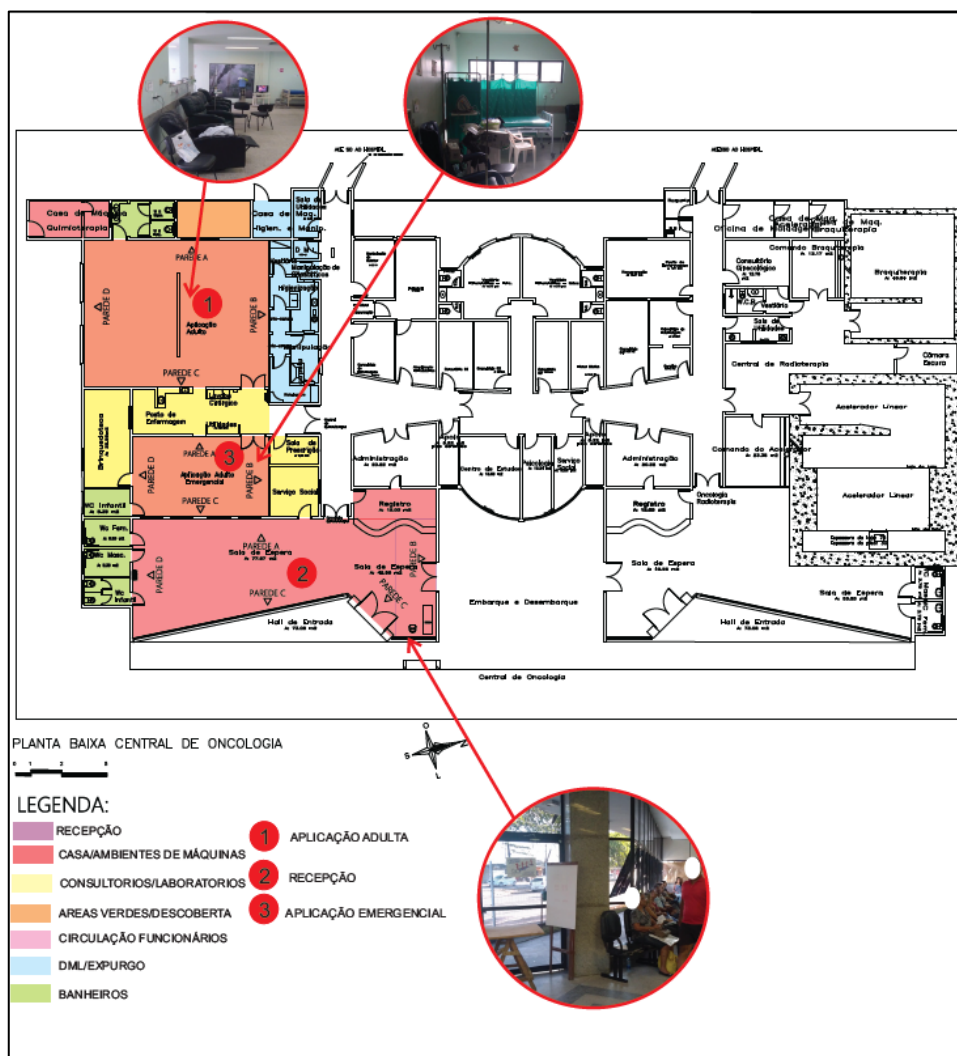


**Fonte-** Arquivo pessoal, 2022.

Nas figuras 18, 19 e 20 é possível ver que os revestimentos no teto são apenas pintura sobre a alvenaria, o piso do corredor é revestido com granilite, por ser mais resistente e ter um fluxo maior de passagem, nos consultórios o revestimento usado nos pisos é o linóleo, porém o revestimento está desgastado e necessitando de manutenção ou troca do mesmo, as paredes dos corredores são revestidas com

cerâmica e internamente nos consultórios as paredes são pintadas com tinta acrílica. O mobiliário também não auxilia no conforto ergonômico dos pacientes que aguardam por atendimento, nem com o conforto acústico.

**Figura 21-** Planta Esquemática do Ambulatório 2 -HUPAA



**Fonte-** Setor de infraestrutura do HUPAA, editado pelo autor, 2022.

A análise da configuração da planta do Centro de Oncologia (CACON), foi realizada também, com as plantas fornecidas pelo setor de infraestrutura e foi observado que possui uma forma linear, porém a recepção tem na fachada uma forma irregular e para vedação painel de vidro (figura 22). O vidro por sua vez não possui tratamento acústico para isolar o ruído externo que vem da rua. No Centro de Oncologia (CACON), foram feitas medições acústicas na recepção, no centro de aplicação emergencial e na sala de aplicação adulta.

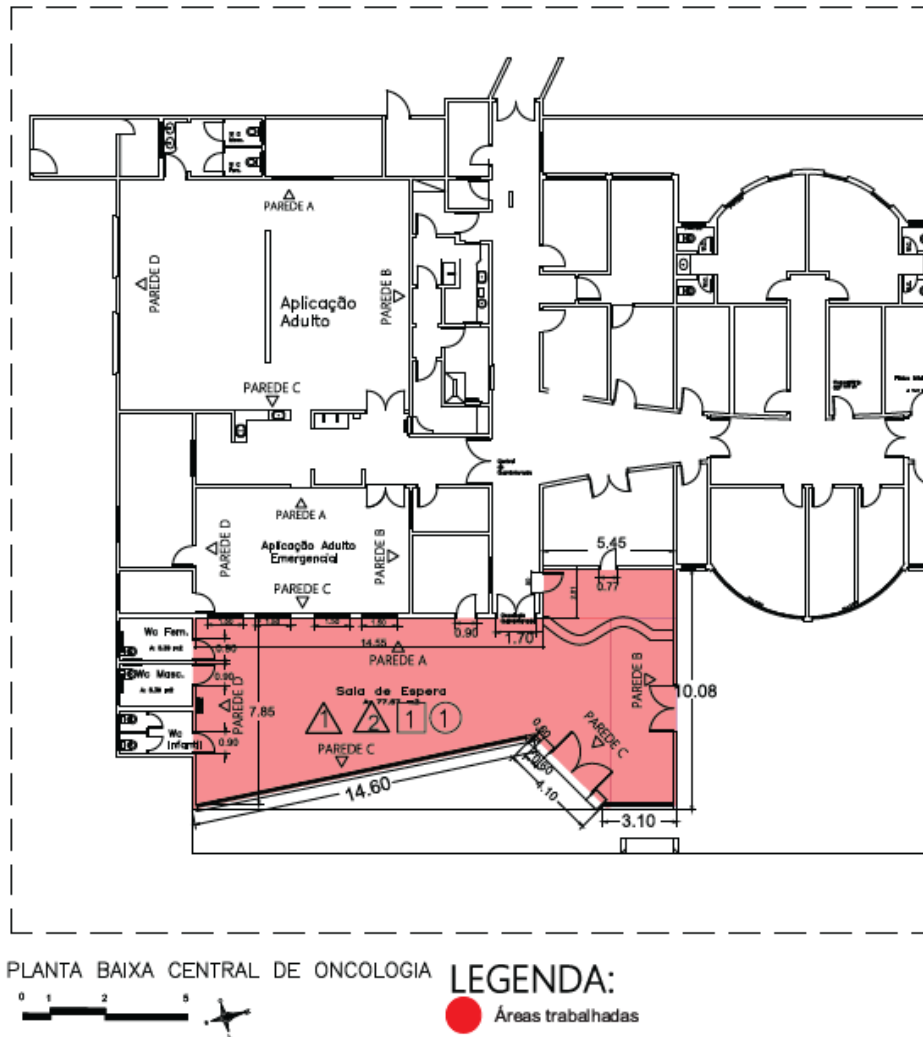
Na figura 22, as paredes da fachada com o painel de vidro e esquadrias metálicas estão dispostas de forma ortogonal.

**Figura 22-** Fachada de vidro da recepção do CACON

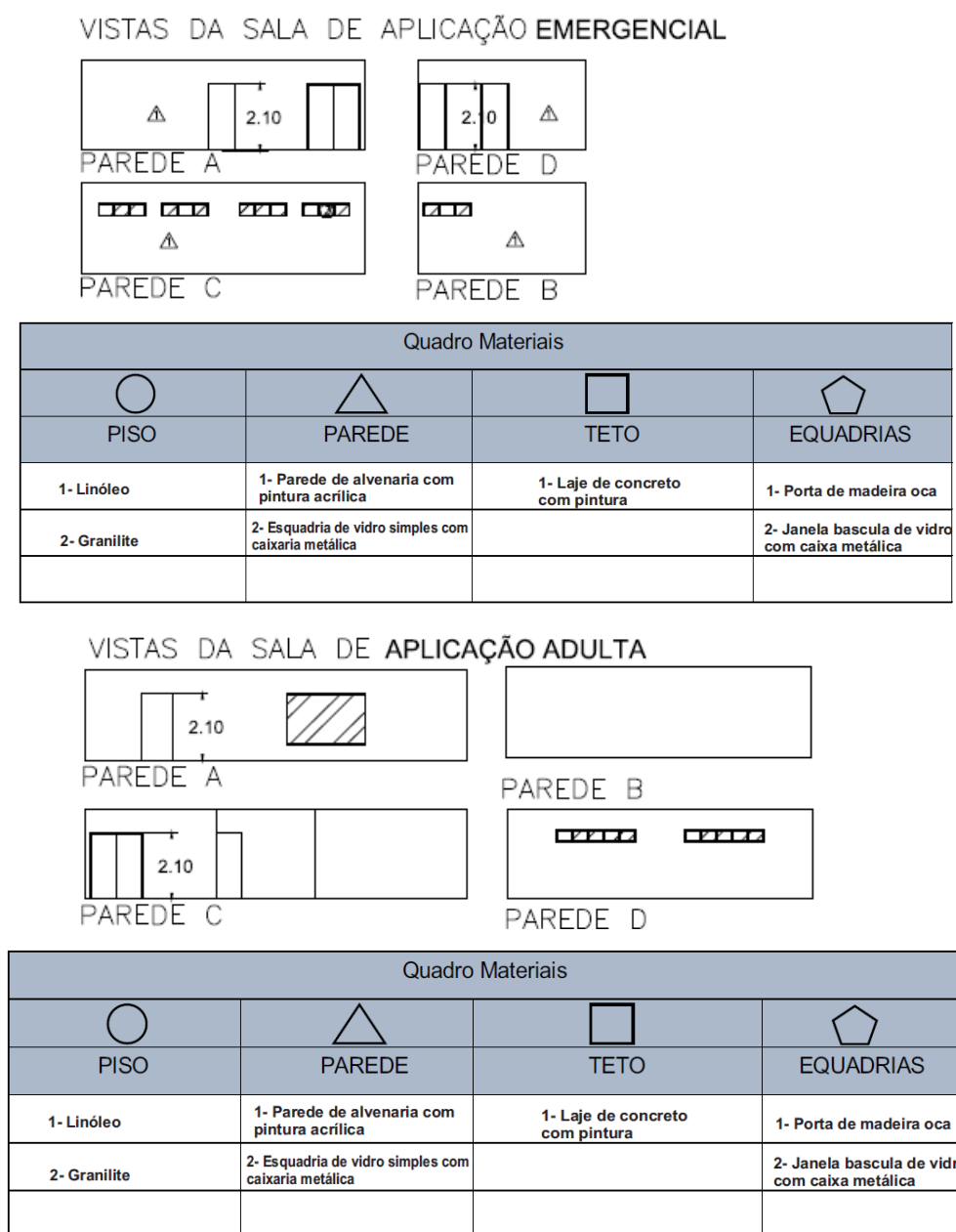


**Fonte-** Arquivo pessoal, 2019.

**Figura 23-** Planta Baixa com cota do Centro de Oncologia -HUPAA



**Fonte-** Setor de infraestrutura do HUPAA, editado pelo autor, 2022.

**Figura 24-** Vistas internas do Centro de Oncologia -HUPAA

**Fonte-** Setor de infraestrutura do HUPAA, editado pelo autor, 2022.

As figuras 25, 26 e 27 são referentes a alguns ambientes internos do CACON, as imagens foram registradas para poder ilustrar melhor os ambientes onde foram feitas medições e também os materiais de revestimentos utilizados neles.



**Figura 25-** Recepção – Centro de Oncologia



**Fonte-** Arquivo pessoal, 2019.

**Figura 26 e 27 -** Sala de aplicação emergencial e Sala de aplicação adulta



**Fonte-** Arquivo pessoal, 2019.

A partir das figuras 26 e 27, podemos apontar os materiais empregados para revestimentos que são o granilite, pintura acrílica pra ambientes internos e diferente dos ambientes do Ambulatório 02, possui forro de gesso no teto. Esses ambientes no período de estudo 2019 a 2020 estava passando por processo de reforma. É possível ver também que nas bancadas e roda maca nas paredes, existem peças de granito

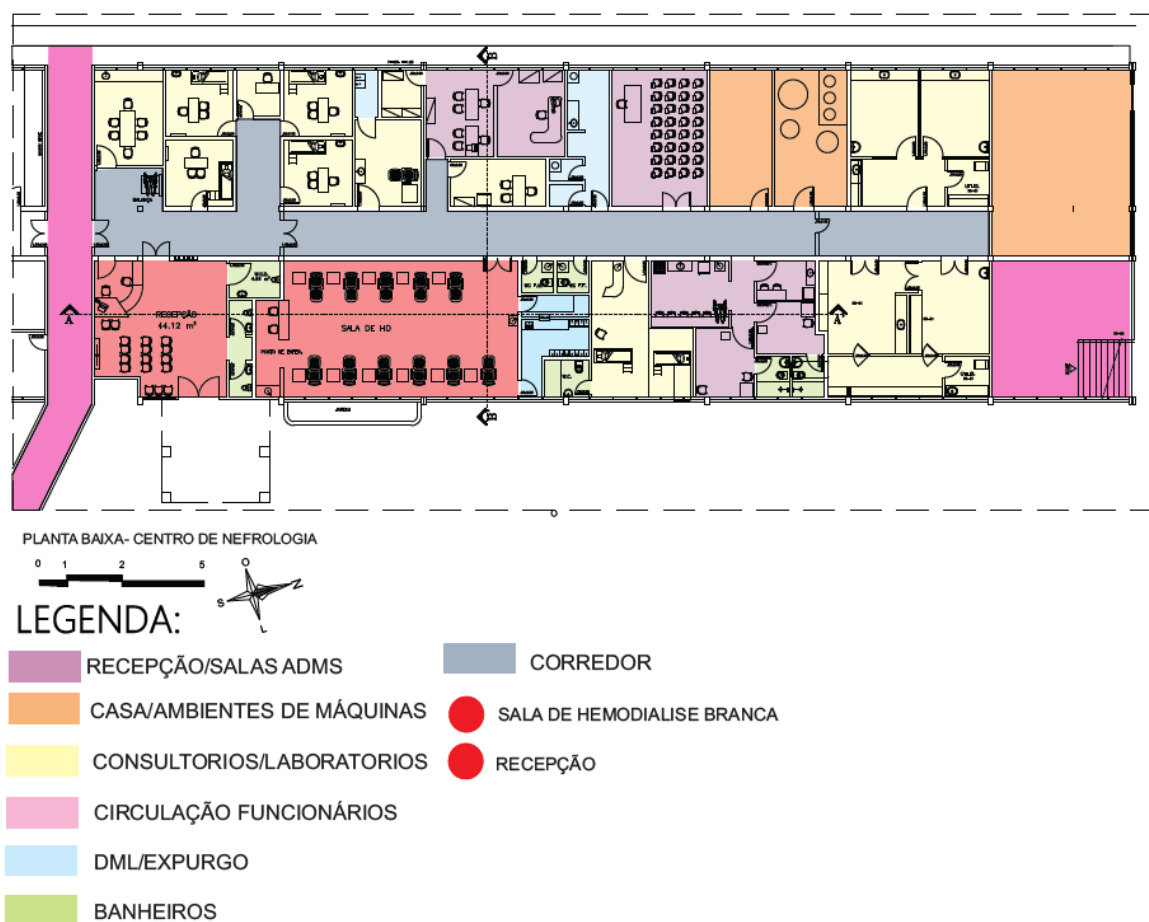


que é um material poroso por ser natural e auxilia na absorção acústica e não é um material com alta refletividade sonora.

Por fim, foi feita a análise do centro de Nefrologia, que fica na parte posterior da edificação do hospital, como possível averiguar na planta de locação. Nesse ambiente são realizados tratamentos relacionados a hemodiálise e foram realizadas as medições acústicas na recepção, no corredor de acesso e na sala de aplicação de hemodiálise (sala branca), onde ocorre o tratamento.

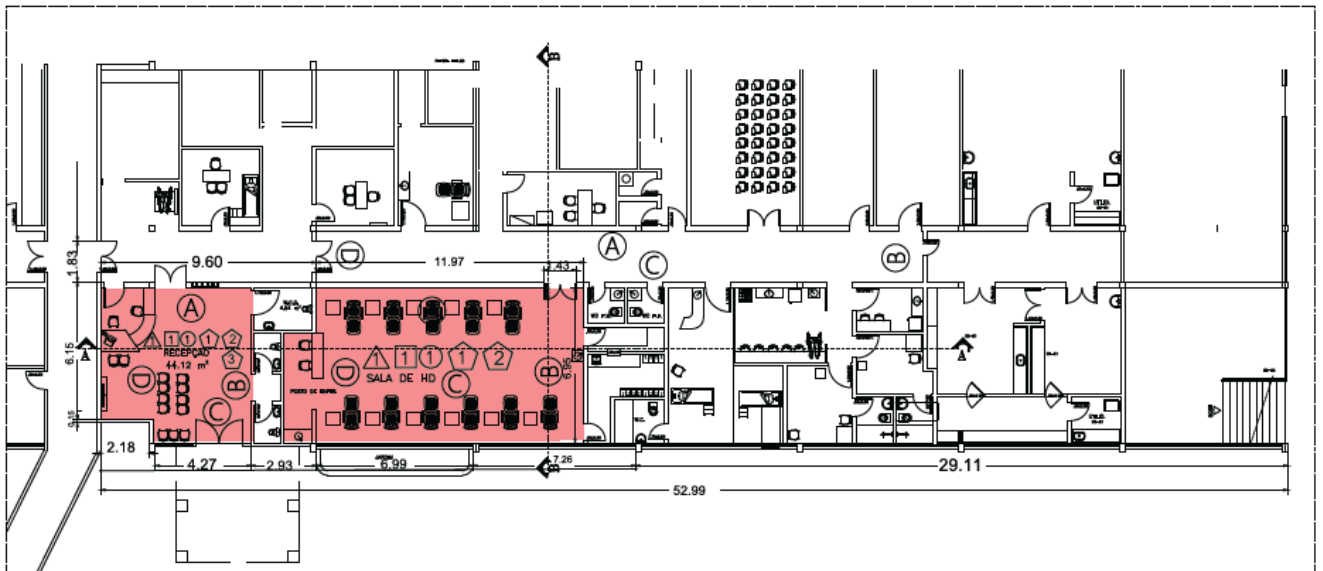
A figura 27 é a planta baixa e planta de esquematização dos espaços internos do centro de Nefrologia. A parte em rosa são as circulações externas no bloco, em verde são os banheiros, roxo são a recepção, espaço de aula, azul é a circulação, amarelo consultórios e sala de aplicação e vermelho são os ambientes de depósito de material de limpeza, insumos e tratamento de água.

**Figura 27-** Planta Esquemática do Centro de Nefrologia -HUPAA

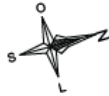


**Fonte-** Setor de infraestrutura do HUPAA, editado pelo autor, 2022.


**Figura 28-** Planta Baixa Centro de Nefrologia com cotas -HUPAA







PLANTA BAIXA- CENTRO DE NEFROLOGIA



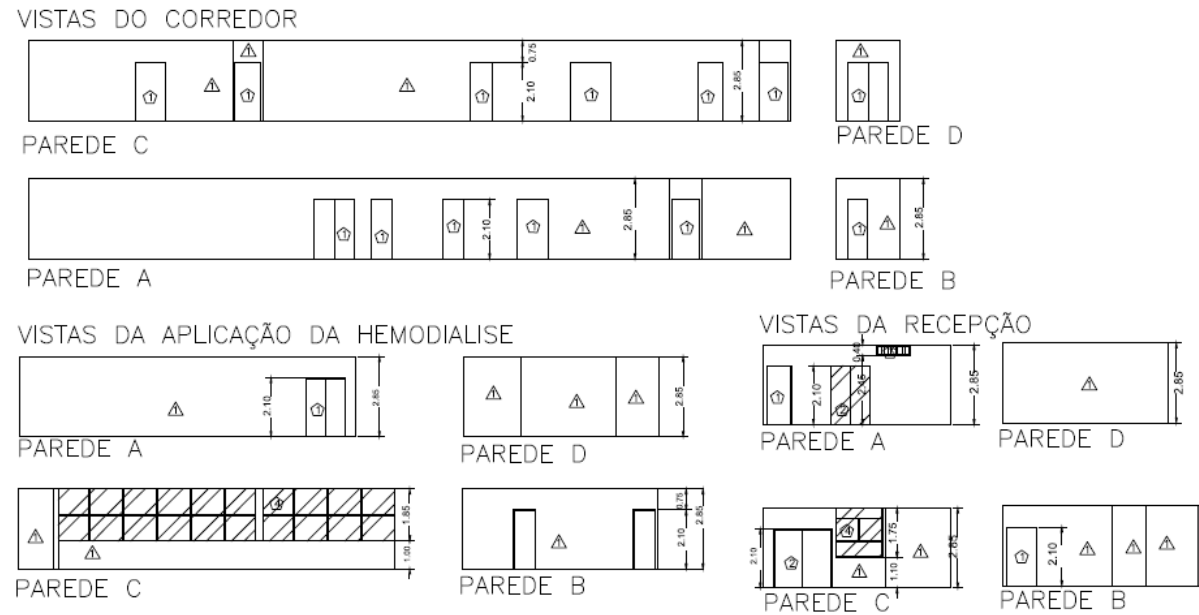
**LEGENDA:**





 Áreas trabalhadas

Quadro Materiais			
			
PISO	PAREDE	TETO	EQUADRIAS
1- Linóleo	1- Parede de alvenaria com pintura acrílica	1- Laje de concreto com pintura	1- Porta de madeira oca
2- Granilite			2- Janela bascula de vidro com caixa metálica
			3- Janela de correr, folha de vidro e esquadria metálica

**Fonte-** Setor de infraestrutura do HUPAA, editado pelo autor, 2022.

**Figura 29-** Vistas do Centro de Nefrologia com cotas -HUPAA



Quadro Materiais			
			
PISO	PAREDE	TETO	EQUADRIAS
1- Linóleo	1- Parede de alvenaria com pintura acrílica	1- Laje de concreto com pintura	1- Porta de madeira oca
2- Granilite			2- Janela bascula de vidro com caixa metálica
			3- Janela de correr, folha de vidro e esquadria metálica

Fonte- Setor de infraestrutura do HUPAA, editado pelo autor, 2022.

A planta do Centro de Nefrologia, possui uma configuração linear e regular, sendo divididas em ambientes com máquinas para tratamento da hemodiálise, salas de aplicação, recepção, salas de estudos e banheiros. Não foi percebido tratamento acústico, os revestimentos aplicados internamente são piso granilite e piso vinílico, pinturas com tinta acrílica e não possui forro no teto, apenas alvenaria com pintura. As figuras 30 e 31 são referentes aos ambientes internos.

**Figura 30-** Recepção Centro de Nefrologia



**Fonte-** Arquivo pessoal, 2020

**Figura 31-** Sala de aplicação de Hemodiálise Branca



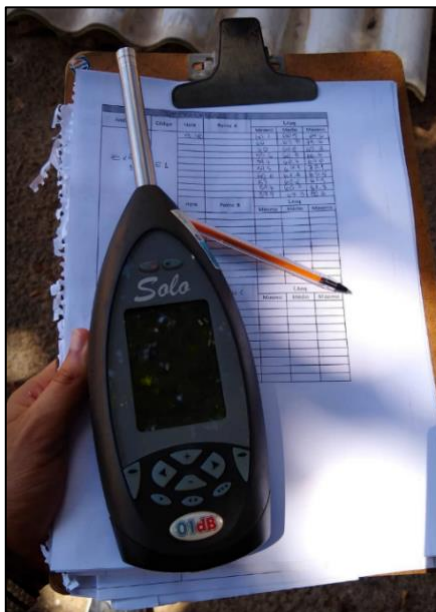
**Fonte-** Arquivo pessoal, 2020

#### 4.2.2 Medições Acústicas

As medições do nível de pressão sonora foram realizadas com o aparelho sonômetro da marca Acoem, modelo Solo da 01 dB um equipamento padrão Classe

2 e de acordo com as normas IEC 60804 e IEC 60651, range dinâmico 20-137 dB, módulo de filtros multi- espectro 1/1 banda de oitavas (12.5 Hz - 20 kHz). Certificado de calibração emitido por laboratório acreditado pelo INMETRO, (Figura 32)

**Figura 32-** Sonômetro.



**Fonte-** Arquivo pessoal, 2020.

De acordo com padrões da norma ABNT NBR 10151:2019, os procedimentos para realizações das medições exigem que:

- As medições externas devem ser feitas em pontos afastados aproximadamente 1,20m do piso e no mínimo 2m do limite da edificação e demais superfícies refletoras como paredes e muros.
- Para medições internas a norma determina que as medições devem ser feitas a uma distância de no mínimo 1m entre superfícies. Também os valores medidos em pelo menos 3 pontos distintos, se possível afastados entre si com no mínimo de 0,50 m.

Durante as medições externas em alguns locais não foi possível manter a distância de 2,00m entre superfícies ao redor. Nas medições realizadas internamente

no consultório 4 do Ambulatório 2, só foi feita a medida em único ponto devido à dimensão da sala possuir 7,40m<sup>2</sup> e haver muitos móveis.

A norma também determina que, caso as autoridades locais não determinem os horários limites diurno e noturno, o período noturno deve ser entre 22:00 horas e 7:00 horas da manhã do dia seguinte. Se for domingo ou feriado, o término do período noturno não deve ocorrer antes das 9:00h.

Então as medições foram realizadas no período diurno entre 9:00h e 15:00h. No segundo momento nas trocas de turno do hospital, as medições foram realizadas entre 17:00h e 19:00h. Para averiguar o nível de pressão sonora obtido na área externa será usada a tabela 8 e para os ambientes internos a tabela 9.

**Tabela 8-** Classe de ruído de acordo com o local onde está situado.

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 10151 (2019)

**Tabela 9-** Valores de referência para ambientes internos de uma edificação de acordo com suas finalidades de uso

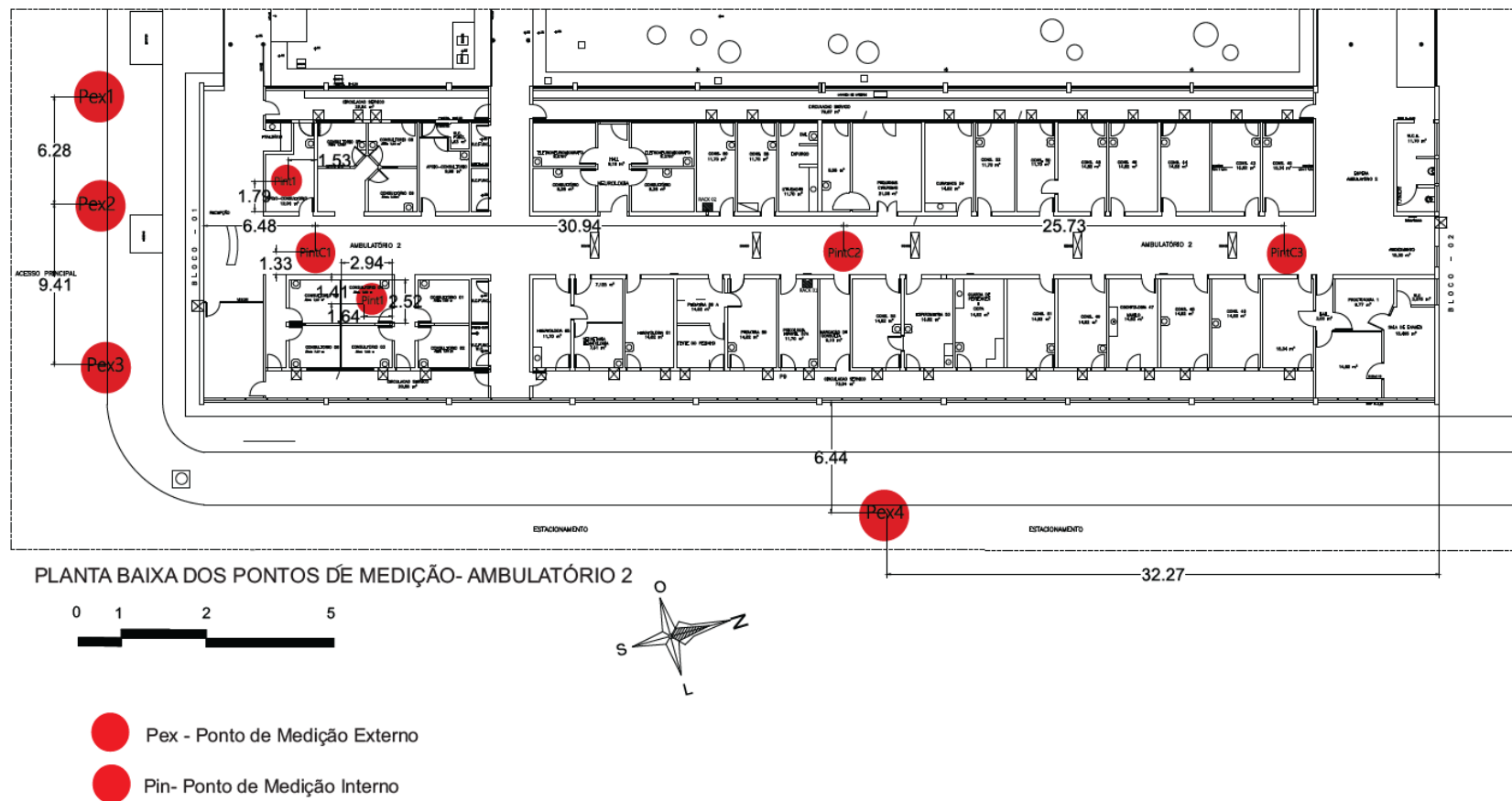
Finalidade de uso	Valores de referência		
	RLAeq (dB)	RLASmáx (dB)	RLNC
Berçários	35	40	30
Centros cirúrgicos	35	40	30
Consultórios	35	40	30
Enfermarias	40	45	35
Laboratórios	45	50	40
Quartos coletivos	40	45	35
Quartos individuais	35	40	30
Salas de espera	45	50	40

**Fonte-** ABNT NBR 10152: 2017. Adaptada pelo autor.

As primeiras medições do ruído externo foram realizadas nas alas do Ambulatório 2, Centro de Oncologia e Centro de Nefrologia, com o uso do medidor de pressão sonora (Figura 32). Após medições os dados levantados foram organizados nas próximas tabela, nas figuras 33, 34 e 35 com o uso de plantas esquematizadas com os pontos de medição internos e externos.

A figura 33 é a planta baixa do Ambulatório 2 com a indicação dos pontos de medição internos e externos, a tabela 10 são os dados das medições externas e a tabela 11 contém os valores das medições internas, os gráficos 1 e 2 ilustram a relação dos valores médios das medições e o valor que a norma ABNT 10152:2019 determina para ambientes hospitalares.

Figura 33- Planta Baixa- Ambulatório 2 – Pontos de medição.



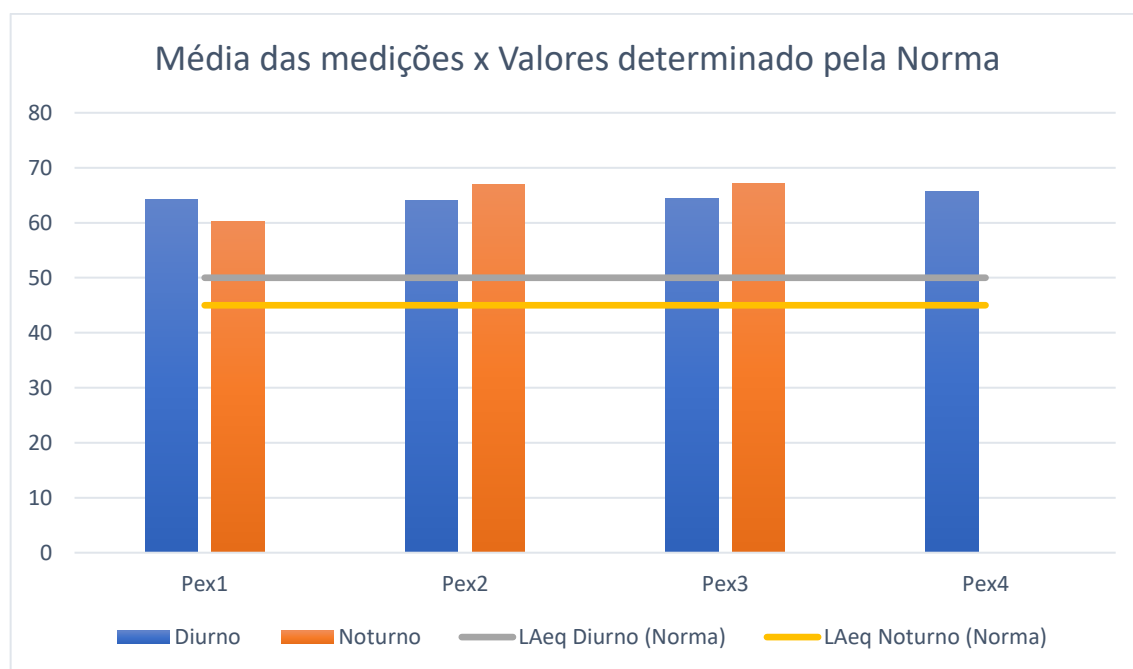
Fonte- Setor de infraestrutura do HUPAA, editado pelo autor, 2022.



**Tabela 10** Medições realizadas nas áreas externas do Ambulatório 2.

NOTURNO	AMBULATÓRIO 2		LAeq (dBA)	LAeqMín (dB)	LAeqMáx(dB)	Média dos pontos (dB)	Norma LAeq (dBA)	Diferença entre os valores (dB)
		Pex1	64,1	61,2	67,6	64,3	45,00	19,3
		Pex2	63,7	58,4	69,8	63,96		18,96
		Pex3	63,7	59,2	70,1	64,33		19,33
		Pex4	64,8	58,7	73,5	65,66		20,66
DIURNO	AMBULATÓRIO 2		LAeq (dBA)	LAeqMín (dB)	LAeqMáx(dB)	Média dos pontos (dB)	Norma LAeq (dBA)	Diferença entre os valores (dB)
		Pex1	61,5	59,2	59,8	60,16	50,00	10,16
		Pex2	72,1	49,3	79,4	66,93		16,93
		Pex3	66,9	62,3	72,0	67,06		17,06

Fonte- Autor, 2022.

**Gráfico 1-** Gráfico mostrando a média das medições em relação aos valores que a norma determina.

Fonte- Autor, 2022.

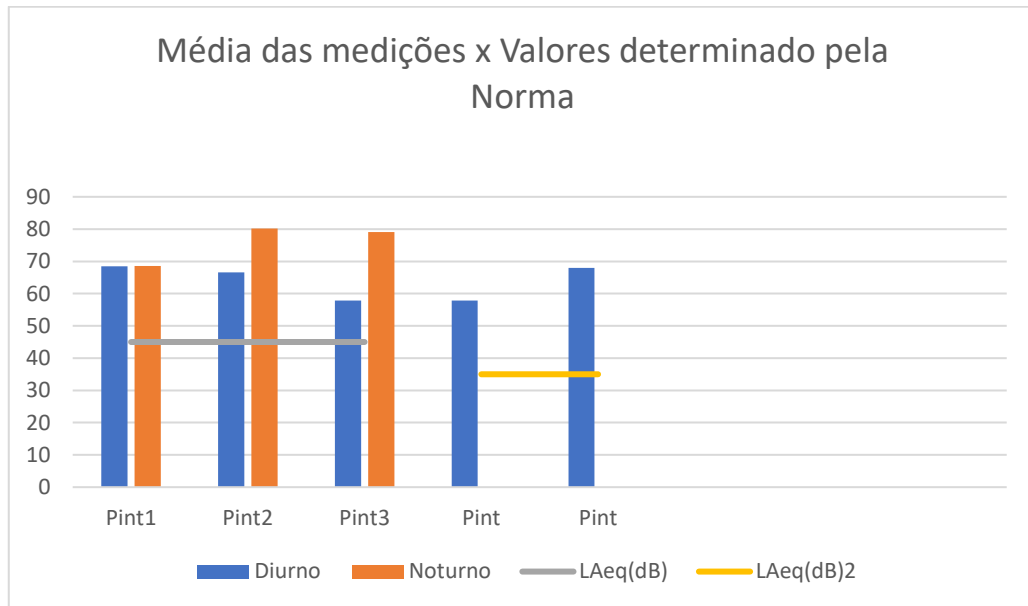
Com base nos valores obtidos e nas análises das medições e do gráfico 01 é possível averiguar que o nível de ruído externo é maior que o determinado pela norma, mas observando a coluna do gráfico que remete a diferença entre o valor médio das medições e o LAeq determinado pela norma o ruído externo não possui influência nos ambientes internos do Ambulatório 2.

**Tabela 11-** Medições realizadas nas áreas internas do Ambulatório 2.

NOTURNO	AMBULATÓRIO 2	CORREDOR		LAeq (dBA)	LAeqMín (dB)	LAeqMáx(dB)	Média dos pontos	Norma LAeq (dBA)	Diferença entre os valores (dB)	
			Pint1	58,8	68,6	78,3	68,5	45,00	23,50	
			Pint2	60,6	63,1	76,3	66,6			21,6
			Pint3	56,7	55,1	61,8	57,86			
DIURNO	AMBULATÓRIO 2	CORREDOR		LAeq (dBA)	LAeqMín (dB)	LAeqMáx(dB)	Média dos pontos	Norma LAeq (dBA)	Diferença entre os valores (dB)	
			Pint1	58,8	68,6	78,3	68,56	45,00	23,56	
			Pint2	77,6	81,00	81,8	80,13			35,13
			Pint3	79,3	70,7	87,2	79,06			
DIURNO	AMBULATÓRIO 2	CONSULTÓRIO 4		LAeq (dBA)	LAeqMín (dB)	LAeqMáx(dB)	Média dos pontos	Norma LAeq (dBA)	Diferença entre os valores (dB)	
			Pint	53,9	46,6	64,00	54,83	35,00	19,83	
DIURNO	AMBULATÓRIO 2	SALA DE APOIO/ CONSULTÓRIO		LAeq (dBA)	LAeqMín (dB)	LAeqMáx(dB)	Média dos pontos	Norma LAeq (dBA)	Diferença entre os valores (dB)	
			Pint	66,2	61,6	76,00	67,93	35,00	32,93	

**Fonte-** Autor, 2020

**Gráfico 2-** Gráfico mostrando a média das medições em relação aos valores que a norma determina.

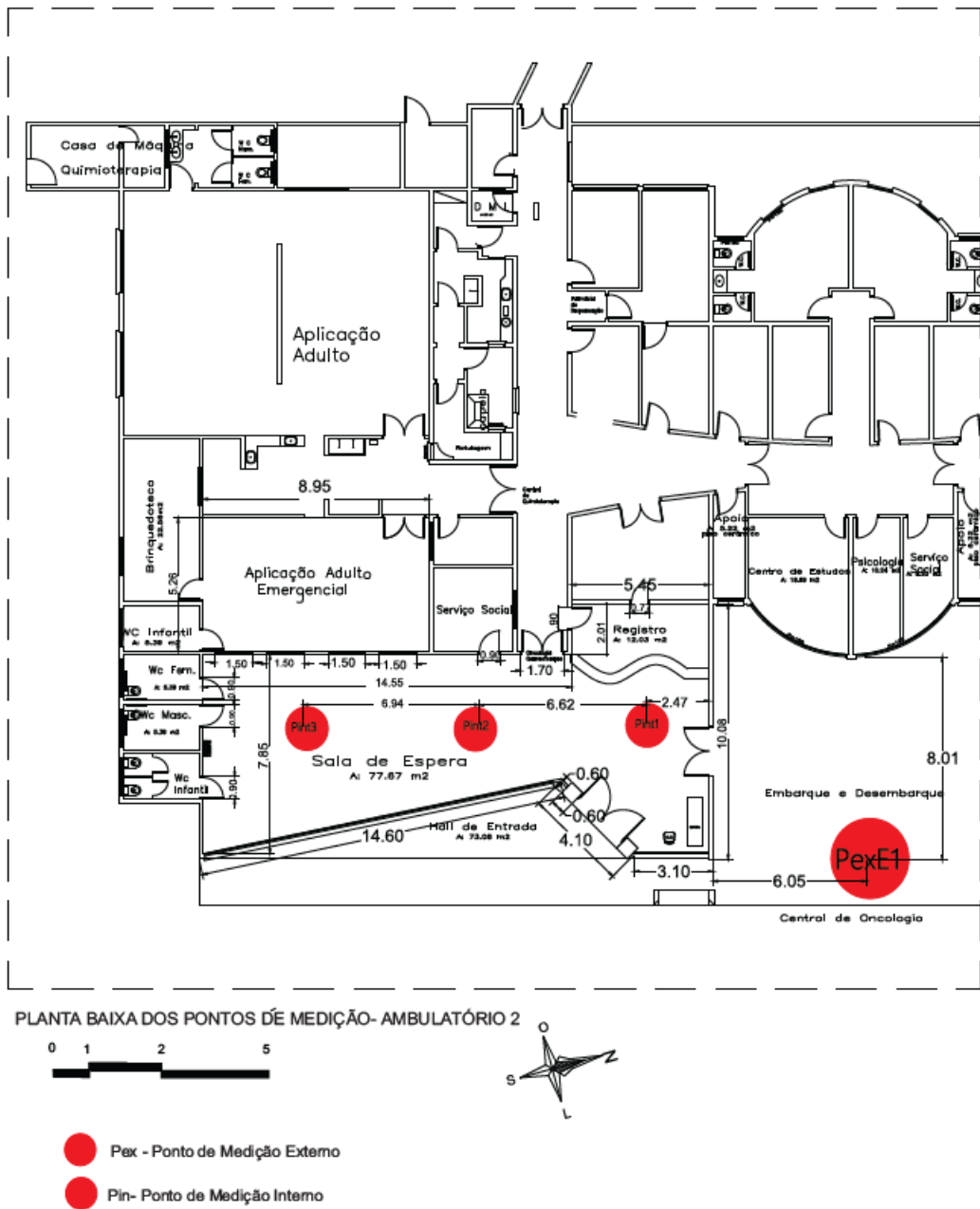


**Fonte-** Autor, 2022.

Durante as medições internas só possível realizar a medição nos dois horários no corredor do ambulatório, pois as salas estavam fechadas para a medição noturna. Para ambientes internos a ABNT 10152:2019 determina que nos corredores ou salas de espera o nível de pressão seja de 45 dB e no para consultórios 35dB. Nas medições foram obtidos valores maiores que o determinado pela norma para esses ambientes, quando o nível de pressão está até 70dB ainda é considerado moderado, porém quando passa de 80dB já é considerado um ambiente ruidoso. (FAU-USP:2018).

A figura 34 é a planta baixa do Centro do Oncologia e contém as indicações sobre onde foram realizadas as medições do nível de pressão sonora. As tabelas 12 e 13 são os valores obtidos nas medições e o gráfico mostra a relação dos valores obtidos com o previsto pela norma.

Figura 34- Planta Baixa- Centro de Oncologia – Pontos de medição.

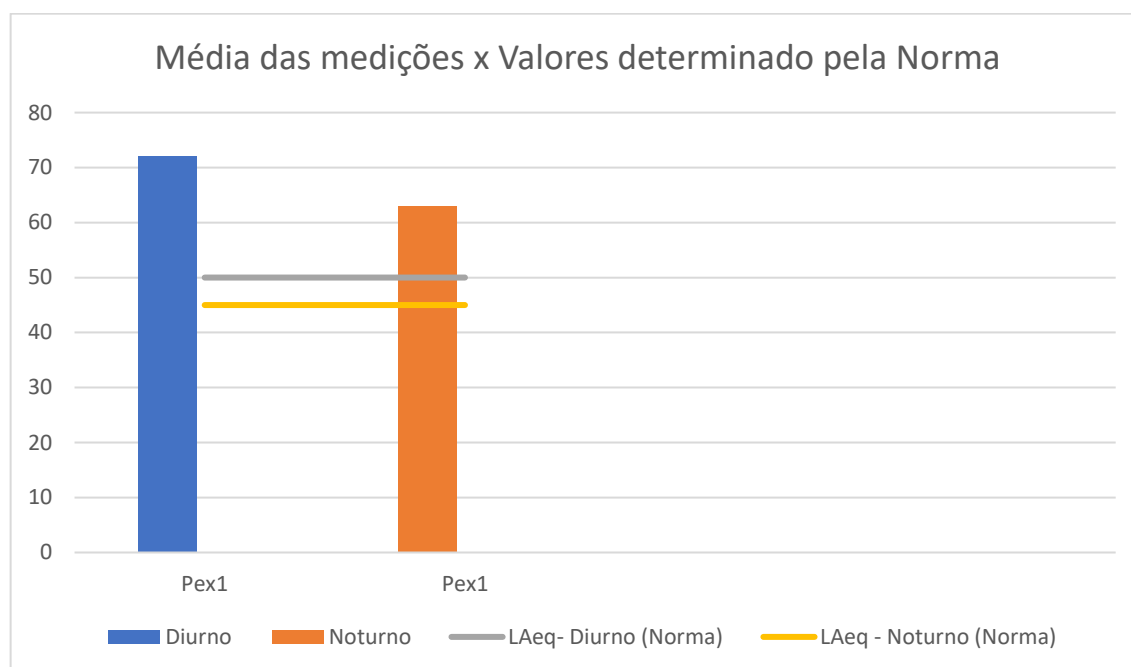


Fonte- Setor de infraestrutura do HUPAA, editado pelo autor, 2022.

**Tabela 12-** Medição do nível de ruído externo no Centro de Oncologia.

DIURNO	CACON		L <sub>Aeq</sub> (dBA)	L <sub>AeqMín</sub> (dB)	L <sub>AeqMáx</sub> (dB)	Média dos pontos (dB)	Norma L <sub>Aeq</sub> (dBA)	Diferença entre os valores (dB)
		Pex1	71,6	66,7	77,8	72,03	50,00	22,03
NOTURNO	CACON		L <sub>Aeq</sub> (dBA)	L <sub>AeqMín</sub> (dB)	L <sub>AeqMáx</sub> (dB)	Média dos pontos (dB)	Norma L <sub>Aeq</sub> (dBA)	Diferença entre os valores (dB)
		Pex1	60,5	55,0	73,8	63,10	45,00	18,10

Fonte- Autor, 2020

**Gráfico 3-** Gráfico mostrando a média das medições em relação aos valores que a norma determina.

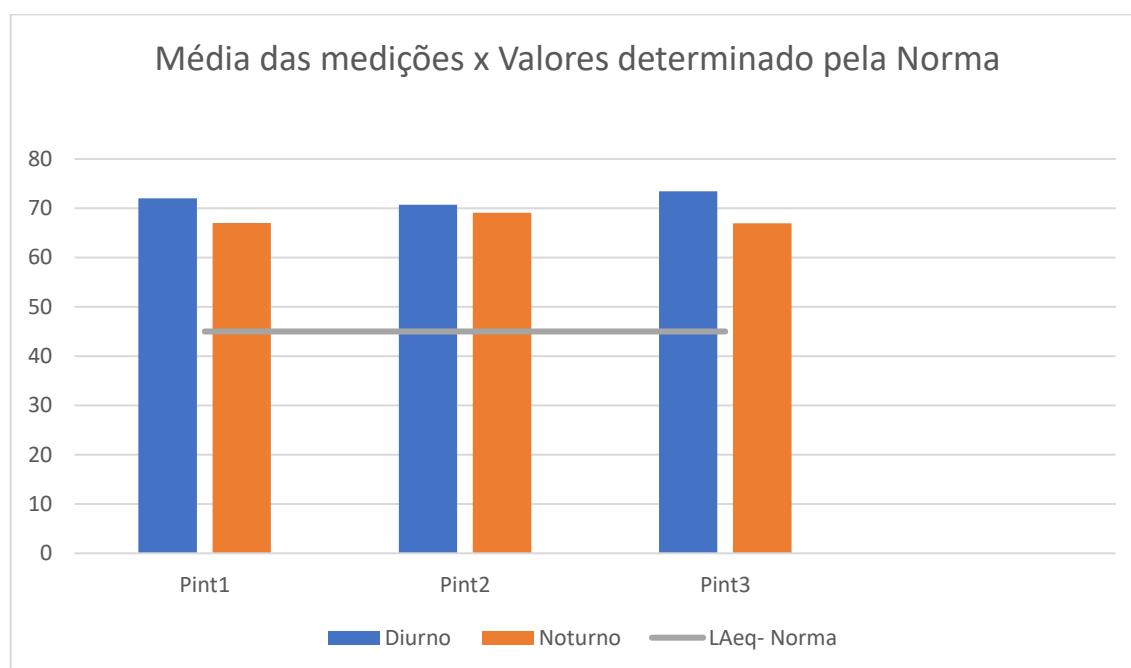
Fonte- Autor, 2022.

Na área externa do CACON não foi possível se afastar da fachada por 2,00 metros, pois a grade que limita o terreno do HUPAA com a entrada externa do CACON fica bem próximo da calçada que só possui 1,00 metro de largura. Os gráficos e os dados mostram que o nível de pressão sonora está alto, porém pode ser considerado que estão na média o que não afeta diretamente as áreas internas do Centro de Oncologia.

**Tabela 13-** Medições realizadas nas áreas internas do Centro de Oncologia (CACON).

NOTURNO	CACON	RECEPÇÃO		L <sub>Aeq</sub> (dBA)	L <sub>AeqMín</sub> (dB)	L <sub>AeqMáx</sub> (dB)	Média dos pontos	Norma L <sub>Aeq</sub> (dBA)	Diferença entre os valores (dB)
			Pint1	66,9	65,1	69,00	67,0	45,00	22,0
			Pint2	69,00	65,2	73,00	69,06		24,06
			Pint3	67,00	65,2	68,7	66,96		21,96
DIURNO	CACON	RECEPÇÃO		L <sub>Aeq</sub> (dBA)	L <sub>AeqMín</sub> (dB)	L <sub>AeqMáx</sub> (dB)	Média dos pontos	Norma L <sub>Aeq</sub> (dBA)	Diferença entre os valores (dB)
			Pint1	71,6	66,7	77,8	72,03	45,00	27,03
			Pint2	70,8	66,2	75,2	70,73		25,73
			Pint3	69,8	75,2	75,3	73,43		28,43

Fonte- Autor, 2020

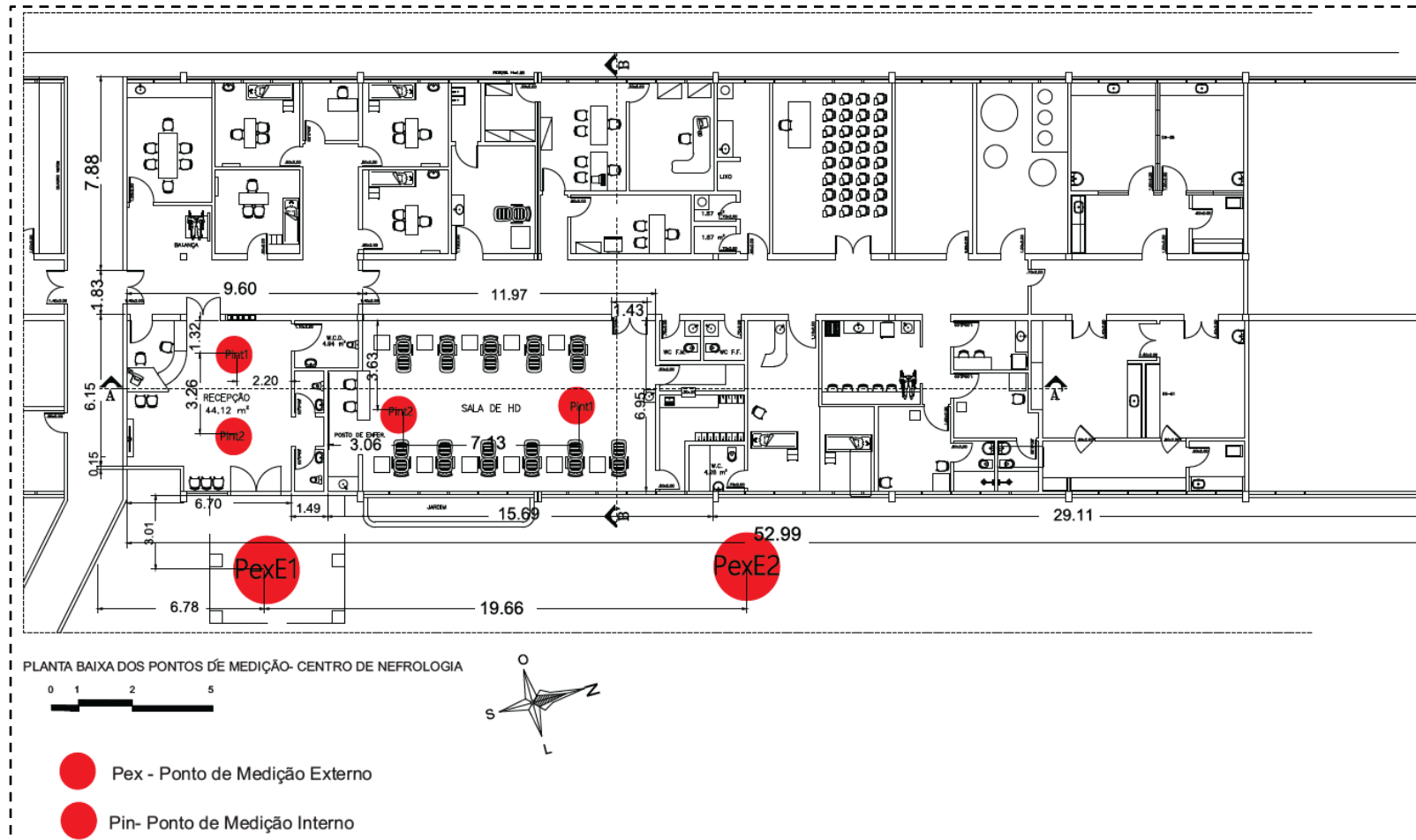
**Gráfico 4-** Gráfico mostrando a média das medições em relação aos valores que a norma determina.

Fonte- Autor, 2022.

Na recepção do centro do Oncologia a pressão sonora também está acima do determinado pela norma, mas podendo ser considerado ainda ponderado para o

ambiente. (FAU-USP:2018). A figura 35 é a planta baixa do Centro de Nefrologia com a indicação dos pontos de medição internos e externos.

Figura 35- Planta Baixa- Centro de Nefrologia – Pontos de medição.



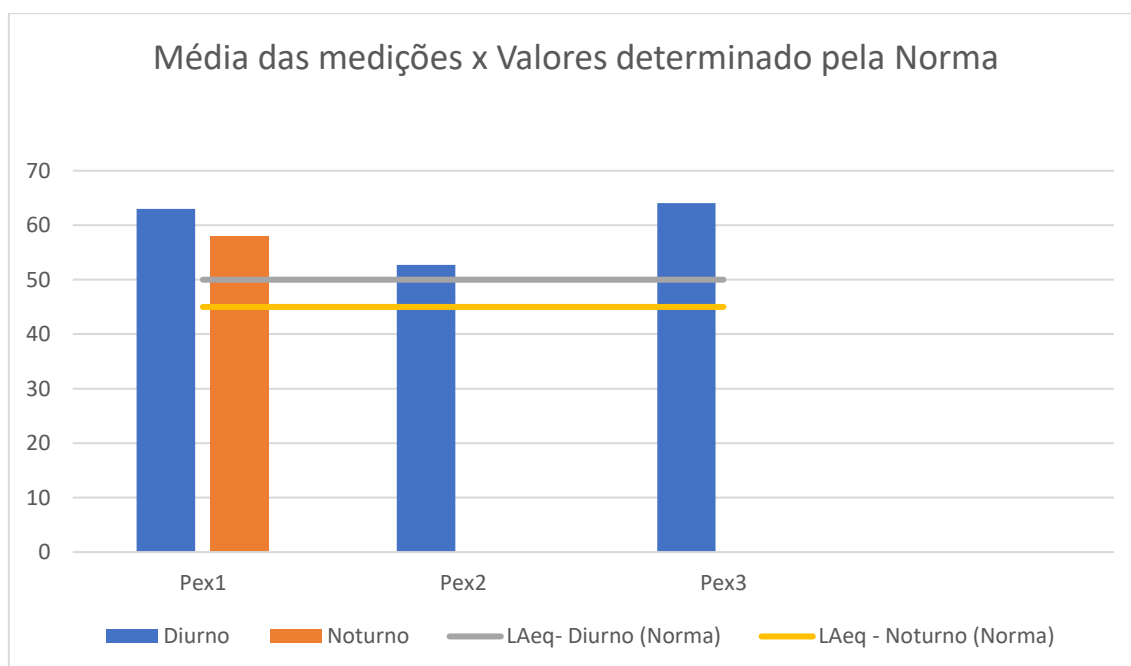
Fonte- Setor de infraestrutura do HUPAA, editado pelo autor, 2022.



**Tabela 14-** Medição do nível de ruído externo no Centro de Nefrologia

NOTURNO	Nefrologia		LAeq (dBA)	LAeqMín (dB)	LAeqMáx(dB)	Média dos pontos (dB)	Norma LAeq (dBA)	Diferença entre os valores (dB)		
		Pex1	61,7	59,7	67,6	63,00			45,00	18,00
		Pex2	61,5	59,2	67,5	62,73				17,73
		Pex3	61,3	65,8	65,00	64,03				19,03
DIURNO	Nefrologia		LAeq (dBA)	LAeqMín (dB)	LAeqMáx(dB)	Média dos pontos (dB)	Norma LAeq (dBA)	Diferença entre os valores (dB)		
		Pex1	56,5	54,6	62,9	58,00			50,00	18,00

Fonte- Autor, 2020

**Gráfico 5-** Gráfico mostrando a média das medições em relação aos valores que a norma determina.

Fonte- Autor, 2022.

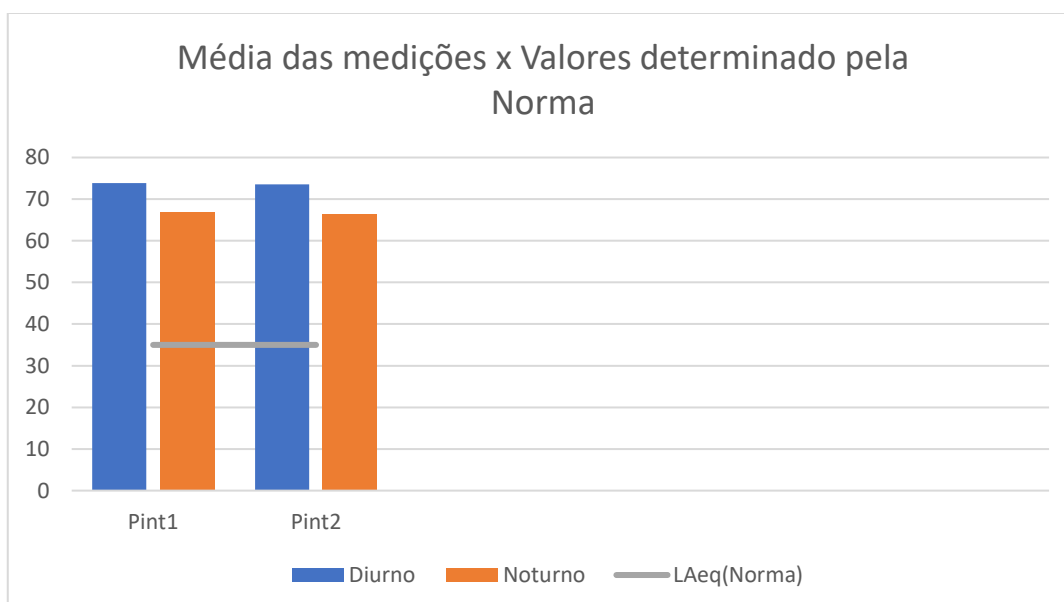
Na área externa do Centro de Nefrologia só há passagem de veículos para o estacionamento ou para o bloco de manutenção, tendo menos movimento que nas outras alas do hospital, por isso os níveis de pressão sonora são menos que nos demais, mas mesmo assim apresentam valores mais altos que a norma determina tanto para o período diurno como o noturno. Mas como são apenas ruídos eventuais não influencia nos ambientes internos.

**Tabela 15-** Medições realizadas nas áreas internas do Centro de Nefrologia.

NOTURNO	CENTRO DE NEFROLOGIA	S. DE HEMODIÁLISE BRANCA		LAeq (dBA)	LAeqMín (dB)	LAeqMáx(dB)	Média dos pontos	Norma LAeq (dBA)	Diferença entre os valores (dB)	
				Pint1	66,8	65,00	68,6	66,8	35,00	31,8
Pint2	61,3	67,1	70,5	66,3	31,3					
DIURNO	CENTRO DE NEFROLOGIA	S. DE HEMODIÁLISE BRANCA		LAeq (dBA)	LAeqMín (dB)	LAeqMáx(dB)	Média dos pontos	Norma LAeq (dBA)	Diferença entre os valores (dB)	
				Pint1	74,2	64,4	82,9	73,83	35,00	38,83
				Pint2	73,7	66,4	80,6	73,56		38,56

Fonte- Autor, 2020

**Gráfico 6-** Gráfico mostrando a média das medições em relação aos valores que a norma determina.



Fonte- Autor, 2022.

Nos ambientes internos do Centro de Nefrologia os níveis de pressão sonora também estão acima do estabelecido pela norma chegando ao dobro do valor 38dB(A) acima, como pode ser visto na tabela 15, mas como o ambiente possui pouco movimento pois os atendimentos na ala são por agendamento o nível de pressão não chega a ser um incômodo.

Sendo assim, foi visto que nos ambientes onde foram realizadas as medições os níveis de pressão sonora, estão no mínimo 12dB(A) acima do previsto pela norma 10152:2017, que determina o mínimo de 45dB(A) e 50dB(A); chegando a valores acima de 30dB. Um desses casos é na sala de hemodiálise branca, onde no período diurno o aparelho de hemodiálise estava em funcionamento, alertando com aviso sonoro que a aplicação nos pacientes tinha sido concluída, o que é preocupante pois as enfermeiras que ficam no atendimento reclamam que o som emitido gera incômodo. Na medição no horário noturno o aparelho estava desligado, mas mesmo assim o nível de pressão sonora ainda é mais alto que o determinado pela norma.

Com base nos valores médios obtidos através das medições do nível de pressão sonora externo está acima de 70dB a área se enquadra no nível III (tabela 16). Sendo assim as paredes das fachadas externas dos ambientes precisam atingir o valor mínimo de desempenho previsto pela norma 16425-1 que é obrigatório, já os valores intermediários e superior são apenas informativos. Conforme tabela a seguir.

**Tabela 16-** Nível de pressão sonora equivalentes.

Ruído externo		Desempenho		
Classe de ruído	Nível de pressão sonora incidente na fachada do ambiente	Diferença de nível padronizada ponderada a 2 metros de distância da fachada ( $D_{2m,nT,w}$ )		
		Mínimo (M)	Intermediário (M)	Superior (S)
I	Até 60dB	≥20	≥25	≥30
II	60 a 65dB	≥25	≥30	≥35
III	65 a 70dB	≥30	≥35	≥40

Fonte- Proacúsica 2022

## 5 ANÁLISE E DIAGNÓSTICO

Os dados coletados a seguir em tabelas e em plantas esquemáticas, apontam a classificação das paredes dos ambientes e os pontos onde foram realizadas as medições com o medidor de pressão sonora. Os dados obtidos no levantamento acústico foram estudados e analisados e comparados com as diretrizes das normas. Sendo assim a análise será feita em três etapas: desempenho das fachadas, desempenho das partições internas e por fim será feita a análise do tempo de reverberação do consultório 4 que é situada na ala do Ambulatório 2, também com a finalidade de entender como está o tempo de reverberação dentro desse ambiente.

### 5.1 Análise do desempenho acústico sonoro das paredes externas - fachada

O nível de pressão sonora aéreo obtido nas medições do entorno do HUPAA apresentaram níveis acima de 70dB, isso significa que ele está localizado em um ambiente sujeito a ruídos intensos por meio de transportes e de outras naturezas.

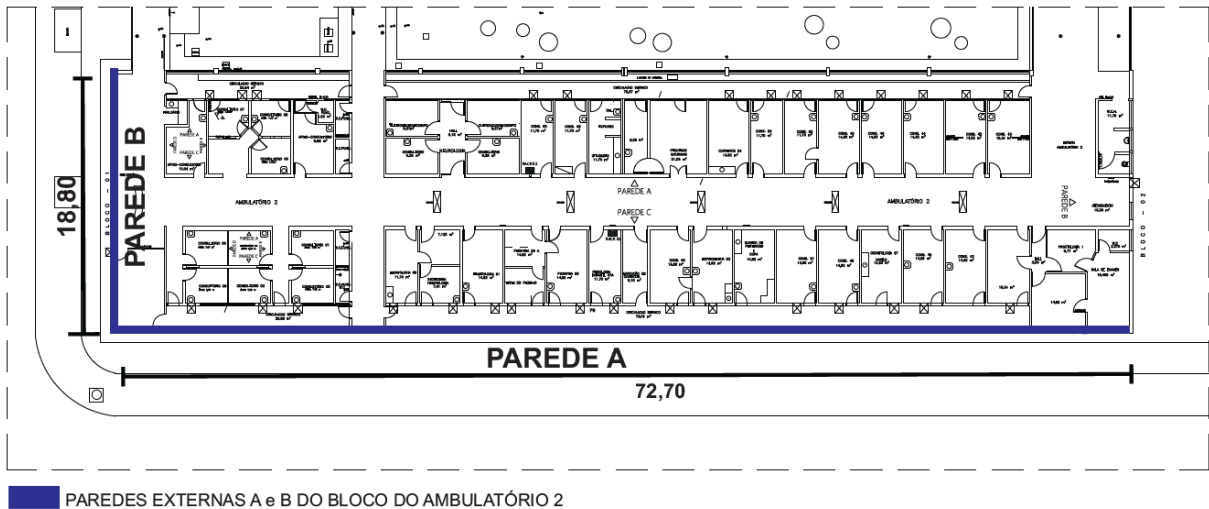
Lembrando que a norma não estabelece níveis mínimos (M) de desempenho acústico para outras edificações além de habitações, os valores usados serão apenas como parâmetros que auxiliarão a avaliar se as paredes externas e os seus componentes como portas e janelas e materiais usados nos sistemas de vedação possuem o desempenho mínimo previsto pela ABNT 15575- 4:2013, conforma tabela 16.

A tabela 8 relaciona o local em que o EAS (Estabelecimento Assistencial de Saúde), está situado e o horário, de acordo com a características descritas na NBR 10151:2019, nível de critério de avaliação (NCA), para ambientes externos em dB(A). O Hospital se enquadra em áreas residenciais urbanas, de hospitais ou de escolas, então o nível de ruído para período diurno é de 50dB e para o período noturno 45 dB.

Para saber se o nível de pressão sonora existente dentro dos ambientes hospitalares a ABNT 10152: 2017 (tabela 9), estabelece níveis de critério, que serão utilizados como parâmetro para saber se a pressão sonora dentro dos ambientes está de acordo com a norma.

A figura 36 é a planta esquemática mostrando as paredes A e B do ambulatório 2 que foram analisadas.

**Figura 36-** Planta Baixa- Ambulatório 2 – Paredes analisadas.



**Fonte-** Setor de infraestrutura do HUPAA, editado pelo autor, 2022.

Então para calcular o valor da Redução de Ruído (RR) das fachadas utilizaremos a seguinte fórmula:

$$\text{Composto} = 10 \log \frac{\sum s}{\sum T_s}$$

Onde:

$\sum s$  é o somatório das áreas dos componentes dos sistemas de vedação (paredes);

$\sum T_s$  é o somatório das multiplicações entre a área pela transmissão acústica de cada componente individual da vedação.

Sendo assim para a parede A externa do Ambulatório 2:

$$\text{Composto} = 10 \log \frac{194,03}{(10^{-5,5} * 101) + (10^{-2} * 93,5)}$$

$$\text{Composto} = 10 \log \frac{194,03}{0,935}$$

$$\text{Composto} = 10 \log 207,5$$

$$\text{Composto} = 10 \times 2,317$$

$$\text{Composto} = 23,17\text{dB}$$

Sendo assim, foi obtido o valor de Redução de Ruído (RR), da parede de 23,17dB. O que não está de acordo com o valor mínimo estabelecido pela norma, onde o valor mínimo é de desempenho é 30dB.

Para a parede B do Ambulatório 2 foi realizado o cálculo está descrito a seguir:

$$\text{Composto} = 10 \log \frac{86,21}{(0,00001 * 86,21)}$$

$$\text{Composto} = 10 \log 100$$

$$\text{Composto} = 10 \times 5$$

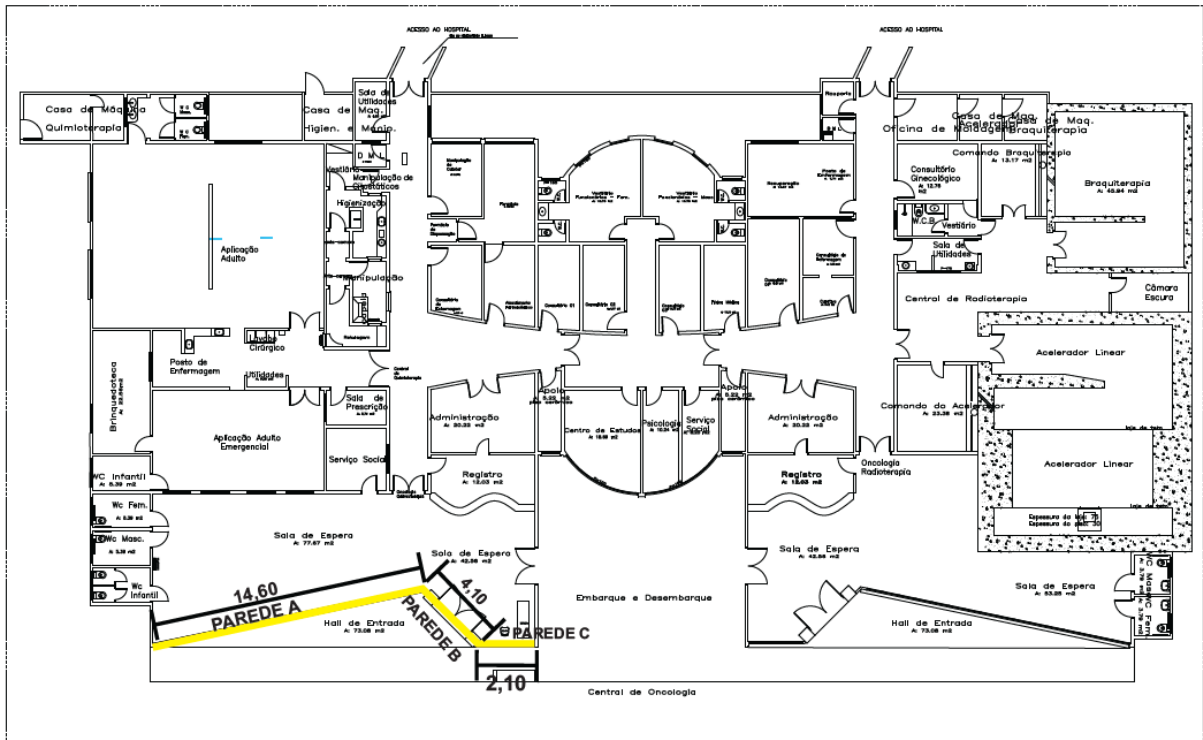
$$\text{Composto} = 50\text{dB}$$

Com o cálculo anterior foi obtido o valor de 50dB para a parede em questão, com isso a parede possui um desempenho de atenuação do ruído externo excelente.

Sendo assim é possível dizer que apenas a parede B atingiu um valor significativo de atenuação dos ruídos do entorno, porém a diferença é pouca do valor de desempenho descrito pela norma e o encontrado na parede A, podendo dizer que o ruído externo não prejudica o interior da ala do Ambulatório 2.

A próxima análise foi realizada em uma parte da fachada do CACON (Centro de Oncologia). A planta a seguir (figura 37), é referente as paredes que foram analisadas do Centro de Oncologia.

Figura 37- Planta Baixa- Centro de Oncologia – Paredes analisadas



PAREDES EXTERNAS A e B DO BLOCO DO CENTRO DE ONCOLOGIA

Fonte- Setor de infraestrutura do HUPAA, editado pelo autor, 2022.

O cálculo a seguir é referente a parede da fachada está descrito a seguir:

- Parede A:

$$\text{Composto} = 10 \log \frac{41,6}{0,01}$$

$$\text{Composto} = 10 \log 100$$

$$\text{Composto} = 10 \times 2$$

$$\text{Composto} = 20 \text{ dB}$$

Sendo assim, foi obtido o valor de RR da parede de 20dB, o que diz que a parede não possui o desempenho mínimo previsto pela norma, 30dB.

- Parede B:

$$\text{Composto} = 10 \log \frac{3,42 + 7,07}{(10^{-5,5} \times 3,42 + 10^{-2} \times 7,07)}$$

$$\text{Composto} = 10 \log \frac{10,49}{0,071}$$

$$\text{Composto} = 10 \log 147,74$$

$$\text{Composto} = 10 \times 2,17$$

$$\text{Composto} = 21,7 \text{dB}$$

Sendo assim, foi obtido o valor de RR da parede de 21,7dB, também não atingindo o desempenho mínimo que é 30dB.

- Parede C:

$$\text{Composto} = 10 \log \frac{8,84}{0,0884}$$

$$\text{Composto} = 10 \log 147,74$$

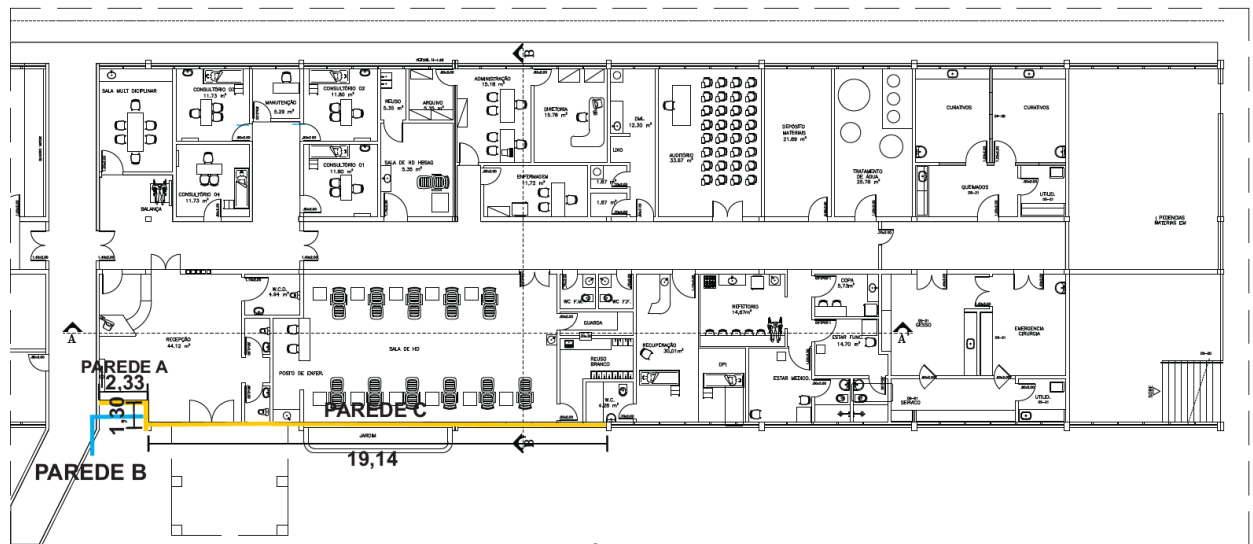
$$\text{Composto} = 10 \times 2$$

$$\text{Composto} = 20 \text{dB}$$

Sendo assim, foi obtido o valor de Redução de Ruído (RR), da parede de 20dB, também não atingindo o desempenho mínimo exigido, 30dB. Com isso pode se dizer que nenhuma das paredes analisadas da fachada do Centro de Oncologia conseguiu atingir o valor mínimo previsto pela norma (tabela 16). Observando subjetivamente os dados coletados e a diferença dos valores que a norma pede, pode se dizer que os ruídos vindos do entorno não afetam significativamente o espaço interno do Centro de Oncologia. A planta a seguir, figura 38 apresenta as paredes externas analisadas do Centro de Nefrologia.



**Figura 38-** Planta Baixa- Centro de Nefrologia – Paredes analisadas



**PAREDES ÉTERNAS A, B E C DO BLOCO DO CENTRO DE NEFROLOGIA**

**Fonte-** Setor de infraestrutura do HUPAA, editado pelo autor, 2022.

Cálculo da parede A para análise do desempenho da fachada do bloco do Centro de Nefrologia.

$$\text{Composto} = 10 \log \frac{6,64}{10^{-49} \times 6,64}$$

$$\text{Composto} = 10 \log 79,43$$

$$\text{Composto} = 10 \times 4,9$$

$$\text{Composto} = 49 \text{dB}$$

Sendo assim, foi obtido o valor de RR da parede de 49dB. A parede A atingiu o nível de desempenho acústico acima do previsto pela norma, 45dB(A).

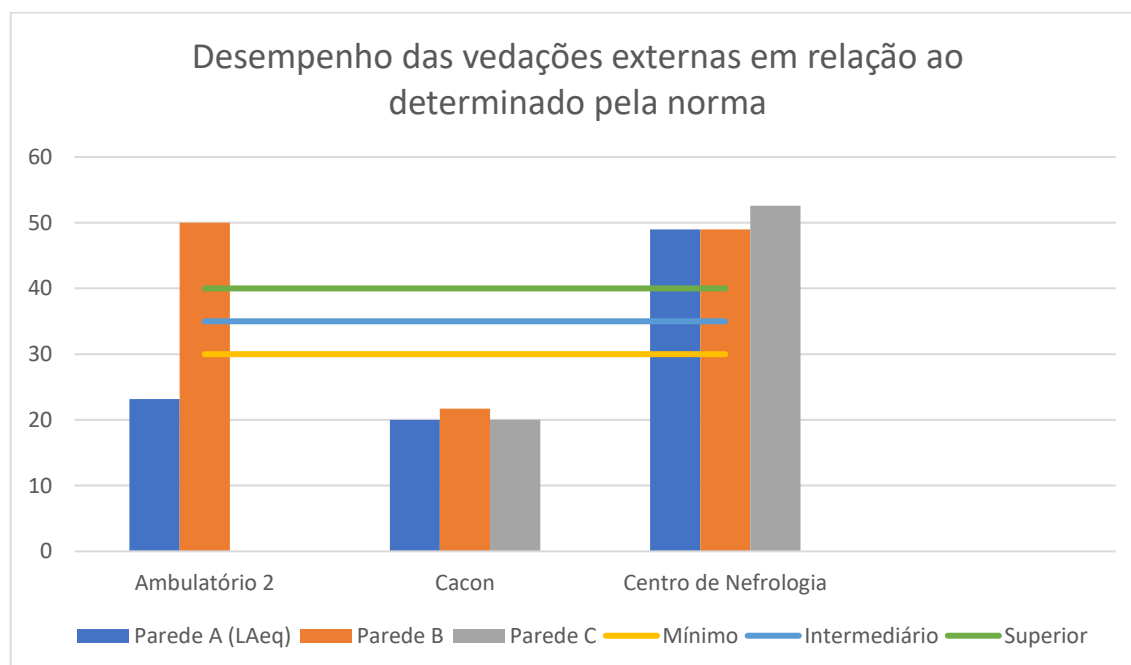
A tabela 17 mostrará o desempenho global das fachadas estudadas do Hospital Universitário.

**Tabela 17** – Tabela global do desempenho das fachadas externas do Ambulatório 2, Centro de Oncologia e Centro de Nefrologia.

AMBIENTE	SUPERFICIE	S(m <sup>2</sup> )	Σ(S)	RR individual (dB)	t	St	Σ(St)	RR equivalente (dB)	Nível de Desempenho	Valor mínimo - Norma (dB)
Ambulatório 2	(Parede A) Alvenaria de tijolo maciço (espessura de 40cm)	101	194,03	55	3,16228E-06	0,000318	0,935317904	23,17	Não atingiu valor mínimo	30
	(Parede A) Janela de vidro simples de 3mm	93,5		20	0,01	0,935				
Ambulatório 2	(Parede B) Alvenaria de tijolo maciço 22,9cm, c/ reboco de 13mm	86,2	86,21	50	0,00001	0,000862	0,0008621	50,00	S	
CACON	(Parede A) Janela de vidro simples 3mm	41,6	41,6	20	0,01	0,416	0,416	20,00	Não atingiu valor mínimo	30
	(Parede B) Parede de tijolo maciço ou pedra 45cm	3,42	10,49	55	3,16228E-06	1,08E-05	0,070710815	21,7	Não atingiu valor mínimo	
	(Parede B) Janela de vidro 3mm	7,07		20	0,01	0,0707				
	(Parede C) Janela de vidro 3mm	8,84		8,84	20	0,01				
C. DE NEFROLOGIA	(Parede A) Alvenaria de 15cm c/ reboco de 13mm	6,64	6,64	49	1,25893E-05	8,36E-05	8,35926E-05	49,00	S	30
	(Parede B) Alvenaria de 15cm c/ reboco de 13mm	4,13	4,13	49	1,25893E-05	5,2E-05	5,19936E-05	49,00	S	
	(Parede C) Alvenaria de 15cm c/ reboco de 13mm	24,2	55,22	49	1,25893E-05	0,000305	0,000304786	52,58	S	
	(Parede C) Coluna alvenaria de tijolo maciço 40cm	2,13		55	3,16228E-06	6,74E-06	6,73565E-06			
	(Parede C) Janela de vidro simples 3mm	24,6		20	0,01	0,2457	0,2457			
	(Parede C) Porta de vidro simples 3mm	4,31		20	0,01	0,0431	0,0431			

Fonte- Autor, 2022.

**Gráfico 7-** Desempenho das vedações verticais externas em relação ao valor da norma



Fonte- Autor, 2022.

Com isso foi visto que apenas no Centro de Nefrologia as paredes atendem aos níveis de desempenho determinado pela norma, no Centro de Oncologia nenhuma das paredes conseguiu atingir o valor mínimo e no Ambulatório 2, apenas a parede B conseguiu atingir o valor superior de desempenho, 50dB(A).

Entretanto as paredes que não atingiram o nível mínimo de desempenho tiveram uma diferença pouca do determinado pela norma e o valor encontrado através dos cálculos, então a quantidade de ruído que irá adentrar no ambiente interno não irá afetar o bom funcionamento ou o conforto, fazendo ser desnecessária uma intervenção projetual para adequação dos sistemas de vedação externos, tendo em vista que isso poderia não ser viável para executar e poderia ser muito oneroso para a rede hospitalar.

## 5.2 Análise do isolamento sonoro das partições internas

A análise da qualidade acústica foi realizada utilizando o cálculo de reverberação através do coeficiente acústico dos materiais e objetos nos ambientes, para saber se possuem o tempo ideal de reverberação.

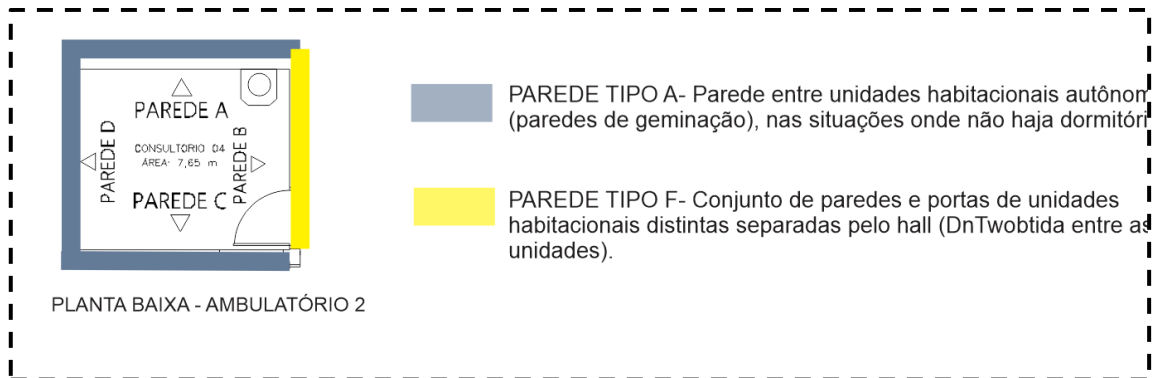
Para tal foi selecionado um ambiente de cada setor a ser investigado:

- **Ambulatório 2:** Consultório 4;
- **CACON:** Recepção;
- **Centro de Nefrologia:** Sala de aplicação da hemodiálise (sala HD).

Para analisar os ambientes internos foram realizadas medições do nível de ruído durante o funcionamento de cada ambiente. Os ambientes foram escolhidos a partir da observação da necessidade de ambientes menos ruidosos e da necessidade de atenuar o ruído neles.

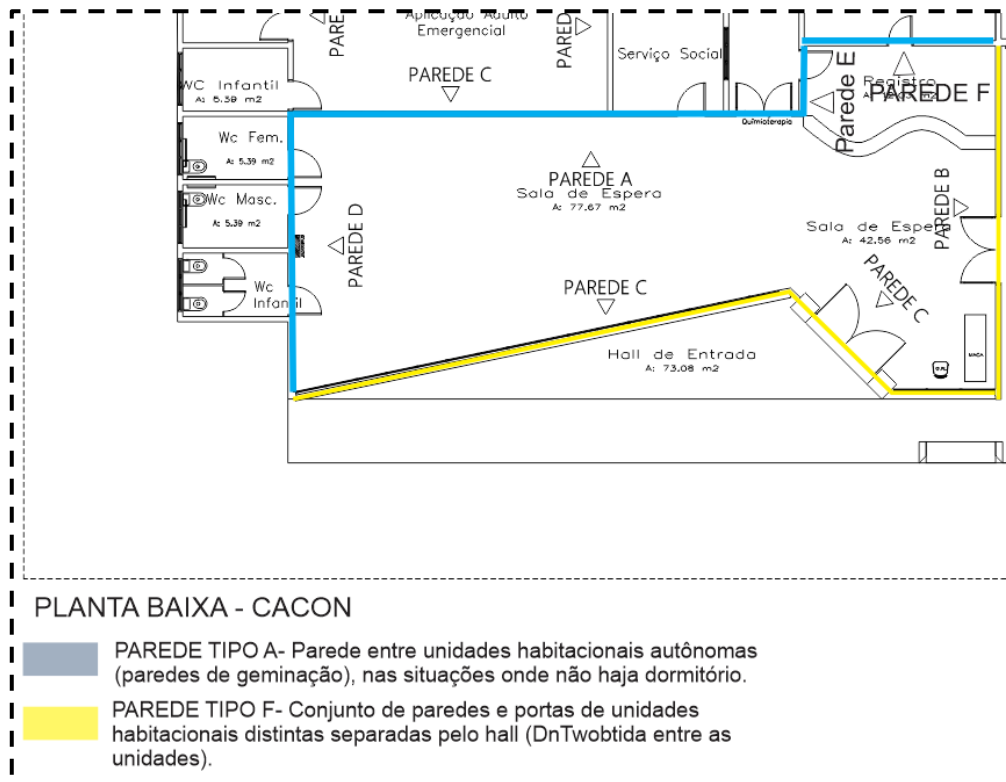
As plantas a seguir mostram os pontos de medição internamente e mostram a classificação dos Sistemas de Vedação Vertical Interno (SVVI). Em seguida a tabela 18 mostra o desempenho das paredes. Ressaltando que não foram consideradas as frestas para realização do cálculo, mas se forem realizadas elas iriam impactar no desempenho das paredes, diminuindo mais o desempenho delas.

**Figura 39-** Planta Baixa- Consultório 4 do Ambulatório 2 – Paredes analisadas



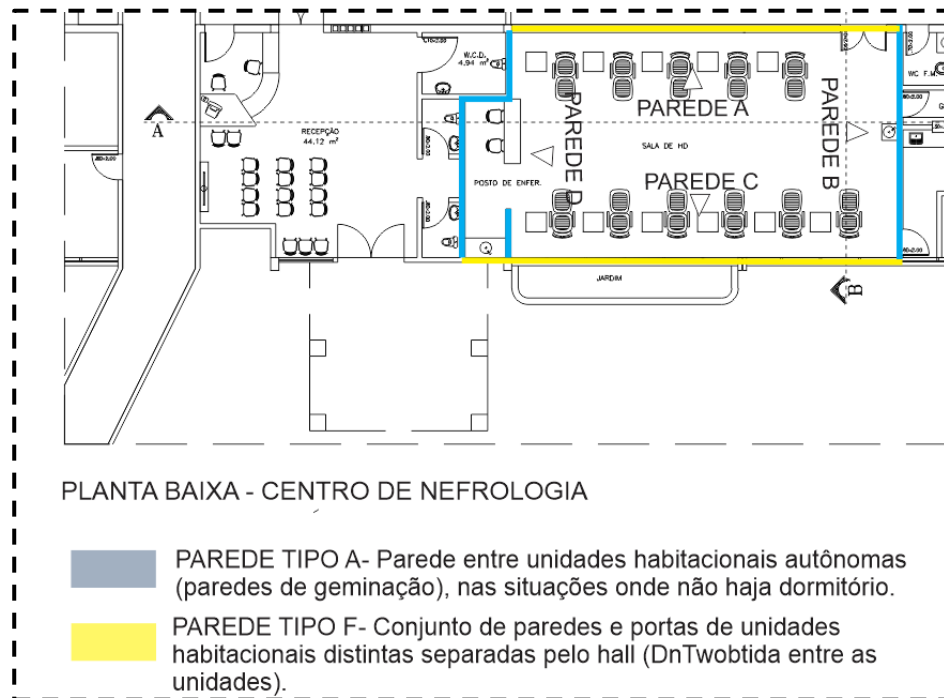
**Fonte-** Setor de infraestrutura do HUPAA, editado pelo autor, 2022.

**Figura 39-** Planta Baixa- Sala de espera/Recepção Centro de Oncologia – Paredes analisadas



**Fonte-** Setor de infraestrutura do HUPAA, editado pelo autor, 2022.

**Figura 40-** Planta Baixa- Sala de Aplicação de Hemodiálise do Centro de Nefrologia – Paredes analisadas

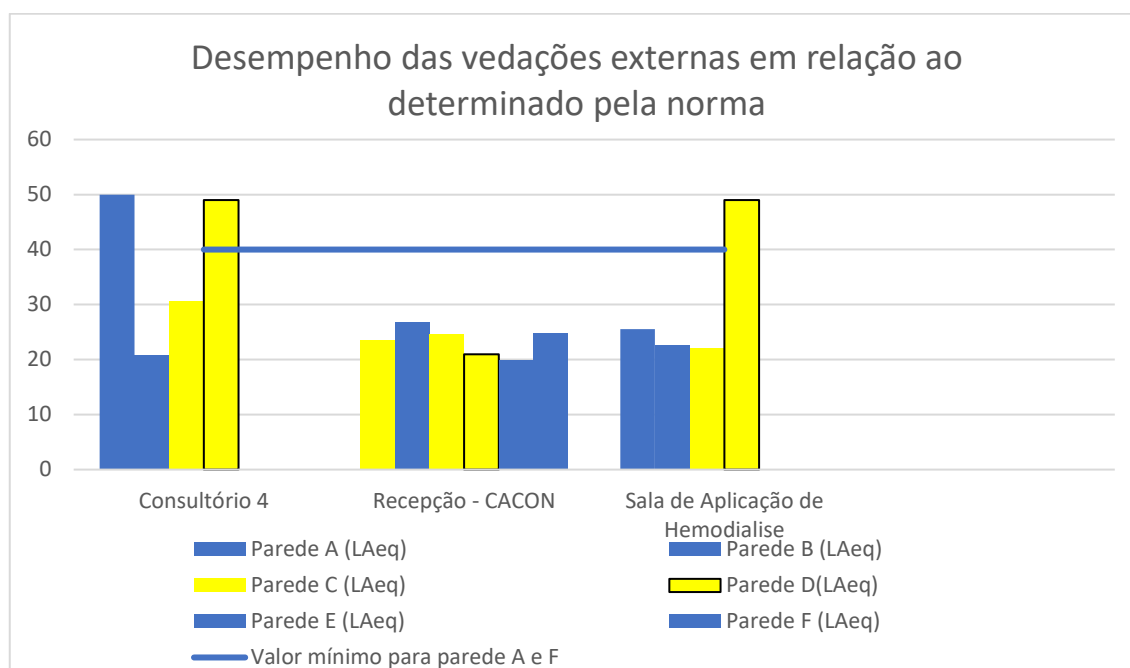


**Fonte-** Setor de infraestrutura do HUPAA, editado pelo autor, 2022.

Tabela 18- Desempenho acústico dos sistemas de vedação vertical interno

TIPOLOGIA	AMBIENTE	SUPERFICIE	S(m <sup>2</sup> )	Σ(S)	Rw individual (dB)	t	St	Σ(St)	Rw equivalente (dB)	Nível de Desempenho	Valor Mínimo-Norma (dB)
A	Consultório 4- Parede A	Parede de tijolo vazado 30cm	8,35	8,35	50	0,00001	0,0001	0,0001	50	S	
A	Consultório 4- Parede B	Parede de tijolo vazado 15cm c/ reboco de 13mm	5,31	7,17	49	0,00001	0,0001	0,06	20,86	Não atingiu valor mínimo	40
		Porta de madeira 44mm, interior oco, sem vedações	1,86		15	0,03	0,06				
B	Consultório 4- Parede C	Parede de tijolo vazado 15cm c/ reboco de 13mm	7,66	8,38	49	0,00001	0,0001	0,01	30,60	Não atingiu valor mínimo	40
		Janela fixa simples de vidro 3mm	0,72		20	0,01	0,0072				
A	Consultório 4- Parede D	Parede de tijolo vazado 15 cm c/ reboco de 13mm	7,17	7,17	49	0,00001	0,0001	0,0001	49,00	I	40
B	CACON- Parede A	Parede de tijolo vazado 15cm c/ reboco de 13mm	33,6	39,07	49	0,00001	0,0004	0,17	23,54	Não atingiu valor mínimo	40
		Janela bascula de vidro simples 3mm	2,4		20	0,01	0,02				
		Porta de madeira 44mm, interior oco, sem vedações	5,46		15	0,03	0,17				
B	CACON- Parede B	Parede de tijolo vazado 15cm c/ reboco de 13mm	29,4	44,05	40	0,0001	0,003	0,09	26,78	Não atingiu valor mínimo	40
		Porta de alumínio com vidro 3mm	4,2		21	0,01	0,03				
B	CACON- Parede C	Parede de tijolo maciça ou pedra 45cm	3,42	36,03	55	0,000003	0,00001	0,13	24,55	Não atingiu valor mínimo	40
		Porta de vidro simples 3mm -duas folhas	7,07		21	0,01	0,06				
		Janela de vidro 3mm	8,84		21	0,01	0,07				
A	CACON- Parede D	Parede de tijolo vazado 15cm c/ reboco de 13mm	16,7	22,37	49	0,00001	0,0002	0,18	20,96	Não atingiu valor mínimo	40
		Porta de madeira 44mm, interior oco, sem vedações	5,67		15	0,03	0,18				
A	CACON - Parede E	Parede de tijolo vazado 15cm c/ reboco de 13mm	3,84	5,71	49	0,00001	0,00005	0,06	19,84	Não atingiu valor mínimo	40
		Porta de madeira 44mm, interior oco, sem vedações	1,87		15	0,03	0,06				
A	CACON- Parede F	Parede de tijolo vazado 15cm c/ reboco de 13mm	14	15,64	49	0,00001	0,0002	0,05	24,86	Não atingiu valor mínimo	40
		Porta de madeira 44mm, interior oco, sem vedações	1,61		15	0,03	0,05				
B	C.N. SALA DE APLICAÇÃO DE H. BRANCA- Parede A	Parede de tijolo maciço 22,9cm c/ reboco de 13mm	31,1	34,11	50	0,00001	0,0003	0,10	25,54	Não atingiu valor mínimo	40
		Porta de madeira 44mm, interior oco, sem vedações	3		15	0,03	0,09				
A	C.N. SALA DE APLICAÇÃO DE H. BRANCA- Parede B	Parede de tijolo vazado 15cm c/ reboco de 13mm	16,4	19,79	49	0,00001	0,0002	0,11	22,67	Não atingiu valor mínimo	40
		Porta de madeira 44mm, interior oco, sem vedações	3,38		15	0,03	0,11				
B	C.N. SALA DE APLICAÇÃO DE H. BRANCA- Parede C	Coluna de alvenaria de tijolo maciço 40cm	1,6	34,92	55	0,000003	0,00001	0,22	22,07	Não atingiu valor mínimo	40
		Janela de vidro simples 3mm	21,7		20	0,01	0,22				
		Parede de tijolo vazado 15cm c/ reboco de 13mm	11,7		49	0,00001	0,0001				
A	C.N. SALA DE APLICAÇÃO DE H. BRANCA- Parede D	Parede de tijolo vazado 15cm c/ reboco de 13mm	19,8	19,81	49	0,00001	0,0002	0,0002	49	M	40

Fonte- Autor, 2022.

**Gráfico 8-** Desempenho das vedações verticais externas em relação ao valor da norma

**Fonte-** Autor, 2022.

Com os dados da tabela foi visto que apenas 3 paredes atingiram o valor mínimo pela norma 15575:2013, a qual determina que para vedações verticais o valor mínimo desempenho acústico é 40 dB, para alguns ambientes hospitalares a norma 10152:2017, especifica que o L<sub>Aeq</sub> seja 45dB, então ainda precisa de um tratamento acústico para melhorar a qualidade acústica.

Um dos problemas do alto nível de ruído principalmente nas salas de espera e corredores é que como não possui tratamento eletroacústico no ambiente, ou seja, caixa de sons ou aparelhos televisores que chamam os pacientes para atendimento, os pacientes e funcionários ficam debilitados pois não conseguem ouvir quando são chamados para o atendimento e os funcionários precisam falar alto ou gritar para ser ouvido.

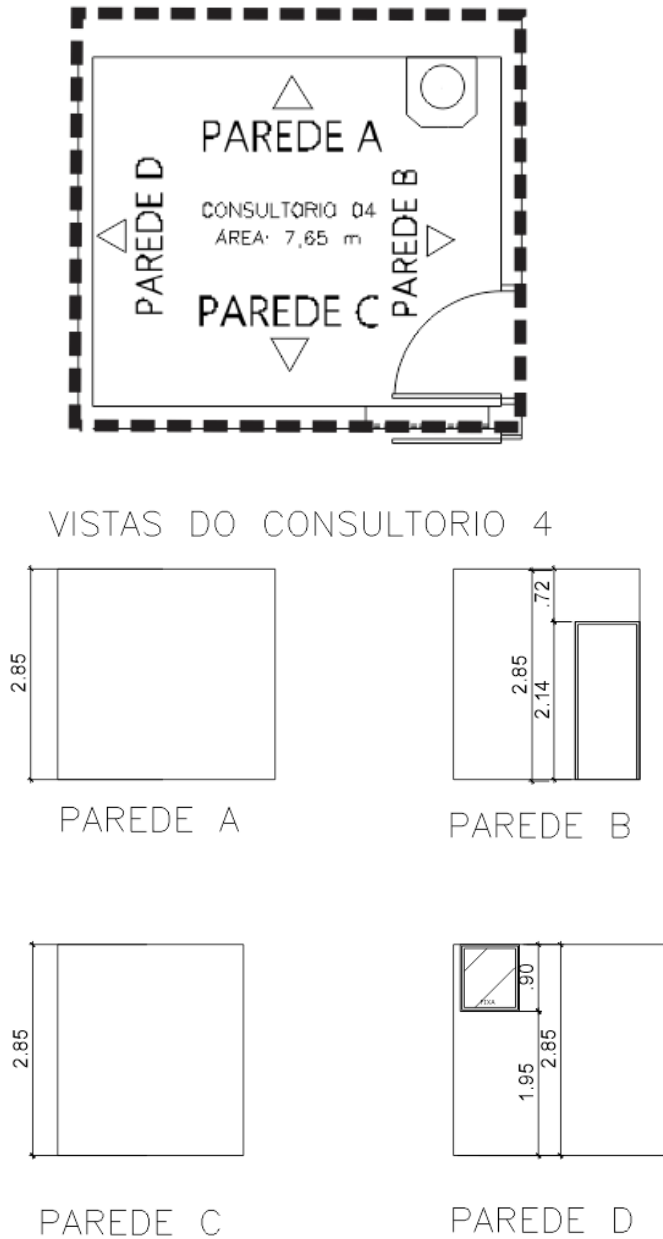
### 5.3 Análise do tempo de reverberação

Para obtenção dos valores de reverberação dos ambientes dentro Hospital Universitário prof<sup>o</sup>. Alberto Antunes (HUPAA), foram levantados os materiais que compõem os recintos investigados, suas áreas seus coeficientes de absorção nas frequências 125Hz, 250Hz, 500Hz, 2000Hz.

A figura 44 apresenta a planta baixa do consultório 4 localizado no Ambulatório 2, a figura 45 é referente as vistas das paredes internas. A tabela 19 é o cálculo de reverberação, mostrando também o tempo de reverberação encontrado no

consultório. Não foram consideradas as frestas para realização do cálculo, mas se forem realizadas elas iriam impactar no desempenho das paredes, diminuindo mais o desempenho delas.

**Figura 41-** Planta Baixa- Consultório 4/ Ambulatório 2 e vistas– Paredes analisadas



**Fonte-** Setor de infraestrutura do HUPAA, editado pelo autor, 2022.



**Tabela 19-** Desempenho do  $T_{or}$  do Consultório 4

Superfície	S (m <sup>2</sup> )	$\alpha$ (125 Hz)	$\alpha$ (500 Hz)	$\alpha$ (1000 Hz)	$\alpha$ (2k Hz)	S $\alpha$ (125 Hz)	S $\alpha$ (500 Hz)	S $\alpha$ (100 Hz)	S $\alpha$ (2k Hz)
<b>Parede A</b>									
Alvenaria Pintada	8,38	0,01	0,02	0,022	0,02	0,084	0,1676	0,00022	0,1676
<b>Parede B</b>									
Alvenaria Pintada	5,31	0,01	0,02	0,022	0,02	0,053	0,1062	0,00022	0,1062
Porta de madeira	1,86	0,05	0,03	0	0,03	0,093	0,0558	0	0,0558
<b>Parede C</b>									
Alvenaria Pintada	7,66	0,01	0,02	0,022	0,02	0,077	0,1532	0,00022	0,1532
Janela fixa de vidro	0,72	0,35	0,28	0	0,07	0,252	0,2016	0	0,0504
<b>Parede D</b>									
Alvenaria Pintada	7,17	0,01	0,02	0,022	0,02	0,072	0,1434	0,00022	0,1434
<b>Outros</b>									
Pessoas Sentadas, média de 1 pessoa/m <sup>2</sup>	3	0,17	0,47	0,52	0,53	0,510	1,41	0,0884	1,59
<b>Teto</b>									
Laje de concreto pintada	7,65	0,4	0,49	0	0,58	3,060	3,7485	0	4,437
<b>Piso</b>									
Piso de granilite	7,65	0,012	0,015	0	0	0,092	0,11475	0	0
<b>Mobiliário</b>									
Cadeiras estofada, chata com tecido	3	0,13	0,2	0	0,25	0,390	0,6	0	0,75
Maca	1	0,1	0,17	0	0,2	0,100	0,17	0	0,2
$\Sigma S\alpha$ (m <sup>2</sup> )	49,4								
Volume =	140,79				$\Sigma S\alpha$	4,78	6,87	0,09	7,65
Média dos coeficientes						0,10	0,14	0,002	0,2
<b>Tempo Ideal (s)</b>									
Máximo		0,601	0,601	0,601	0,601				
Ideal		0,6	0,6	0,6	0,6				
Mínimo		0,599	0,599	0,599	0,599				
Fórmula : 0,161 x Volume	22,6672					4,74	3,30	253,89	2,96

**Fonte-** Autor, 2022.

Com essa tabela foi visto que os níveis do tempo de reverberação estão bem acima do tempo ideal que é 0,6 segundos, previsto pela norma, pois como visto anteriormente quando o tempo ótimo de reverberação está acima do previsto pela norma a ineligibilidade fica prejudicada, ocasionando sobreposição de sons e como analisado anteriormente o isolamento acústico dos consultório 4 não é muito eficaz o que faria com que as conversas dos pacientes e profissionais médicos sejam escutadas nos recintos ao redor dela.

A partir de todos esses dados analisados é visto a necessidade de uma intervenção acústica dentro dos espaços do HUPAA, mas sabendo que como é uma construção antiga o projeto de reforma deve ser bem pensado até para não ficar muito oneroso para o EAS, trazendo a melhor relação possível entre custo e benefício para todos.

## 6. CONCLUSÃO

A análise de todas as informações obtidas permitiu a apresentação dos resultados condizentes à situação acústica atual nos ambientes do HUPAA – UFAL, averiguando a relação do conforto com a edificação e o uso específico para cada ambiente.

Durante a análise dos dados obtidos pela medição do nível de pressão sonora e pela análise dos sistemas de vedação internos e externos foi visto que algumas das vedações não possuem um isolamento adequado do som de acordo com as normas e para fazer uma alteração dessas paredes, portas ou outras intervenções necessárias, depois da edificação pronta, podem ser onerosas tornando inviável as alterações necessárias para melhoria da qualidade acústica nos ambientes.

Mas algumas opções que podem ser executadas são a aplicação de painéis em MDF instalados a certa distância das paredes que irão auxiliar na atenuação do nível de ruído nos ambientes, na fachada com pele de vidro do Centro de nefrologia pode ser trocado as vidraças simples por vidro duplo com espaço entre as placas de vidro que contribui para que os ruídos aéreos externos não prejudiquem o espaço interno da recepção/ sala de espera.

Sendo assim o objetivo principal desse trabalho foi voltar a atenção dos profissionais técnicos também para a acústica dentro dos hospitais para durante processo projetual elaborar propostas que contribuam para a boa acústica dentro dos EAS, para que quando estiver concluída os usuários já possam usufruir de um ambiente confortável acusticamente.

Outro ponto que precisa de atenção é o fato das normas para acústicas serem direcionados mais para ambientes residenciais e ser dado pouca atenção para ambientes hospitalares, sendo assim instituições como a ANVISA que estabelece diretrizes para hospitais podem estabelecer mais diretrizes voltadas para acústica hospitalar, o que auxiliará no desenvolvimento de futuros projetos e reparos, contribuindo para os usuários das redes de estabelecimentos assistenciais de saúde.

## 7 REFERÊNCIAS

Andrade, Kléber Proietti Oliveira, Loraine Luzia Aparecida de Souza, Rodrigo de Paiva Matos, Ione Maria de. Medida do nível de ruído hospitalar e seus efeitos em funcionários a partir do relato de queixas. **Revista CEFAC, 2019. Vol. 18**

Pereira, Raquel Paganini et al, Qualificação e quantificação da exposição sonora ambiental em uma unidade de terapia intensiva geral, **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v. 69, n. 6, p 766-771, 2003.

BICALHO, Flávio de C. **A Arquitetura e a Engenharia no Controle de Infecções**. Rio de Janeiro: Riobooks, 2010, 128 p.: Il.

Bitencourt, Fabio. Costeira, Elza. **Arquitetura e Engenharia Hospitalar. Planejamento, Projetos e Perspectivas**. Rio Books, 2014.

CARPMAN, Janet Reizensteinet GRANT, Myron A. **Design that cares: Planning Health Facilities for Patient and Visitors. American Hospital Association Company**. 2nd edition. Washington, USA,1993. 310 p.il.

CARVALHO, Antonio Pedro Alves de (Org.). **Temas de arquitetura de estabelecimentos assistenciais de saúde**. Salvador: Universidade Federal da Bahia; Faculdade de Arquitetura, 2002. 235 p.

CORBELLA, Oscar. **Em busca de arquitetura sustentável para os trópicos – conforto ambiental**. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

Costa, Gisele de L., Lacerda, Andriana B. M. de, Marques, Jair. **Ruído no contexto hospitalar**: impacto na saúde dos profissionais de enfermagem. *Noise on the hospital context: impact on nursing professionals' health*. Gisele de Lacerda Costa (1), Adriana Bender Moreira de Lacerda (2), Jair Marques (3), 2011

Conforto Acústico em Ambientes de Saúde: Música, Paisagismo e Materiais de Revestimento como Soluções Humanizadoras, Disponível em: <http://www.iph.org.br/revista-iph/materia/conforto-acustico-em-ambientes-de-saude-musica-paisagismo-e-materiais-de-revestimento-como-solucoes-humanizadoras>. Acesso em 19 de novembro de 2022.

AEROJR, Saiba quais são os Materiais mais Utilizados em Acústica – AEROJR. Consultoria e Capacitação, Disponível em: <https://aerojr.com/blog/materiais-mais-utilizados-em-acustica-e-suas-classificacoes/>. Acesso em 26 de maio de 2020.

AUT0278- Desempenho Acústico, Arquitetura e Urbanismo. dB, Pressão, Potência e Intensidade. FAUUSP- Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Departamento de Tecnologia da Arquitetura, Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4437605/mod\\_resource/content/0/04%20-%20dB%20Press%C3%A3o%20Pot%C3%Aancia%20Intensidade.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4437605/mod_resource/content/0/04%20-%20dB%20Press%C3%A3o%20Pot%C3%Aancia%20Intensidade.pdf). Acesso em 12 de outubro de 2022.

Especificação de Materiais de Revestimentos em Hospitais Universitários- Produzido pelo Serviço de Apoio à MANUTENÇÃO R=PREDIAL E OBRAS- Brasília: EBSEH- Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares, 2018. 103p. Disponível em: [file:///C:/Users/stell/AppData/Local/Temp/MicrosoftEdgeDownloads/84c9addb-8ade-4b34-bd20-aecd6986710d/Manual de Especificação de Materiais de Revestimento em Hospitais Universitários.pdf](file:///C:/Users/stell/AppData/Local/Temp/MicrosoftEdgeDownloads/84c9addb-8ade-4b34-bd20-aecd6986710d/Manual%20de%20Especifica%C3%A7%C3%A3o%20de%20Materiais%20de%20Revestimento%20em%20Hospitais%20Universit%C3%A1rios.pdf). Acesso em: 03 nov. 2022.

Ecophon Gedina™ E TECH, 2020.

Ghel, J. **Cidade para pessoas**. Perspectiva. 2ª Ed. 2014.

Goés, Ronald de. **Manual Prático de Arquitetura Hospitalar**. 1ª. Edição. São Paulo: Edgar Bluch; 2004.

Grumet GW, MD. **Sounding board: Pandemonium in the modern hospital**. N Engl J Med 1993; 328(6):433-7.

HOSKING, Sarah; HAGGARD, Liz. Healing the hospital environment. **Design, management and maintenance of healthcare premises**. E & FN SPON. Taylor and Francis Group. London, 193 p., 1999.

Hsu, T., Ryherd, E. E., Waye, K. P., & Ackerman, J. (2012). **Noise pollution in hospitals: Impact on patients**. *Journal of Clinical Outcomes Management*, 19(7), 301-309.

MEZOMO, João C. **Hospital Humanizado**. Fortaleza: Premius, 2001.

Minckley BB. **A study of noise and its relationship to patient discomfort in the recovery room**. Nurs Res 1968; 17(3):247-50.

SERAQUI, Michel. **Guide de l'ambulatorio**. Concevoir et realiser l'unité de soins ambulatoires. Paris: Editions ENSP, 1998. 171 p.

**SINNECKER, H.** General epidemiology. Transl. N. Walker. London: John Wiley & Sons, 1976. 228p.

SOUZA, Léa Cristina Lucas de, ALMEIDA, Manuela Guedes de, BRAGANÇA, Luís, et NASCIMENTO, Luís Renato do. **Bê-a-bá da Acústica Arquitetônica: ouvindo a Arquitetura**. 1ª Edição. L.C.L.de Souza. Bauru, São Paulo, 2003. 149 p.il.

VERDERBER, Stephen; FINE, David J. **Healthcare architecture in an era of radical transformation**. London: Yale University Press New Haven and London, 2000. 403 p.

ABNT NBR 10151:2019. Acústica- Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações *Acoustics- Sound pressure levels of indoor environments*, 2017. 22p. Disponível em: [www2.uesb.br/biblioteca/wp-content/uploads/2022/03/ABNT-NBR10152-ACÚSTICA-NÍVEIS-DE-PRESSÃO-SONORA-EM-AMBIENTES-INTERNOS-E-EDIFICAÇÕES.pdf](http://www2.uesb.br/biblioteca/wp-content/uploads/2022/03/ABNT-NBR10152-ACÚSTICA-NÍVEIS-DE-PRESSÃO-SONORA-EM-AMBIENTES-INTERNOS-E-EDIFICAÇÕES.pdf). Acesso em: 03 nov. 2022.

ABNT NBR 10152:2017 - Níveis de ruído para conforto acústico.

ABNT NBR 12179:1992- Tratamento acústico em recintos fechados.

ABNT NBR 15575-1:2021- Edificações Habitacionais - Desempenho - Parte 1: Requisitos Gerais, 2013. 71p. disponível em: <https://pt.scribd.com/document/296989683/NBR-15571-1-2013-Edificacoes-Habitacionais-Desempenho-Parte-1-Requisitos-Gerais>. Acesso em: 3 nov. 2022.

ABNT NBR 15575-4: 2021- Edificações habitacionais - Desempenho Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE

ABNT NBR 16425-1: 2016- Acústica – Medição e avaliação dos níveis de pressão sonora provenientes de sistemas de transporte- Parte 1: Aspectos gerais

Agencia Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução – RDC nº 50**. 21 de fevereiro de 2002.

Brasília. **Conforto ambiental em estabelecimentos assistenciais de saúde**. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária. 1ª Ed. 2014.

Sites:

Imagem UFAL- <https://g1.globo.com/al/alagoas/noticia/ufal-abre-concurso-publico-para-tecnico-administrativo-nos-niveis-medio-e-superior.ghtml>