

## Como a arquitetura pode estimular o autista por meio da reverberação sonora?

### *How architecture can stimulate autistic through sound reverberation?*

Helena Rodi Neumann, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.  
[helena.neumann@ufms.br](mailto:helena.neumann@ufms.br)

121

Larissa Akemi Silva Miyashiro, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.  
[larissaakemi0009@gmail.com](mailto:larissaakemi0009@gmail.com)

Larissa Victorino Pereira, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.  
[larissa.vp@hotmail.com](mailto:larissa.vp@hotmail.com)

#### Resumo

Este artigo tem como objetivo buscar maneiras para que a arquitetura, por meio da acústica, minimize a hipersensibilidade sonora do indivíduo com TEA que, por não processarem os sentidos de forma típica, serão mais afetados pelos ruídos abruptos, agudos ou graves. Os espaços arquitetônicos podem ser qualificados para oferecer uma estimulação gradual aos sons, a partir da escolha adequada da geometria da sala, seus materiais de construção e os revestimentos internos, adequados sempre ao uso de ambiente, mas considerando também como o usuário autista deve sentir o local. Para a qualificação dos espaços, foram estudados tempos de reverberação ótimos para três salas distintas, que se adequem a função e o uso de cada uma delas, a fim de promover uma estimulação gradual e terapêutica. Os resultados obtidos foram discutidos e sintetizados em uma tabela para guiar futuros projetos acústicos que auxiliem no transtorno sensorial auditivo.

**Palavras-chave:** Transtorno do Espectro Autista, Hipersensibilidade, Acústica, Reverberação Sonora, Estimulação Sensorial.

#### Abstract

*This article aims to present ways for architecture, through acoustics, to minimize the sound hypersensitivity of individuals with ASD who, because they do not process the senses in a typical way, will be more affected by abrupt, high-pitched or low-pitched noises. Architectural spaces can be qualified to offer a gradual stimulation to sounds, starting from the adequate choice of room geometry, its construction materials and internal coatings, always suitable for the use of the environment, but also considering how the autistic user must feel the local. For the qualification of spaces, optimal reverberation times were studied for three different rooms, which suit the function and use of each one of them, in order to promote a gradual and therapeutic stimulation. The results obtained were discussed and synthesized in a table to guide future acoustic projects that help in auditory sensory disorder*

**Keywords:** *Autistic Spectrum Disorder, Hypersensitivity, Acoustics, Sound Reverberation, Sensory Stimulation.*





## Introdução

O TEA, isto é, o Transtorno do Espectro Autista afeta o desenvolvimento neurológico em diferentes níveis de comprometimento. Os autistas possuem transtornos sensoriais (AYRES, 1972), ou seja, não conseguem captar as informações de um ambiente de forma conjunta, demonstrando dificuldade em apresentar uma resposta adaptativa. Tal fator compromete a comunicação, o comportamento e a socialização (GRANDIN, PANEK, 2015).

A percepção do ambiente acontecerá pelos sentidos aristotélicos: a visão, a audição, o tato, o paladar e o olfato; além dos definidos por Ayres (1972): o vestibular e o proprioceptivo. Os autistas tendem a processar esses sentidos com maior sensibilidade do que os neurotípicos, sendo a auditiva a mais recorrente (GRANDIN, PANEK, 2015). À vista disso, nesse artigo será discorrido especificamente a hipersensibilidade sonora.

Portanto, as pessoas do TEA demonstram vulnerabilidade aos ruídos, principalmente, àqueles agudos, graves ou em ambientes com alta reverberação (NEUMANN, 2017). As principais consequências corporais quando expostos a estes serão no comportamento, de acordo com Kanakri (2017): o desequilíbrio do estímulo sonoro, falas e movimentos repetitivos ou estereotipados; a ação de tapar os ouvidos; o tempo de resposta mais longo; e o estresse exteriorizado através de gritos e reclamações, sintomas de um desequilíbrio emocional.

Em contrapartida, o som também poderá ser benéfico, por exemplo, quando for proveniente da natureza, como o ruído da água e o farfalhar da vegetação. Já que o som é muito mais interior, incorporador e onidirecional, ele estrutura a experiência e o entendimento do espaço (PALLASMAA, 1996). Com isso, a arquitetura pode ser ouvida por meio de formas e materiais que reverberam de maneiras distintas (RASMUSSEN, 1986). O espaço funciona como um grande instrumento, que coleciona, amplia e transmite sons (ZUMTHOR, 2006). J. W. Blackdiz, inclusive, que uma reverberação lenta pode fazer com que a leitura também desacelere (HALL, 1966).

Ao entender os mecanismos desse distúrbio e as consequentes necessidades do usuário autista, esse ambiente pode ser projetado favoravelmente para alterar a entrada sensorial e talvez modificar o comportamento autista ou, pelo menos, criar um ambiente propício ao desenvolvimento e aprendizado de habilidades (MOSTAFA, 2008, p.191, tradução livre).

Dependendo da sensibilidade de cada indivíduo, os sons poderão ser estimulantes ou tranquilizantes. Enquanto alguns buscarão por esses estímulos, outros se retrairão. Ou seja, apresentarão comportamentos distintos diante de um mesmo estímulo sensorial que potencialmente dificultará sua vida cotidiana. Por isso, é necessário estimular os sentidos dos autistas, por meio de ambientes contrastantes, para facilitar o costume aos diferentes cenários sensoriais (MOSTAFA, 2014, p.145).

A vigente pesquisa apresentará como o espaço arquitetônico pode estimular de forma intencional e gradual o usuário autista, a fim de apresentar um viés terapêutico, e colaborar com o processo de estimulação sensorial sonoro, facilitando a aceitação dos diferentes sons do cotidiano.



O enfoque será dado aos contrastes sensoriais possíveis pela variação intencional do tempo de reverberação sonora, em segundos, em ambientes internos, a fim de ampliar o repertório de estímulos dos autistas.

### **Fundamentação teórica: Acústica & Autismo**

O som é a “vibração das moléculas do ar que se propagam a partir de estruturas vibrantes, mas nem toda estrutura que vibra gera som” (BISTAFA, 2006, p.5). Ele parte de uma fonte sonora, se propaga em um meio e chega ao receptor auditivo, o ouvido humano.

No caso dos autistas, o receptor receberá o som da mesma forma que as pessoas neurotípicas, porém essa informação será processada pelo cérebro de forma diversa, muitas vezes fragmentada (GRANDIN, PANEK, 2015). Tornando mais difícil que eles apresentem uma resposta adaptativa ao meio em que estão inseridos (MOSTAFA, 2014) e, isso, poderá impactar no seu físico e emocional.

Os indivíduos com TEA podem ser hipersensíveis ou hipossensíveis em relação ao som (NEUMANN, MIYASHIRO, PEREIRA, 2021). Os hipersensíveis são aqueles que se retraem diante de sons abruptos ou intensos. Enquanto os hipossensíveis buscam explorar o estímulo. Vale ressaltar, que suas reações variam de uma pessoa para outra (NEUMANN, 2017).

Quando um som é incomodativo, é comumente chamado de ruído. Entretanto, o ruído nem sempre é negativo já que, de acordo com LaBelle (2010, xxiii), ele é de fundamental importância para a vitalidade e segurança de um espaço:

O ruído pode ser compreendido como um registro da vitalidade espacial dentro da esfera cultural e social: o ruído traz consigo a expressividade da liberdade, especialmente quando localizado na rua, à vista de todos, e dentro do espaço público; este pode se configurar como um elo comunicacional, permitindo a passagem de mensagens, muitas vezes difíceis e desafiadoras; e em sua ilimitação, tanto preenche quanto problematiza a socialidade dos espaços arquitetônicos, concedendo-lhe o movimento dinâmico e energia temporal.

A seguir, conceitos básicos de acústica serão apresentados para auxiliar no entendimento da proposta do artigo. Todo som parte de uma fonte sonora. A Potência (P) está diretamente ligada à emissão e corresponde a energia liberada por unidade de tempo, expressa em *watts* (NEUMANN, 2014). Essa energia que irá conduzir as ondas sonoras de pressão e descompressão.

O som se propaga no meio em ondas. Cada uma dessas, será um ciclo após concluir seu ápice negativo e positivo. A duração desse ciclo, em segundos, será chamada de Período (T) da onda (NEUMANN, 2014).

A amplitude é chamada de Intensidade (I), caracterizada pela variação de pressão do meio de propagação. Essa é obtida por meio da potência sonora e sua distância do receptor, propagada por unidade de superfície, a qual toma o nome de ‘intensidade energética’ (COSTA, 2003), conhecida pelo senso comum como o aumentar e o diminuir o “volume” da música.

Vale ressaltar que, a quantidade de ciclos a cada período corresponde a Frequência Sonora (f), em Hertz (Hz) (NEUMANN, 2014). Assim, a frequência classificará os sons em altura, sendo os agudos, acima de 2.000 Hz; os médios, no intervalo entre 2.000 e 250 Hz; e os graves,

abaixo de 250 Hz (NEUMANN, 2014).“Dá-se o nome de frequência de uma onda sonora ao número de vibrações completas executadas pela mesma em um segundo.” (COSTA, 2003)

As normas ABNT NBR 10151 e 10152 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020) determinam valores máximos para o nível de decibéis (dB), ou seja, de intensidade sonora, adequados a função de cada ambiente interno ou urbano. Entretanto, a frequência que caracteriza a altura do som, é outro fator de impacto nas sensações humanas, uma vez que o som agudo é mais incomodativo (NEUMANN,2017, p.150).Para o autismo, a altura do som será ainda mais relevante, visto que a sua percepção é mais acentuada nos sons extremos, ou seja, bem agudos ou bem graves.

Por sua vez, o Tempo de Reverberação (TR) é o tempo, em segundos, para o decaimento de 60 dB após a fonte sonora ser interrompida (NEUMANN, 2017, p.172). A norma ABNT NBR12179 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992) se refere ao tratamento acústico em recintos fechados e traz uma tabela de referência para tempos ótimos de reverberação, considerando a função, o uso de ocupação e o volume da sala, como mostra a Figura 1. Nela, também estão destacados os tempos de reverberação obtidos nas três salas utilizadas como estudos de caso nesta pesquisa, demonstrando que estas apresentam ambiências sonoras contrastantes.

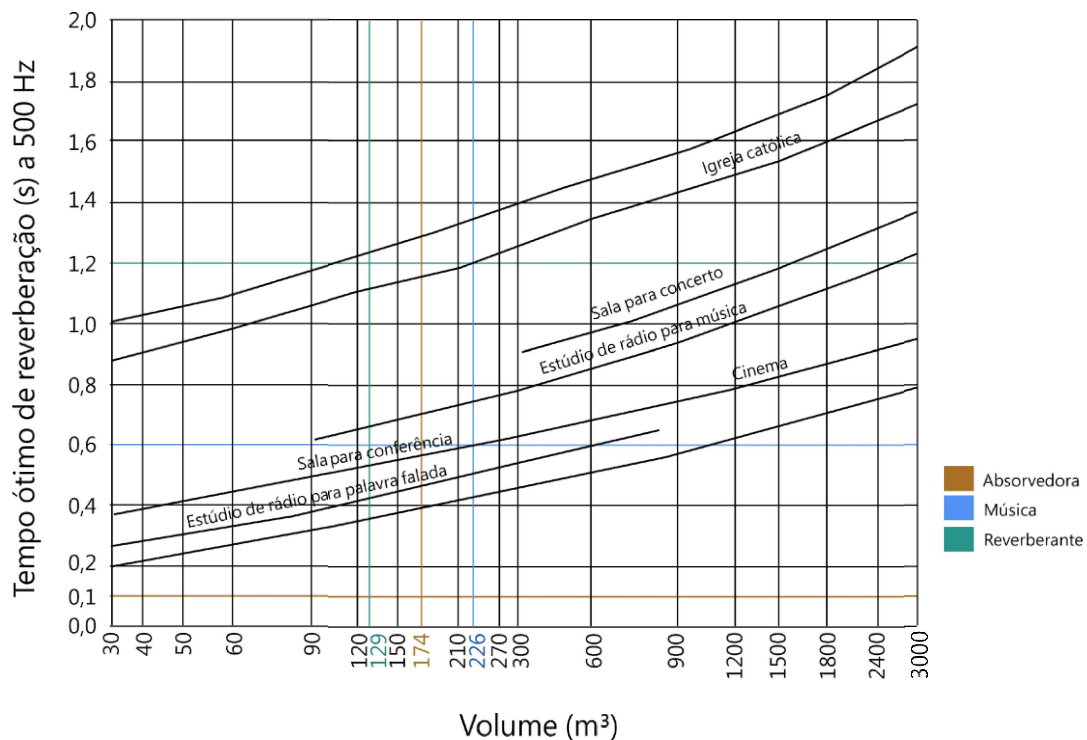


Figura 1 – Tempo Ótimo de Reverberação Fonte: Adaptado de NBR 12179, 1992.

A equalização sonora do espaço refere-se ao equilíbrio de materiais fonoabsorvedores e isolantes, a fim de atingir um tempo de reverberação adequado. Nas salas de música, por exemplo, é indicado a aplicação de ambos materiais de revestimento de forma planejada para garantir uma percepção sonora de qualidade. Os autistas hipossensíveis, especialmente, ficarão muito incomodados em ambientes que apresentem tempo de reverberação elevado.



Outrossim, os autistas tendem a gritar mais em ambientes fechados, devido a sua característica reverberante, sendo necessário uma maior quantidade de materiais fonoabsorvedores, com o intuito de minimizar os ruídos e ajudar a impedir as interferências sonoras externas, facilitando a sua concentração nas atividades internas.

À vista disso, os materiais fonoabsorvedores são definidos pelo seu coeficiente de absorção, o qual varia de 0 a 1 (NEUMANN, 2017). Sendo que, quanto mais próximo a 1, maior será a sua taxa de absorção. Estes materiais caracterizam-se por sua porosidade.

Na arquitetura, os mais empregados são a lã de rocha, mineral e de vidro, que podem ser utilizadas no interior das vedações, como em paredes duplas, em um esquema de massa-mola-massa, ou ainda, como uma camada porosa a materiais perfurados rígidos, como placas de gesso, mdf ou madeira. Já nos cantos das paredes, aonde há maior reverberação de ruídos, emprega-se o *Bass Trap*.

Outro exemplo são as espumas acústicas, que apresentam distintas densidades e espessuras para absorver diferentes frequências sonoras. Podendo ser placas para paredes fixadas por espaçadores não-rígidos acústicos, forros modulares, em nuvem e *baffle*. Além dessas, a espuma poderá ainda ser jateada diretamente à superfície.

Os materiais isolantes, em contrapartida, apresentam superfícies mais lisas e rígidas e são refletores sonoros de um ambiente. Os principais serão o concreto; o gesso; o revestimento frio como cerâmica e porcelanato; o ladrilho hidráulico; o espelho; e o cimento polido.

Os difusores, por sua vez, possuem diferentes inclinações de sua superfície ou ornamentos para espalhar o som uniformemente pelo espaço. Normalmente, são confeccionados por materiais isolantes. Apresentam diversos tamanhos e formas, como painéis, difusores acústicos bidimensionais e placas difusoras.

Em suma, foram apresentados alguns conceitos de acústica e características do som para os autistas, os quais servirão como base para a compreensão das diretrizes de projeto para o Transtorno do Espectro Autista, a serem apresentadas adiante.

### **Diretrizes de Projeto Acústico para o Autista**

A partir das diretrizes de projeto do artigo sobre “Arquitetura Sensível ao Autista” (NEUMANN, MIYASHIRO, PEREIRA, 2021), a proposta desta pesquisa foi relacionar quais parâmetros poderiam beneficiar o conforto acústico deste mesmo público. Ademais, o objetivo foi trabalhar com ambientes para a estimulação sonora: uma sala para ensino de dança e música; e duas salas de contraste sensorial, sendo uma reverberante e outra altamente absorvedora. Porém, a estimulação precisava obrigatoriamente ser gradual e não hostil aos autistas.

Deste modo, diretrizes foram estabelecidas para os projetos arquitetônicos das salas em questão. Algumas diretrizes serão benéficas para qualquer projeto acústico, enquanto outras são especificamente para atender os autistas. É importante ressaltar que, mesmo as soluções que beneficiam todos os públicos, como o isolamento sonoro da envoltória, devem ser mais rigorosas quando aplicadas aos usuários com transtorno sensorial e hipersensibilidade sonora.

A seguir, na Figura 2, serão apresentadas as diretrizes de projeto acústico aos estudos de caso em questão.

<b>Diretrizes gerais aplicadas ao autista</b>	<b>Diretrizes específicas ao autista</b>
O isolamento acústico da envoltória (paredes externas e cobertura) impede o incômodo por ruídos externos, mais agressivos ao autista, tirando a concentração e gerando desequilíbrio emocional.	O controle de ruídos em salas para autistas deve ser feito considerando a análise do espectro de frequências. Alguns autistas tem o costume de gritar, e o controle de frequência deve considerar esta fonte sonora.
As salas devem apresentar uma distribuição homogênea de sons, para evitar variações de estímulos quando alterada a posição da pessoa na sala. Esta diretriz pode ser obtida com o desenho de inclinações de forro e escolha de revestimentos internos.	Antes da sensibilização sonora audível, nas salas de música, os autistas podem ter contato com um piso vibrante, com as mesmas músicas, para um estímulo gradual.
As salas para música devem ter um equilíbrio sonoro de frequências, obtido por meio de revestimentos específicos em pisos, paredes e forros.	Sinais luminosos podem antecipar sons abruptos, para que se tornem menos incomodativos. Assim, cada sala pode ter um interruptor para acender uma luz vermelha, que pode ser acionada pelos alunos em caso de qualquer desconforto (sonoro e outros).
As caixas de som não devem ser posicionadas nos cantos das salas, local que aumenta a reverberação e as distorções sonoras. O autista deve evitar ficar ou sentar nestes locais.	Nas salas com música, é necessário deixar o controle de intensidade sonora acessível a todos os usuários autistas, para que estes possam ter controle sobre o estímulo, evitando o desconforto.
As salas que tiverem espelho, superfícies altamente refletoras do som, devem apresentar fechamento por cortinas quando não estiverem sendo utilizados.	Os pisos e paredes, até a altura dos ombros (altura mínima: 1,20m), devem apresentar manta resiliente para conter as vibrações, muito incomodativas aos autistas.
Os cantos das salas são propícios para a ocorrência de distorções sonoras. Para isso é necessário: chanfrar os cantos; utilizar o Bass Trap (espumas triangulares que ‘anulam’ os cantos e controlam os ruídos graves); ou as salas devem apresentar uma geometria em formato de “caixa de sapato”, ou seja, o comprimento deve ser duas vezes a largura, e não apresentar paredes paralelas, para evitar distorções sonoras.	As salas devem apresentar mais materiais absorvedores às altas frequências que o convencional, uma vez que os autistas tendem a gritar em tons agudos.  As salas podem apresentar cabines macias e fones de ouvido com cancelamento de ruídos (para barrar os sons externos), com o intuito de funcionar como um canto para o retorno do equilíbrio emocional.

Figura 2 – Diretrizes de projeto acústico Fonte: NEUMANN, MIYASHIRO, PEREIRA, 2021.



As diretrizes de projeto relacionadas acima foram traduzidas em projeto arquitetônico nas três salas escolhidas como estudos de caso, que serão descritas posteriormente. Portanto, a proposta é demonstrar como as diretrizes podem, de forma prática, serem executadas para qualificar os espaços utilizados por usuários autistas, empregando, assim, o projeto arquitetônico como potencializador no processo de terapia de integração sensorial.

## Método

127

Parte-se da hipótese que é possível utilizar o Tempo de Reverberação Sonora como fator para proporcionar distintas estimulações em salas com usos diferentes, mas todas voltadas a sensibilizar os indivíduos com o transtorno do espectro autista, considerando o transtorno sensorial aos sons característico destes usuários.

Esta hipótese será analisada de acordo com o método hipotético-dedutivo Popperiano. Neste método define-se problemas a partir dos quais serão elaboradas conjecturas, soluções ou hipóteses a serem testadas na ‘técnica de falseamento’, definida por Popper, que consiste em um teste de experimentação ou análise de dados, os quais irão corroborar ou reputar a teoria (POPPER, 1975).

A hipótese será aplicada a estudos de caso para testagem. Estes remetem a questões do tipo “o quê” e devem incluir o propósito da exploração e os critérios para atingir a sua finalidade (YIN, 2001). Nessa pesquisa, três salas foram escolhidas para testagem: uma sala de música e dança e duas salas contíguas de contraste de estimulação sensorial auditivo. Estas salas fazem parte de dois projetos arquitetônicos voltados a atender frequentemente o público autista, um centro de terapias em Campo Grande (MS) e um centro cultural em São Paulo (SP).

Inicialmente, apresentou-se conceitos básicos da acústica arquitetônica. Ainda na fundamentação teórica, descreveu-se com mais profundidade a ocorrência da hipersensibilidade sonora nos indivíduos com TEA, e a importância específica para a reverberação sonora.

Elencou-se, então, as diretrizes projetuais voltadas ao conforto acústico para usuários autistas. Em seguida, as salas dos estudos de caso serão apresentadas, inclusive demonstrando detalhes técnicos de projeto, a especificação de materiais de revestimento ideais e seus respectivos coeficientes de absorção sonora. De cada sala analisada, é realizado o cálculo de equalização e determinação previewal do Tempo de Reverberação Interno (TR) em segundos.

As três salas serão então comparadas em relação ao seu volume, altura do pé direito, metragem quadrada da superfície interna, porcentagem de materiais absorvedores nas superfícies internas, tempo de reverberação calculado para 250Hz, 500Hz, 1.000Hz e 2.000Hz, comparando o desempenho do ambiente com e sem tratamento acústico e, por fim, será proposto o cálculo de um coeficiente entre o Tempo de Reverberação à 500Hz dividido pelo volume da respectiva sala, a fim de comparar os três ambientes distintos.

Chegando, assim, aos resultados de como é possível desenvolver projetos arquitetônicos com o objetivo de oferecer diferentes sensações sensoriais no interior das salas, com o intuito de contribuir para a estimulação sensorial gradual dos usuários autistas, e assim, melhorar sua qualidade de vida. Acredita-se que esta pesquisa poderá ser utilizada como consulta para pesquisadores e demais projetistas que objetivam elaborar projetos para este público.

### Estudos de Caso

O primeiro estudo de caso é o Centro Integrado de Autismo, um espaço de apoio voltado para atender crianças com Transtorno do Espectro Autista em Campo Grande, Mato Grosso do Sul (MIYASHIRO, 2021). Como objeto de estudo, escolheu-se a sala de Música (Figura 3) que fica situada no bloco Terapêutico Artístico. Com ela, o intuito é alcançar o equilíbrio sonoro por meio de materiais que absorvem e reverberam e, assim, proporcionar uma estimulação equilibrada e gradual para as crianças com hipersensibilidade sonora.



**Figura 3 – Perspectiva sala de Música** Fonte: MIYASHIRO, 2021.

Já o segundo estudo de caso é um Centro Cultural direcionado ao espectro autista que fica próximo à estação de metrô Santana, na zona norte de São Paulo (PEREIRA, 2021). Nele, destaca-se a sala de Contraste, composta pelas salas Absorvedora e Reverberante (Figura 4). O contraste é buscado através de duas pequenas salas adjacentes com tempo de reverberação contrastantes, sendo uma altamente absorvedora e, a outra, altamente reverberante. Assim sendo, ambos estudos de caso adotaram medidas para atender às necessidades sonoras dos autistas, alcançando a acústica adequada à cada função.



**Figura 04 – Perspectiva salas de Contraste** Fonte: PEREIRA, 2021.





A geometria da sala, ou seja, seu formato, influencia como o som reverbera no ambiente (RETTINGER, 1968). Dessa forma, no caso da sala de Música e na sala Absorvedora adotaram-se paredes inclinadas, para evitar a deformação sonora causada pelo paralelismo (BISTAFA, 2006). Enquanto na sala Reverberante, as paredes são ortogonais para potencializar a distorção do som, devido a reverberação cruzada.

Nos painéis de revestimento das paredes e dos forros também se empregou estratégias distintas em cada espaço. Na sala Absorvedora há predominância de materiais porosos; na Reverberante, materiais rígidos; e na sala de Música, há um equilíbrio de ambos os materiais, buscando a equalização sonora.

Devido a tendência dos autistas a se apoiarem nas paredes por conta da dificuldade na coordenação motora, na sala de Música, procurou-se atenuar seu contato com as vibrações da estrutura por meio do emprego de um piso vinílico acústico, que se estende até 1,50m das paredes. Já nas salas Absorvedora e Reverberante, o piso é de chapa metálica para elevar onível, permitindo que a camada inferior seja revestida de espuma, para absorção, e de porcelanato, para reflexão.

Além disso, estratégias de comunicação visual foram adotadas em ambos projetos, como iluminação, interruptor e sinalizador para facilitar a interação dos autistas. Visto que eles apresentam dificuldades de lidar com estímulos repentinos e na comunicação, além de que 30% deles não são verbais (SCHWARTZMAN; ARAÚJO, 2011).

Ademais, foram propostas poltronas individuais que funcionam como um espaço de fuga para os usuários autistas, pois estes necessitam de um refúgio para reequilibrar o seu físico e emocional, devido a sua hipersensibilidade sensorial.

Cada poltrona funciona como um “abraço”, como referência às experiências de Temple Grandin (GRANDIN, PANEK, 2015), um espaço aconchegante e almofadado, capaz de absorver parte do som, e ainda ganha fones canceladores de ruídos para fortalecer o silêncio.

Na sala de Música há um palco para a realização de atividades musicais que irão desenvolver os sentidos vestibular, proprioceptivo e tátil dos autistas. Próximo a ele, foi proposto um grande espelho que poderá ser coberto quando não estiver em uso, para evitar reflexões sonoras em excesso. Também há uma estante para guardar os materiais e os sapatos das crianças. Tais atividades de integração sensorial podem ser beneficiadas neste espaço, permitindo, por exemplo, que elas dançam descalças no palco e sintam a vibração da música através do tato, com os pés no tablado de madeira.

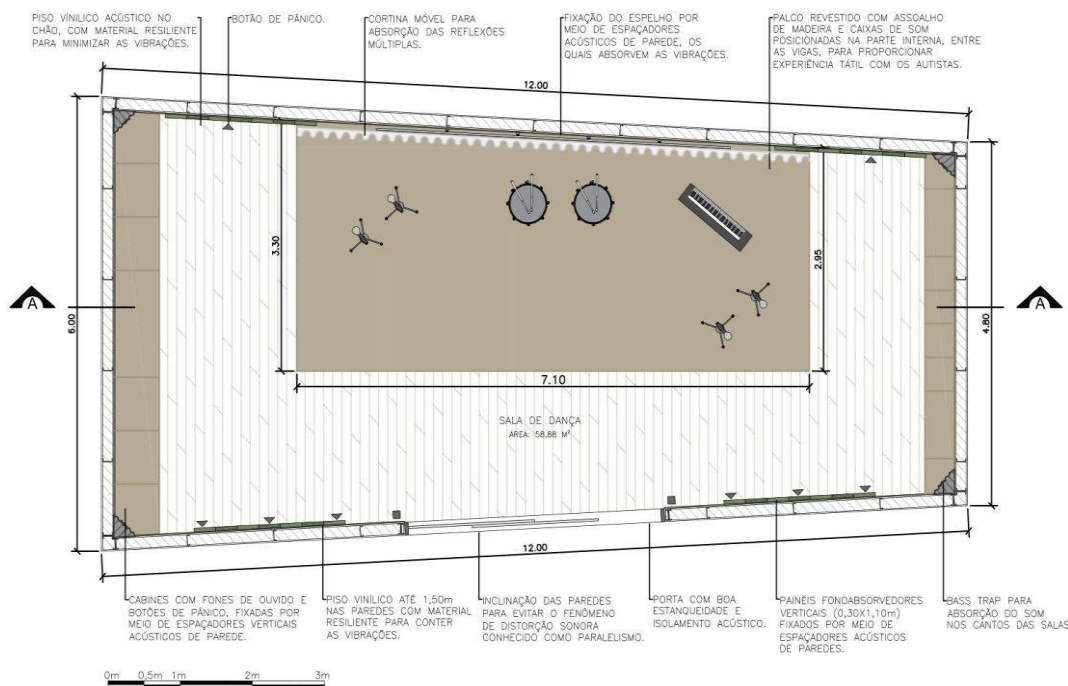
Já nas salas Absorvedora e Reverberante, um mobiliário dinâmico foi implantado no centro de cada espaço para promover a convivência dos usuários enquanto eles experimentam a acústica proposta, explorando, assim, o contraste sensorial e permitindo criar um repertório que aprimorará o sentido auditivo.

### **Aplicações projetuais das diretrizes ao Autista**

A fim de verificar a hipótese central, a seguir serão apresentados os projetos arquitetônicos, ambos direcionados para o público autista. O foco deste artigo é a qualificação acústica da

arquitetura, com o objetivo de potencializar a experiência sensorial sonora, com isso, serão explicadas formas de se atingir os objetivos pretendidos.

No que diz respeito ao formato da sala, as dimensões ideais para o comportamento do som seguem as proporções de uma “caixa de sapato” (NEUMANN, 2017, p.397), isto é, o comprimento é duas vezes a largura. O formato da sala de Música segue essa configuração, como demonstra a Figura 5, porém, as paredes laterais apresentam uma inclinação de 5% para evitar o fenômeno de distorção sonora conhecido como paralelismo, já que isso pode aumentar a reverberação do som (NEUMANN, 2017, p.429), resultando, assim, em um trapézio.



4 PLANTA BAIXA – SALA DE MÚSICA e DANÇA  
ESC. 1: 75

- LEGENDA**
- PAREDES EM STEEL FRAME.
  - PISO VINÍLICO ACÚSTICO SOBRE MANTA RESILIENTE PARA CONTER AS VIBRAÇÕES.
  - PISO VINÍLICO ACÚSTICO ATÉ 1,50m DE ALTURA NAS PAREDES SOBRE MANTA RESILIENTE PARA CONTER AS VIBRAÇÕES.
  - PLACAS ACÚSTICAS VERTICAIS FONDOABSORVEDORAS DE 0,30x1,10m, FIXADAS NAS PAREDES POR MEIO DE ESPAÇADORES ACÚSTICOS.
  - PALCO REVESTIDO COM ASSDALHO DE MADEIRA E CAIXAS DE SOM POSICIONADAS NA PARTE INTERNA, ENTRE AS VIGAS, A CADA 0,90m.
  - ESPELHO FIXADO POR MEIO DE ESPAÇADORES ACÚSTICOS DE PAREDE.
  - CORTINA MÓVEL.
  - BASS TRAP, ESPUMA EM LÃ DE VIDRO RESINADA DE ALTA DENSIDADE EM FORMATO TRIANGULAR.
  - FORRO DE GESSO ACARTONADO DE 0,03m COM ILUMINAÇÃO E CAIXAS DE SOM EMBUTIDAS.
  - ESPUMAS ACÚSTICAS SEMIRRÍGIDAS (0,05x0,60x0,60) DE ESTRUTURA MICROCELULAR, FIXADAS POR MEIO DE AMORTECEDORES ACÚSTICOS DE TETO.
  - PLACAS DE GESSO ACARTONADO DE 0,03m COM PARCELA SUPERIOR EM LÃ MINERAL DE 0,03m.
  - AMORTECEDORES ACÚSTICOS DE TETO.
  - BOTÃO PARA INFORMAR PÂNICO.
  - DIMMER PARA O CONTROLE DE VOLUME DO SOM.
  - MOBILIÁRIOS EM MDF NA COR SAVANA DA GUARARAPES.

Figura 05 – Planta baixa da sala de MúsicaFonte: MIYASHIRO, 2021.

Em contrapartida, no Centro Cultural, a configuração acústica foi extrapolada para dois limites. Na sala Absorvedora adotou-se o formato que menos permite reflexão do som, um trapézio de inclinação aguda, que não tem paredes paralelas. Na sala Reverberante, por sua vez, um quadrado equilátero potencializa a reflexão cruzada dos sons.

Além disso, criou-se duas antecâmaras no sentido longitudinal das salas que funcionarão como uma ‘chicana’, como pode ser visto na Figura 6, isto é, dois corredores, com revestimento absorvedor, que tem como função atenuar os sons que entram quando as portas de acesso, que possuem bom isolamento e estanqueidade acústica, posicionadas em suas extremidades forem abertas. (BISTAFA, 2006)

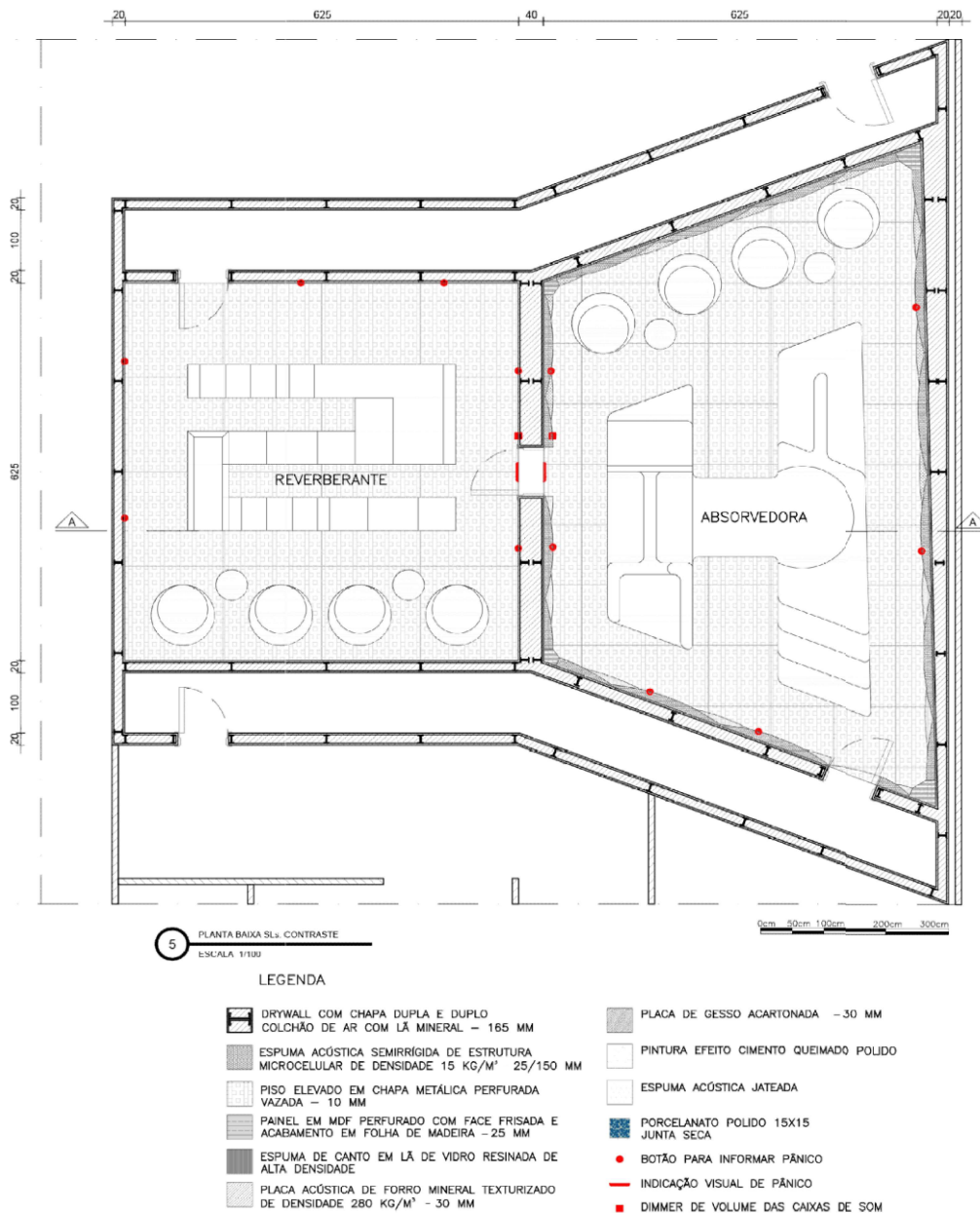
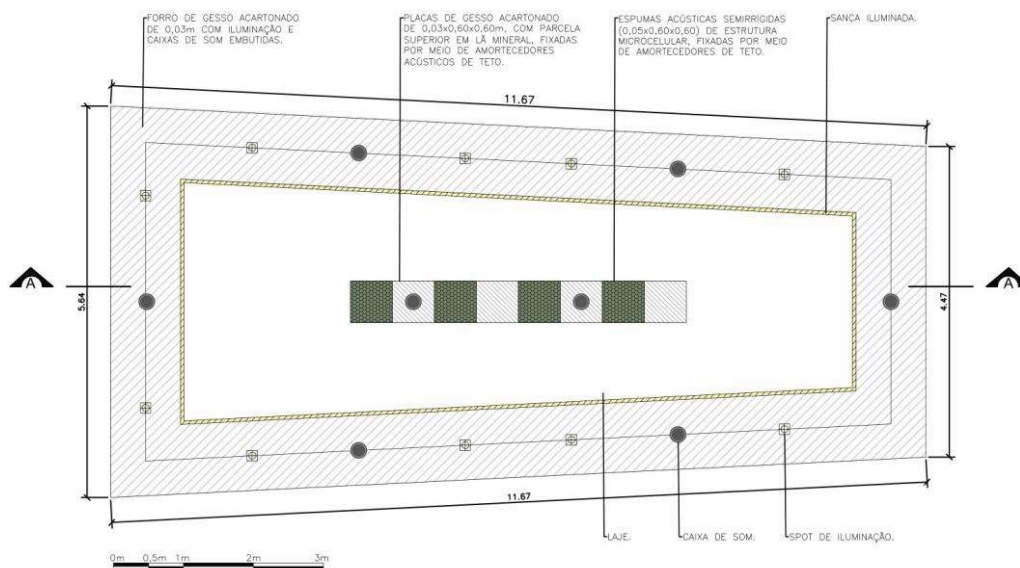


Figura 6 – Planta baixa das salas de Contraste Fonte: PEREIRA, 2021.

No forro da sala de Música se buscou que metade das superfícies fossem absorvedoras e metade fossem refletoras, a fim de atingir o equilíbrio sonoro, conforme apresenta a Figura 7. Na sanca aberta de gesso, material refletor, foram embutidas as caixas de som e de iluminação.

No canto, o som fica “aprisionado” e sofre reflexões múltiplas até se atenuar e, com isso, não chega as outras partes da sala. Este fato gera um desequilíbrio da percepção daquele som, que é

um grande incômodo para os indivíduos com hipersensibilidade sonora. (NEUMANN, 2017, p.397)

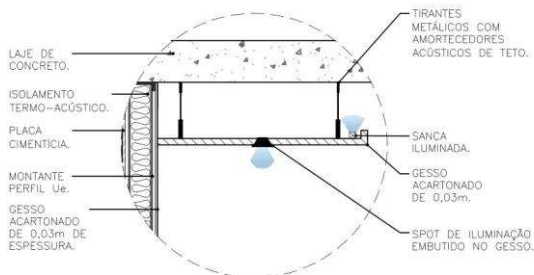


6 PLANTA DE FORRO E LUMINOTÉCNICO – SALA DE MÚSICA e DANÇA  
ESC. 1: 75

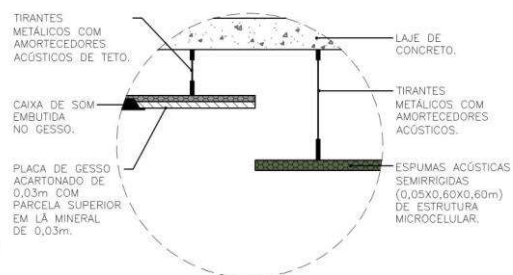
LEGENDA

- FORRO DE GESSO ACARTONADO DE 0,03m DE ESPESSURA COM ILUMINAÇÃO E CAIXAS DE SOM EMBUTIDAS (MATERIAL REFLETOR).
- ESPUMAS ACÚSTICAS SEMIRRÍGIDAS (0,05x0,60x0,60) DE ESTRUTURA MICROCELULAR (MATERIAL FONDOABSORVEDOR).
- PLACAS DE GESSO ACARTONADO DE 0,03m DE ESPESSURA COM PARCELA SUPERIOR EM LÃ MINERAL DE 0,03m DE ESPESSURA.

- AMORTECEDORES ACÚSTICOS DE TETO.
- SPOTS.
- CAIXAS DE SOM.
- FITA DE LED.



6A STEEL FRAME, SANCA E ILUMINAÇÃO  
SEM ESC.



6B FORRO DE GESSO E ESPUMA ACÚSTICA EM NUVEM  
SEM ESC.

Figura 7 – Planta de forro da sala de Música Fonte: MIYASHIRO, 2021.

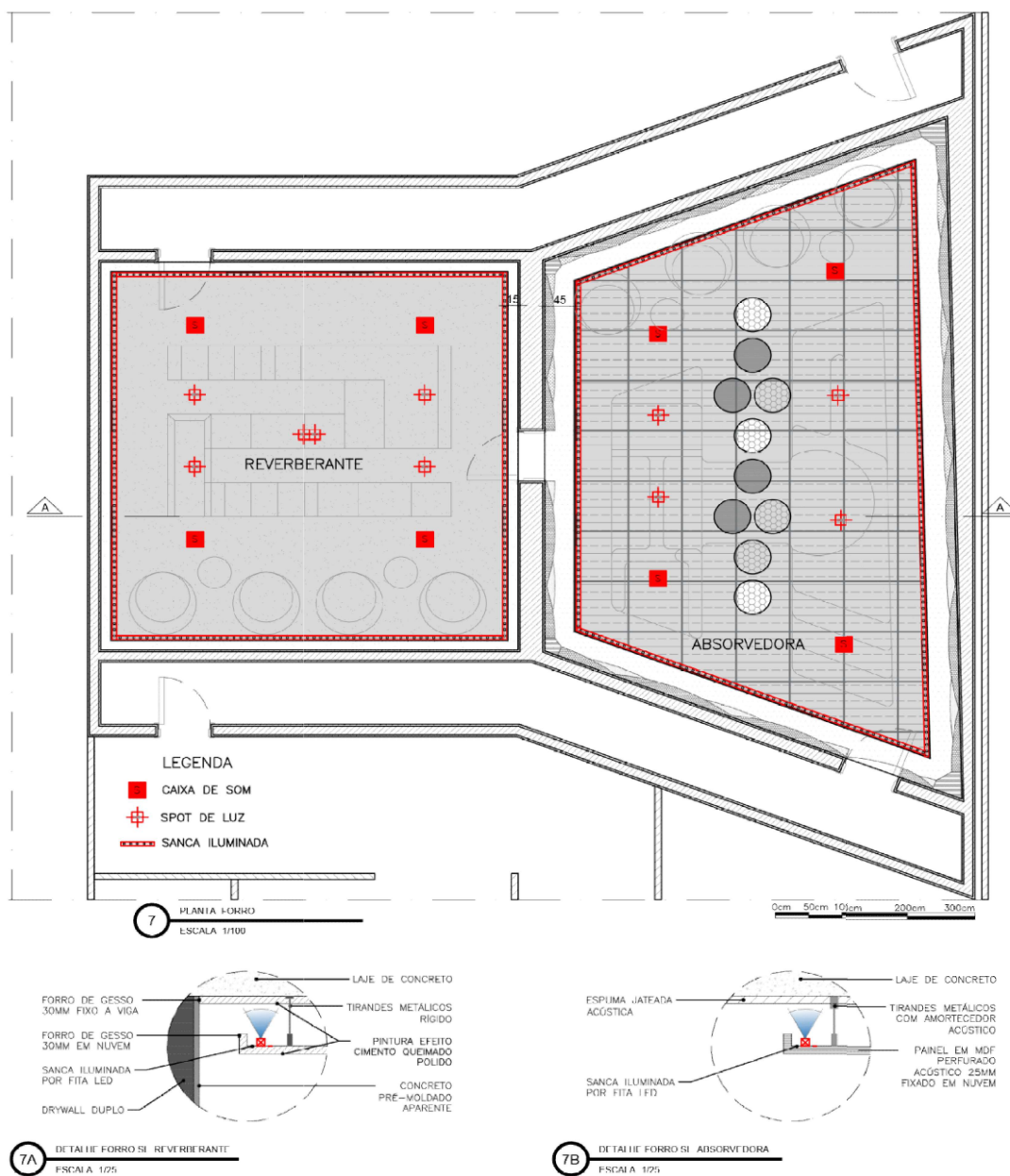
À vista disso, 6 caixas de som e 10 *spots* de iluminação foram posicionados a 50 cm da parede. Ademais, estas caixas de som podem causar vibrações no forro e, por consequência, na estrutura. Para minimizar este problema, se empregou amortecedores acústicos na sua fixação.

Uma sanca aberta, Figura 7, foi utilizada como comunicação visual, isto é, antes do início de qualquer som a sanca iluminará a sala por alguns segundos na cor azul, funcionando como um semáforo de tráfego sonoro intencional. Essa medida é importante para o espectro autista já que

sons abruptos podem assustá-los, e a mera alteração na cor da iluminação, além de prepará-los, pode estimular a interação dos usuários. Tal estratégia foi empregada em ambos os projetos.

Com isso, na parte central da sala de Música, foram propostas 4 placas de gesso com lâ mineral na porção superior intercaladas a 4 placas de espuma acústica, todas com dimensionamento 60x60cm, em nuvem, as quais foram atirantadas por amortecedores acústicos na laje (Figura 7). Ademais, há uma sanca iluminada perimetral em gesso acartonado, onde foram embutidas caixas de som e iluminação.

Na sala Absorvedora, um forro em nuvem de gesso foi suspenso da laje por tirantes amortecedores, afastado em 30 cm das paredes para execução de sanca informativa, como mostra a Figura 8. Na porção superior do forro e na laje, foi aplicado espuma jateada acústica, a fim de aumentar a área de superfície absorvedora da sala.

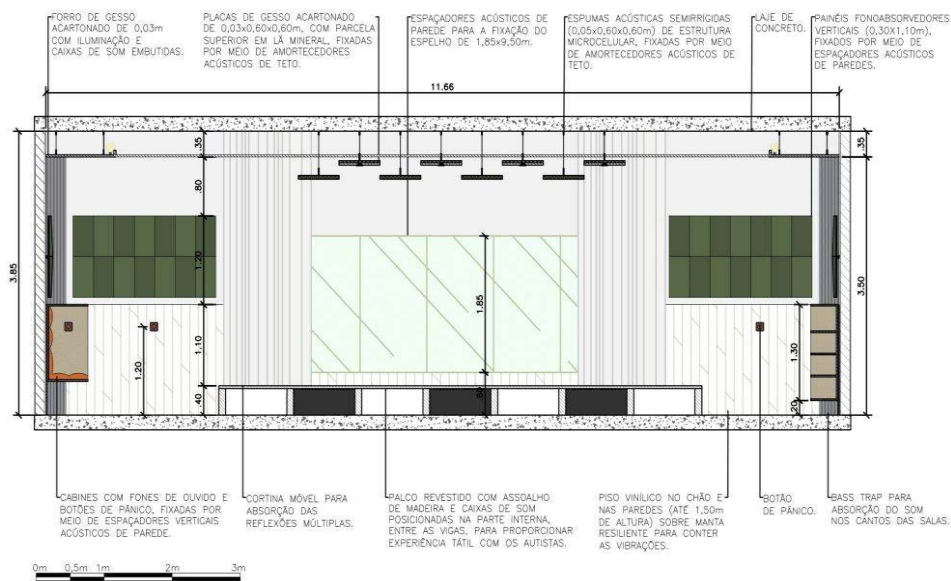


**Figura 8 – Planta de forro da sala de Contraste Fonte: PEREIRA, 2021.**

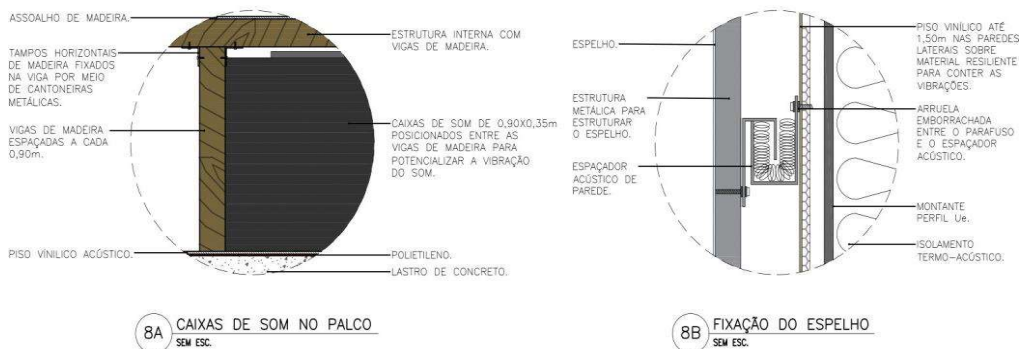
Além disso, neste forro, foram fixadas placas em mdf perfurado com face frisada e acabamento em folha de madeira de 25 mm. Ainda, na porção central, placas circulares de 60 cm de diâmetro em espuma acústica de forro mineral texturizado com densidade de 250 kg/m<sup>2</sup> e 30 mm de espessura foram atirantadas por amortecedores.

Na sala Reverberante, Figura 8, um forro semelhante será suspenso por tirantes fixos, afastados em 15 cm da parede para criação de sanca. Com pintura de efeito de cimentoqueimado polido que, por ser uma superfície lisa, é extremamente refletora. Em ambas as salas, as caixas de som foram dispostas a 120 cm do forro, a fim de evitar a reflexão dos cantos, alcançando um ambiente sonoro mais homogêneo. Os pontos de luz foram dispostos intercalados com as caixas de som.

Na parcela superior das paredes da sala de Música foram propostas espumas acústicas absorvedoras verticais, com diferentes dimensões e tonalidades na cor verde, como ilustra a Figura 9.



8 CORTE A – SALA DE MÚSICA e DANÇA  
ESC. 1:75



8A CAIXAS DE SOM NO PALCO  
SEM ESC.

8B FIXAÇÃO DO ESPELHO  
SEM ESC.

Figura 9 – Corte da sala de MúsicaFonte: MIYASHIRO, 2021.

Enquanto as paredes da sala Absorvedora serão também de espuma jateada, com placas de espuma acústica semirrígida de estrutura microcelular de densidade de 15 kg/m<sup>3</sup> com espessuras em ondas que varia de 25 até 150 mm e foram aplicadas para contemplar da altura dos joelhos à cabeça dos usuários, visto na Figura 10. Estas, foram fixadas na parede por adesivos de base solvente. Para sua conservação, se aplicou uma placa metálica perfurada na frente das espumas que evitará o contato direto com esse material.

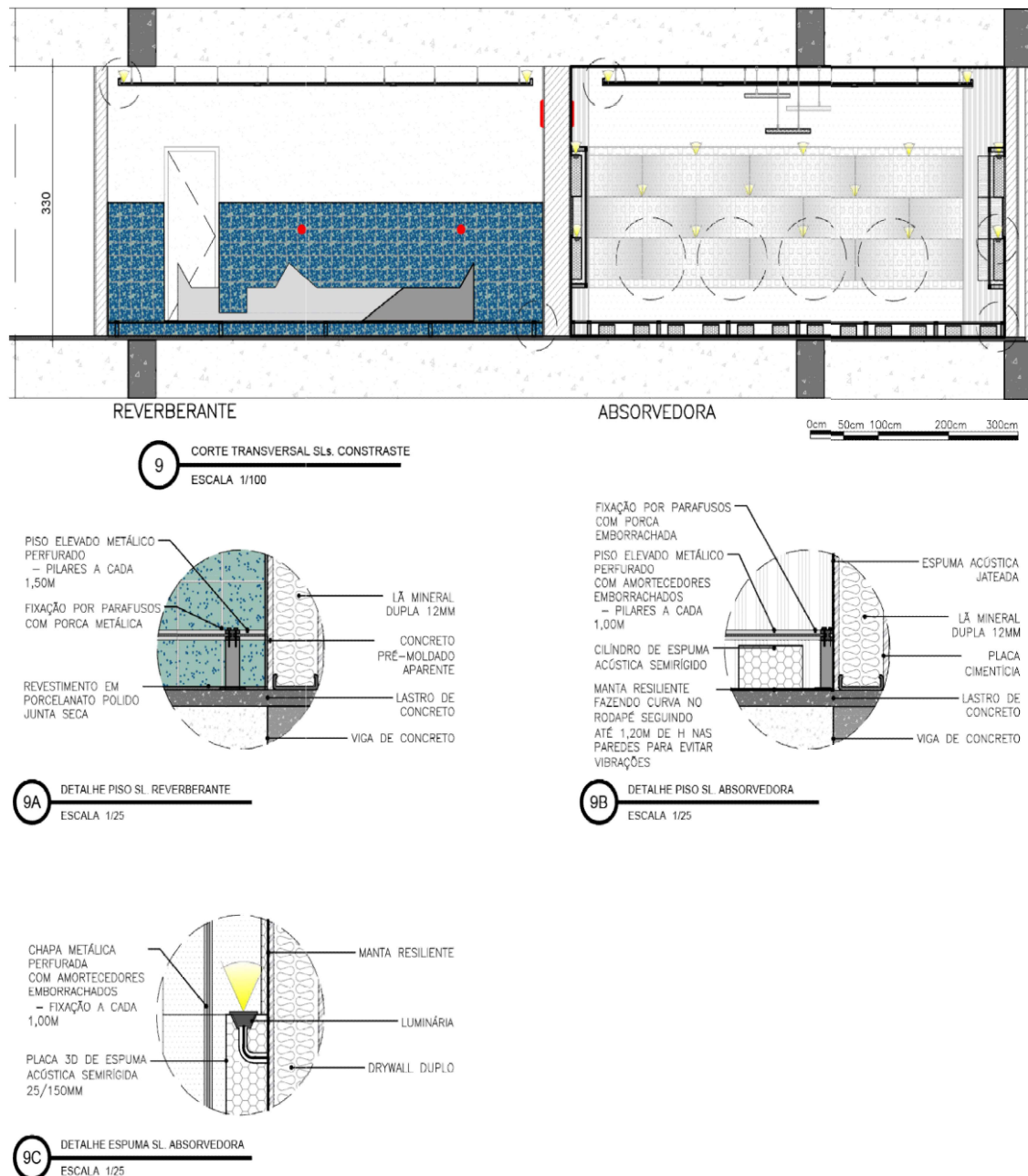


Figura 10– Corte das salas de Contraste Fonte: PEREIRA, 2021.

Nos cantos das paredes da sala Absorvedora e da sala de Música foi aplicado o *Bass Trap*, espuma em lã de vidro resinada de alta densidade em formato triangular, que funciona como uma armadilha à reverberação acentuada comum, como pode ser visto nas Figuras 9 e 10.



Na sala Reverberante, o acabamento em cimento queimado polido foi mantido na porção superior das paredes e porcelanato na inferior, assentado com argamassa convencional, materiais escolhidos devido a sua característica rígida, dura e reverberante.

Para o sistema de piso da sala de Música foi proposta uma manta resiliente de lã de vidro de 50mm no piso, a qual faz a curva do rodapé e estende-se até 1,50m nas paredes. Acima dessa camada há o contrapiso, uma camada de polietileno e, em seguida, o piso vinílico acústico. A estratégia da manta resiliente foi empregada em ambos os projetos para descontinuar as vibrações, para que essas não passem pela estrutura.

O piso das salas de Contraste foi elevado na laje em 20 centímetros para possibilitar a instalação de materiais acusticamente relevantes, como ilustra a Figura 10, na face inferior. A face a ser pisada será em chapa metálica perfurada para permitir que as ondas sonoras cheguem até a face mais baixa. No entanto, a sua fixação será diferente nas duas salas.

Na Absorvedora, os pilares que sustentam o piso metálico têm afastamento de um metro e todas as conexões possuem arruelas emborrachadas. Já na face inferior a espuma acústica é jateada e, acima desta há cilindros de espuma de 13 cm de diâmetro e 15 cm de altura. Por outrolado, na sala Reverberante o afastamento será de um metro e meio, com conexões metálicas rígidas e face inferior em porcelanato.

Nas paredes laterais menores da sala de Música encontram-se as “cabines almofadadas”, pequenos espaços aconchegantes, um refúgio voltado para o retorno do equilíbrio físico e emocional dos autistas, como demonstra a Figura 9. Em cada cabine há um fone de ouvido para minimizar os ruídos externos e um botão de pânico. No outro lado da sala, foram propostos nichos para guardar os sapatos e os materiais utilizados nas atividades. Para a fixação desses mobiliários também se utilizou os espaçadores verticais acústicos de parede.

Para que o som não interferisse nos outros ambientes, foi proposto uma porta com boa estanqueidade e isolamento acústico. Acima dela, há uma luminária que emite luz vermelha quando as crianças acionam o “botão de pânico”. Isso visa auxiliar na interação dos autistas, dado que muitos tem dificuldade em pedir ajuda. Além disso, o *dimmer* posicionado próximo a esta porta permite o controle do som que será emitido neste espaço. Tais estratégias de comunicação visual empregadas tem o intuito de preparar os autistas durante a estimulação sensorial gradual.

No centro da sala de Música foi proposto um palco, como mostra a Figura 9. Um polígono irregular, com uma área de 22,17m<sup>2</sup>. A sua estrutura interna é composta por vigas de madeira, espaçadas a cada 90 cm. Entre as vigas foram colocadas três caixas de som, sendo uma delas um *subwoofer*, de 35cmx90cm. Tal estratégia visa se apropriar das características inerentes do som grave, que é a vibração, para proporcionar experiência tátil com os autistas. Também, este será revestido em assoalho de madeira.

O espelho próximo ao palco, Figura 9, é uma superfície refletora que aumenta o tempo de reverberação do som (NEUMANN, 2017). Por isso, foi utilizada uma cortina móvel em toda a sua extensão. Este apresenta uma estrutura metálica e, para a sua fixação, adotou-se espaçadores acústicos de parede, os quais absorvem as vibrações. Para evitar o contato direto entre os



diferentes materiais há uma arruela emborrachada. Neste palco serão realizadas atividades com instrumentos musicais e de movimentação corporal, a fim de desenvolver os sentidos tátil, proprioceptivo e vestibular das crianças com TEA.

Na sala Absorvedora e na Reverberante, poltronas almofadadas com fone de ouvido com efeito bloqueador foram utilizadas. Além dessas, cada sala contém um mobiliário para permanência que respeita a acústica proposta ao ambiente. Na Absorvedora, em mdf revestido em painel vinílico acústico e estofado e, na Reverberante, em pintura de cimento queimado polido com almofadas. Em todos os mobiliários foram dispostos botões de pânico.

Essas foram as propostas dos estudos de caso apresentados para atender as diretrizes específicas do espectro autista. Agora, serão discutidos os resultados dessas medidas.

### Resultados & Discussão

Com base nos estudos de caso apresentados, se estudou o tempo de reverberação adequado à cada espaço. Na sala de Música do Centro Integr.Aut buscou-se a equalização sonora, isto é, o equilíbrio entre materiais fonoabsorvedores e isolantes. Já no Centro Cultural, o intuito foi criar um contraste sensorial entre as salas Absorvedora e Reverberante, onde na primeira buscou-se atenuar o máximo de ruídos, enquanto, na segunda, prezou-se alcançar o maior tempo de reverberação.

Os cálculos dos tempos de reverberação sem e com tratamento foram realizados a partir dos coeficientes de absorção alfa ( $\alpha$ ), multiplicado pela metragem quadrada de cada superfície interna do ambiente. A partir das informações contidas na Figura 1, acerca dos tempos de reverberação adequados a cada espaço e uso, adotou-se, à 500 Hz: 0,6 segundo para a sala de Música; 0,1 segundo para a Absorvedora; e 1,2 segundos para a Reverberante. Como pode ser visto na Figura 11.



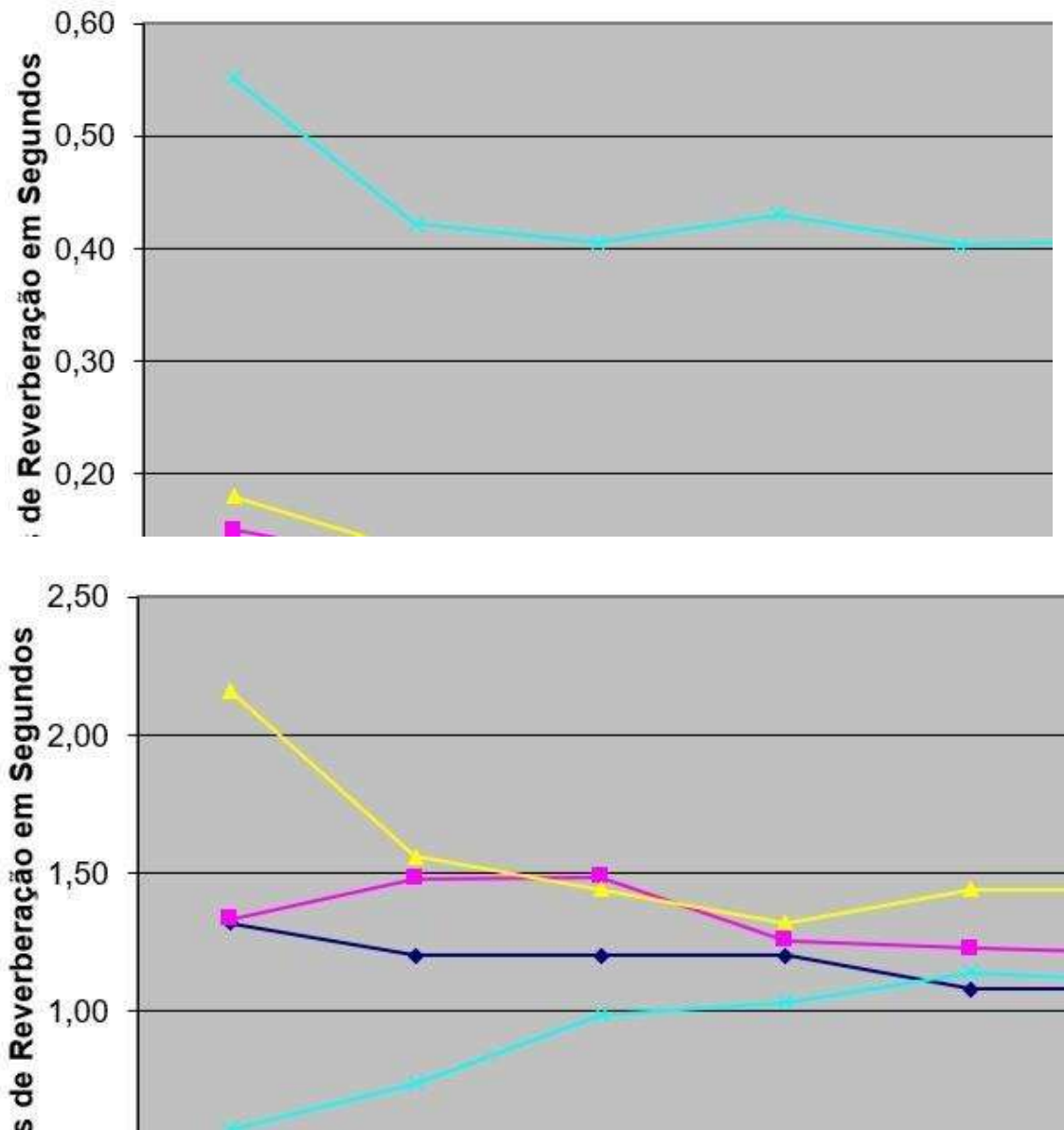


Figura 11 – Tempos de Reverberação da Sala de Música (acima), Absorvedora (meio) e Reverberante (baixo) Fonte: AUTORIA PRÓPRIA, 2022.

O objetivo do projeto arquitetônico é que cada ambiente, já com o tratamento acústico descrito anteriormente e representado nos gráficos pela cor rosa, atingisse um Tempo de Reverberação entre o Tempo Ótimo Mínimo (linha azul escura) e o Tempo Ótimo Máximo (linha amarela). É possível verificar na Figura 11, apresentada acima, que este objetivo foi atingido.

A partir dos três projetos detalhados, a especificação técnica de seus materiais e revestimentos internos, e considerando o objetivo final destes espaços funcionarem para a estimulação sensorial de usuários autistas, os dados levantados nesta pesquisa foram sintetizados na Figura 12 visto a seguir:

PROJETO	CENTRO CULTURAL SENSÍVEL				CENTRO INTEGR.AUT				CENTRO CULTURAL SENSÍVEL			
SALA	ABSORVEDORA				DANÇA				REVERBERANTE			
VOLUME (m <sup>3</sup> )	174,24				226,69				129,03			
PÉ DIREITO (m)	3,3				3,85				3,3			
ÁREA DE SUPERFÍCIE (m <sup>2</sup> )	SEM TRATAMENTO				SEM TRATAMENTO				SEM TRATAMENTO			
	309,4				242,2				234,9			
	COM TRATAMENTO				COM TRATAMENTO				COM TRATAMENTO			
% DE ABSORVEDORES (por área de superfície)	0,3 > α < 0,6 (500 Hz)				0,3 > α < 0,6 (500 Hz)				0,3 > α < 0,6 (500 Hz)			
	6,88%				10,16%				0%			
	α > 0,6 (500 Hz)				α > 0,6 (500 Hz)				α > 0,6 (500 Hz)			
TEMPO DE REVERBERAÇÃO (s)	SEM TRATAMENTO				SEM TRATAMENTO				SEM TRATAMENTO			
	250	500	1000	2000	250	500	1000	2000	250	500	1000	2000
	0,42	0,4	0,43	0,4	3	2,94	2,45	2,58	0,74	0,99	1,03	1,14
	COM TRATAMENTO				COM TRATAMENTO				COM TRATAMENTO			
	250	500	1000	2000	250	500	1000	2000	250	500	1000	2000
	0,12	0,1	0,11	0,12	0,57	0,64	0,63	0,65	1,48	1,49	1,26	1,23
TR(500Hz)/VOLUME (s/m <sup>3</sup> )	COM TRATAMENTO				COM TRATAMENTO				COM TRATAMENTO			
	0,0006				0,0028				0,0115			

Figura 12 – Síntese de Tempos de Reverberação dos Estudos de Caso. Fonte: AUTORIA PRÓPRIA, 2022.

É importante considerar o volume do ambiente no cálculo, visto que, quanto maior ele for, mais alto tenderá a ser o tempo de reverberação do ambiente (RETTINGER, 1968). A exemplo disso, o pé-direito de um espaço irá impactar significativamente no resultado.

Para saber a porcentagem de materiais fonoabsorvedores foram contabilizados aqueles que apresentam coeficientes de absorção entre 0,3 e 0,6 e, depois, maiores que 0,6, como pode ser visto na Figura 12. A vista disso, se notou que a sala com a maior porcentagem foi a Absorvedora, seguida pela Música e, finalmente, a Reverberante.

O cálculo do tempo de reverberação de um ambiente é realizado a partir da área de superfície de cada material empregado pelo seu coeficiente de absorção sonora alfa ( $\alpha$ ). Os coeficientes variarão de acordo com cada frequência, neste caso, utilizou-se como parâmetro as frequências de 250, 500, 1.000 e 2.000 Hz.

Como estratégia projetual, para aumentar a superfície de absorção sonora, afastou-se os painéis das paredes e tetos para criar uma massa de ar. Esta, colaborará para que a parede aumente de espessura, contribuindo para o isolamento das frequências graves que possuem comprimento de ondas maiores. Outro fator é que a face do verso também deverá ser contabilizada na área de superfície, aumentando a área de absorção.

Considerando as especificidades de cada sala, foi calculado um coeficiente para este estudo comparativo. Para isso, dividiu-se o tempo de reverberação, obtido a 500 Hz, pelo volume interno do ambiente. Assim, quanto maior a quantidade de materiais fonoabsorvedores, menor foi o coeficiente obtido. A exemplo disso, os resultados foram: sala Absorvedora:  $6 \cdot 10^{-4} \text{s/m}^3$ ; sala de Dança:  $2,9 \cdot 10^{-3} \text{s/m}^3$ ; sala Reverberante:  $1,15 \cdot 10^{-2} \text{s/m}^3$ .

Portanto, é possível notar que, de forma intencional, as salas estudadas apresentam uma relação crescente do Tempo de Reverberação em 500Hz considerando seu volume, demonstrando que cada sala ofereceria uma experiência sensorial distinta e previsível, a fim de colaborar no processo terapêutico de usuários autistas e criar espaços para estimulação sonora gradual. Salas similares às propostas neste artigo poderiam existir em centros terapêuticos, creches, escolas, universidades, entre outros.



Em suma, as análises realizadas na Figura 12 tem como objetivo demonstrar a aplicação de estratégias projetuais visando diferentes tempos de reverberação, indicados para cada espaço e função, demonstrando como a arquitetura pode potencializar a estimulação sensorial gradual em usuários com TEA.

## Conclusão

É necessário sempre oferecer conforto acústico ao usuário autista, através da redução do nível de intensidade sonora, o controle de frequências muito extremas e adequando o tempo de reverberação à função da sala. Porém, o objetivo principal deste artigo é demonstrar que o espaço arquitetônico pode ter a função de provocar o estímulo sensorial gradual, ajudando no desenvolvimento do costume aos contrastes sonoros, uma vez que os estímulos sensoriais sejam proporcionados progressivamente.

Isto posto, se comprova a hipótese que o projeto arquitetônico pode estimar, por meio de cálculos previsionais, o Tempo de Reverberação resultante após a especificação dos revestimentos internos e suas respectivas metragens quadradas de superfície. E a possibilidade de prever o Tempo de Reverberação possibilita que a arquitetura possa potencializar os estímulos sensoriais de usuários com TEA que utilizam estes espaços. Portanto, a arquitetura pode funcionar como peça fundamental no processo de integração sensorial deste público com diversos graus de transtornos sensoriais, principalmente relacionados aos sons.

A produção arquitetônica contemporânea, com certa frequência, já objetiva estimular os sentidos dos usuários de seus espaços, dependendo do uso. Porém, este artigo demonstrou que esta estimulação sensorial pode também ter fins terapêuticos, com a criação de salas com estímulos sonoros previsíveis e contrastes, que certamente iriam facilitar a integração sensorial para o público autista, evitando, assim, dificuldades cotidianas de lidar com diferentes sons, e por fim melhorando sua qualidade de vida.

Para próximas pesquisas, indica-se novas testagens através de projetos arquitetônicos, detalhamento de soluções construtivas e cálculos previsionais do comportamento do som no interior dos espaços, já relacionando com observações qualitativas dos usuários ao utilizar os mesmos. O relato de suas experiências pode acrescentar ainda mais conhecimento sobre como a arquitetura pode aprimorar sua função terapêutica. Além disso, este artigo teve o foco no sentido auditivo, e outras pesquisas podem seguir com metodologias similares aplicadas ao potencial do projeto arquitetônico de sensibilizar outros sentidos, também de fundamental importância para os autistas.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151: Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10152: Níveis de ruído para conforto acústico**. Rio de Janeiro, 2020.



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12179: Tratamento acústico em recintos fechados - Procedimento**. Rio de Janeiro, 1992.

AYRES, Anna Jean. **Sensory Integration and Learning Disorders**. 1. ed. Western Psychological Services, 1972. p. 1-181.

BISTAFA, Sylvio. **Acústica aplicada ao controle de ruído**. São Paulo: Edgard Blucher, 2006.

COSTA, Ennio Cruz da. **Acústica Técnica**. São Paulo: Edgard Blucher, 2003.

GRANDIN, Temple; PANEK, Richard. **O cérebro autista: Pensando através do espectro**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Record, 2015.

HALL, Edward. **A dimensão oculta**. Coleção A, São Paulo: Martins Fontes, 1966.

KANAKRI, Shireen. **Spaces Matters: Classroom Acoustics and Repetitive Behaviors in Preschool Children with Autism**. American Journal of Pediatrics, v. 3, n. 6, 2017, p. 89-94. Nov, 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/323915990\\_Spaces\\_Matters\\_Classroom\\_Acoustics\\_and\\_Repetitive\\_Behaviors\\_in\\_Preschool\\_Children\\_with\\_Autism](https://www.researchgate.net/publication/323915990_Spaces_Matters_Classroom_Acoustics_and_Repetitive_Behaviors_in_Preschool_Children_with_Autism) Acesso em: 01 nov. 2021.

LABELLE, Brandon. **Acoustic Territories: Sound Culture and Everyday Life**. Berlim, 2010.

MIYASHIRO, Larissa Akemi Silva. **Centro Integr.Aut: Centro de apoio para crianças com Transtorno do Espectro Autista em Campo Grande - MS**. Trabalho final de conclusão de curso. Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2021.

MOSTAFA, Magda. **An Architecture for Autism: Concepts of Design Intervention for the Autistic User**. Archnet-IJAR: International Journal of Architectural Research, 2(1), 189-211, 2008.

MOSTAFA, Magda. **Architecture for Autism: Autism ASPECTSS™ in School Design**. International Journal of Architectural Research: ArchNet-IJAR, 8(1), 143-158. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.26687/archnet-ijar.v8i1.314> Acesso em: 21 nov. 2021.

MOSTAFA, Magda. **The Autism ASPECTSS Design Index**. 2015. Disponível em: <https://www.autism.archi/aspectss> Acesso em: 21 nov. 2021.

NEUMANN, Helena; MIYASHIRO, Larissa; PEREIRA, Larissa. **Arquitetura sensível ao autista: Quais diretrizes adotar?** Estudos em Design, v.29, n.2, 2021, p. 60-77. Disponível em: <https://doi.org/10.35522/eed.v29i2.1210> Acesso em: 21 nov. 2021.

NEUMANN, Helena Rodi. **Projeto acústico para transtornos sensoriais**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2017. Disponível em: <http://tede.mackenzie.br/jspui/handle/tede/3313> Acesso em: 01 nov. 2021.

NEUMANN, Helena Rodi. **Qualidade ambiental urbana: A paisagem sonora da Rua Teodoro Sampaio – São Paulo**. Tese (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo).



Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://tede.mackenzie.br/jspui/handle/tede/346>> Acesso em: 01 nov. 2021.

PALLASMAA, Juhani. **Os olhos da pele: A arquitetura e os sentidos**. 1ª edição, Porto Alegre: Bookman, 2011.

PEREIRA, Larissa Victorino. **Arquitetura dos sentidos: Centro cultural sensível ao espectro autista**. Trabalho final de conclusão de curso. Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2021.

142

POPPER, Karl Raimund. **Conhecimento objetivo: uma abordagem evolucionária**. São Paulo: Itatiaia: EDUSP, 1975.

RASMUSSEN, Steen Eiler. **Arquitetura vivenciada**. São Paulo: Martins Fontes, 1986.

RETTINGER, Michael. **Acoustics: room design and noise control**. New York: Chemical Publishing, 1968.

SCHWARTZMAN, José Salomão; ARAÚJO, Ceres Alves de. **Transtornos do Espectro do Autismo**. 1. ed. São Paulo: MEMNON, 2011.

YIN, Robert. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZUMTHOR, Peter. **Atmosferas. Entornos arquitetônicos – as coisas que me rodeiam**. Barcelona: Gustavo Gili, 2006.

## Sobre os autores

### Helena Rodi Neumann

Helena Rodi Neumann Doutora em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (2017). Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Escola da Cidade (2010). Atualmente é professora Adjunta do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS. É pesquisadora na área de Projeto Arquitetônico e Conforto Ambiental. Coordenadora do grupo de Pesquisa em Avaliação Pós-Ocupação - P.APO. ORCID- <https://orcid.org/0000-0001-6038-7786>.

### Larissa Akemi Silva Miyashiro

Bacharel em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS. É pesquisadora na área de Projeto Arquitetônico e Conforto Ambiental. Membro do Grupo de Pesquisa em Avaliação Pós-Ocupação – P.APO.

ORCID - <https://orcid.org/0000-0003-3679-9021>

### Larissa Victorino Pereira

Bacharel em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Presbiteriana Mackenzie – UPM. É pesquisadora na área de Projeto Arquitetônico e Conforto Ambiental. Membro do Grupo de Pesquisa em Avaliação Pós-Ocupação – P.APO.

ORCID - <https://orcid.org/0000-0002-3809-815X>.