ISSN: 2358-8829

ACÚSTICA AMBIENTAL E INCLUSÃO ESCOLAR: O IMPACTO DO RUÍDO NA SAÚDE E NO DESEMPENHO DE ESTUDANTES NO ESPECTRO AUTISTA

Caroline Muñoz Cevada Jeronymo [1]
Mirna Carelli Oliveira Maia [2]
Ana Carolina Galdino Porto [3]
Mariane Nunes de Oliveira [4]
Emanuel Jeronymo Lima Oliveira [5]

INTRODUÇÃO

A materialidade do espaço escolar desempenha um papel ativo e inegável no processo de ensino-aprendizagem, atuando como um facilitador do desenvolvimento humano ou como uma barreira invisível à inclusão (VALE, 2018). Historicamente, as discussões sobre acessibilidade na infraestrutura educacional concentraram-se na eliminação de barreiras arquitetônicas físicas e motoras. Contudo, no contexto da educação inclusiva contemporânea, a qualidade espacial abrange dimensões sensoriais e cognitivas que afetam diretamente o bem-estar e o desempenho de toda a comunidade escolar (WOOLNER; HALL, 2010). Neste cenário, a acústica ambiental emerge como um fator crítico, frequentemente negligenciado, que compromete a saúde mental e a permanência com êxito dos utilizadores do espaço (MEALINGS, 2022), em especial daqueles que compõem o quadro da neurodiversidade, como os estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA).

O ambiente escolar caracteriza-se por uma elevada e constante carga de estímulos sonoros, com origens tanto externas quanto internas às salas de aula (MEALINGS, 2022).

[1] Mestre, Professora do Insituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB Campus Campina Grande, caroline.jeronymo@ifpb.edu.br;
[2] Doutora, Professora do Insituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB Campus Campina Grande, mirna.maia@ifpb.edu.br;
[3] Graduanda de Engenharia da Computação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB Campus Campina Grande, carolina.porto@academico.ifpb.edu.br;
[4] Graduanda de Engenharia da Computação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB Campus Campina Grande, mariane.oliveira@academico.ifpb.edu.br;
[5] Mestrando de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, emanueljeronymo@gmail.com.

Quando a concepção do edifício negligencia o tratamento acústico adequado, a reverberação e os altos níveis de pressão sonora geram um ecossistema hostil (ENIZ; GARAVELLI, 2006). A má qualidade acústica não apenas prejudica a concentração e a comunicação de indivíduos neurotípicos, gerando fadiga vocal e mental em discentes e docentes (HYGGE, 2014), mas assume proporções gravemente excludentes para pessoas com TEA. Para grande parte desta população, o Transtorno do Processamento Sensorial (TPS) manifesta-se através de uma hipersensibilidade auditiva aguda, onde o ruído atua como um gatilho rápido para a desregulação emocional e a exaustão neurológica (SOUZA; NUNES, 2019; MONTEIRO *et al*., 2020).

Nesse contexto, o arcabouço jurídico brasileiro tem avançado na garantia dos direitos das pessoas neurodivergentes. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), a Lei Brasileira de Inclusão (LBI) e a Lei Berenice Piana formam uma base que assegura o direito à educação em igualdade de condições, reforçada por recentes decretos relacionados à transversalidade da educação especial. No entanto, observa-se um profundo descompasso entre a legislação de inclusão e a realidade da infraestrutura das edificações educacionais no país. As decisões arquitetônicas das instituições de ensino ainda derivam, em grande parte, de concepções focadas apenas no melhor aproveitamento de variáveis construtivas e de custo (SONODA; PONTES, 2018), de modo que o tratamento acústico ainda é visto como um aspecto secundário e não como um requisito central de acessibilidade.

O objetivo desta pesquisa é investigar a intersecção entre o conforto acústico, a saúde mental e o desempenho acadêmico, com foco nos estudantes no espectro autista. O estudo caracteriza-se por uma abordagem qualitativa e exploratória, ancorada em revisão bibliográfica e análise documental, buscando evidenciar as falhas das normativas acústicas atuais e os impactos da poluição sonora no cotidiano escolar.

Como síntese dos resultados e discussões, constata-se que o ruído excessivo compromete funções executivas e de linguagem de forma severa (FRETES; PALAU, 2025), especialmente em um contexto de dinâmicas escolares ativas e integradas. O trabalho conclui que a adequação física e acústica dos espaços de ensino é uma condição indispensável para a consolidação de uma política educacional verdadeiramente inclusiva, garantindo que o ambiente construído promova o bem-estar e mitigue o adoecimento psíquico e sensorial (RIBEIRO et al., 2024).

ISSN: 2358-8829

METODOLOGIA

A metodologia adotada para o desenvolvimento deste artigo possui caráter qualitativo e exploratório. Os caminhos metodológicos estruturaram-se, primariamente, em uma revisão bibliográfica sistemática da literatura nacional e internacional, utilizando bases de dados acadêmicas. Foram selecionados estudos das áreas de arquitetura, engenharia civil, acústica, fonoaudiologia e psicopedagogia que abordassem a correlação entre qualidade espacial, ruído e desempenho escolar, com especial ênfase nas especificidades do Transtorno do Espectro Autista (TEA) e do Transtorno do Processamento Sensorial (TPS).

Em paralelo, empregou-se a técnica de análise documental para examinar os principais instrumentos legais que regem a acessibilidade e a inclusão no Brasil - notadamente a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394/1996), a Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015), a Lei Berenice Piana (Lei nº 12.764/2012) e os decretos recentes relacionados à transversalidade da educação especial. As normativas técnicas da ABNT referentes ao conforto acústico também foram escrutinadas e confrontadas com os dados empíricos encontrados na literatura.

Por tratar-se de uma pesquisa estritamente baseada em revisão de literatura e documentos de domínio público, sem intervenção clínica ou coleta de dados primários com seres humanos ou uso de imagens de indivíduos, não houve a necessidade de submissão ou aprovação prévia em Comitê de Ética em Pesquisa (CEP). Os dados extraídos da literatura foram triangulados e categorizados analiticamente, permitindo a construção de uma base teórica robusta para embasar as discussões sobre o impacto da configuração espacial na neurodiversidade.

Declaração de Uso de Inteligência Artificial Generativa: Em observância às diretrizes de integridade acadêmica do evento, declara-se o uso de ferramentas de Inteligência Artificial Generativa, especificamente o modelo Google Gemini (versão Gemini 3.5 Flash Lite) empregadas exclusivamente para auxílio na revisão gramatical, aprimoramento da fluidez estilística e suporte na adequação do texto às normas formais de publicação. Todas as etapas de concepção teórica, discussão e redação final foram realizadas e validadas integralmente pelos autores, que assumem total responsabilidade pelo conteúdo do trabalho.

ISSN: 2358-8829

REFERENCIAL TEÓRICO

O ambiente escolar e a sua infraestrutura exercem uma influência determinante no processo de ensino, sendo um ponto fundamental para o desenvolvimento socioeconômico e cultural de um país (VALE, 2018). Contudo, a materialidade dessas edificações é frequentemente compreendida de forma limitada. O ecossistema de aprendizagem deve ser visto como o resultado de uma relação dinâmica e complexa entre os vários elementos físicos e as atitudes e ações dos diferentes usuários que compõem a comunidade escolar (WOOLNER; HALL, 2010). No Brasil, as decisões arquitetônicas das instituições de ensino ainda derivam, em grande parte, de concepções focadas apenas no melhor aproveitamento de variáveis construtivas e de custo (SONODA; PONTES, 2018), refletindo um subfinanciamento que afeta o exercício profissional do docente e, consequentemente, a qualidade de vida no ambiente de trabalho (VALE, 2018). Ainda conforme Vale (2018), o conforto ambiental, neste contexto, deveria ser compreendido como a adequação estrutural às condições de trabalho, promovendo motivação e bem-estar.

Dentro desse aspecto construtivo, a acústica escolar desponta como uma problemática global (RIBEIRO *et al.*, 2024). A poluição sonora é um problema ambiental de grande magnitude; estimativas indicam que milhões de pessoas sofrem com o excesso de ruído, o qual pode causar estresse, doenças e impactos vitais severos (XIE; KANG; TOMPSETT, 2011). Trata-se de um tipo de poluição peculiar, pois atua de maneira invisível, não deixando traços perceptíveis de sua influência física no ambiente imediato (NASCIMENTO *et al*., 2007). No contexto educacional, o som indesejado, que não oferece informação alguma possui origens tanto externas quanto internas às salas de aula (VALE, 2018; MEALINGS, 2022). Em *campi* universitários e escolas básicas, a grande concentração de pessoas, aliada ao trânsito do entorno, cria fontes significativas de ruído (NASCIMENTO *et al*., 2007). Agrava-se a situação saber que inúmeras evidências indicam que a exposição crônica ao ruído prejudica a concentração, o funcionamento cognitivo geral e, particularmente, as habilidades de leitura (XIE; KANG; TOMPSETT, 2011).

Para a população com Transtorno do Espectro Autista (TEA), essa realidade é ainda mais excludente. O processamento sensorial, cujo funcionamento neurocomportamental e a influência nos aspectos perceptivos e motores foram

pioneiramente descritos pela terapeuta ocupacional Jean Ayres (SOUZA; NUNES, 2019), consiste na organização das sensações corporais e do ambiente externo com vistas à emissão de respostas adaptativas pelo sujeito (SOUZA; NUNES, 2019). No autismo, as alterações nesse processamento impactam severamente o desempenho funcional, sendo consideradas sintomas centrais do quadro (SOUZA; NUNES, 2019). A pesquisa sugere que entre 45% e 96% dos indivíduos diagnosticados com TEA apresentam características sensoriais atípicas e a busca sensorial reflete-se na procura por estímulos intensos, ou, inversamente, na esquiva extrema devido à hiper-responsividade (SOUZA; NUNES, 2019). Nesses casos, o espaço físico e as pessoas precisam ser preparados estruturalmente e atitudinalmente para receber e incluir esse estudante, uma vez que os questionários de avaliação têm demonstrado, a partir da perspectiva de professores, os enormes desafios enfrentados na rotina escolar mediante a sobrecarga de estímulos (MONTEIRO *et al*., 2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da triangulação da literatura revisada e da análise das legislações pertinentes, os achados deste artigo revelam que a defasagem acústica nas escolas brasileiras é crônica e atua como um sabotador direto da aprendizagem e da inclusão. A arquitetura escolar no país tende a negligenciar o tratamento acústico, limitando-se ao atendimento básico de outras variáveis de conforto devido a lógicas de barateamento construtivo. Essa inadequação estrutural de salas e ambientes acadêmicos gera danos contínuos ao processo educacional e à saúde de seus ocupantes (SONODA; PONTES, 2018). Constata-se que a adoção de materiais construtivos convencionais, tipicamente caracterizados por superfícies lisas e reflexivas, perpetua um tempo de reverberação alto e uma baixa inteligibilidade da fala. A reversão desse quadro exige que esses materiais sejam substituídos ou complementados por tecnologias absorvedoras de som (RIBEIRO *et al.*, 2024). Essa adequação deve ser pensada através do Nível de Maturidade da Tecnologia (NMT), uma sistemática com nove etapas desenvolvida pela NASA que organiza a evolução tecnológica; no contexto da acústica escolar, isso significa que materiais que já superaram a experimentação e a prototipagem laboratorial (VELHO *et al.*, 2017) precisam ter sua comercialização e aplicação massificadas, garantindo que o conhecimento tecnológico se converta em soluções estruturais acessíveis para as escolas

ISSN: 2358-8829

públicas. Enquanto essas intervenções são negligenciadas, as edificações continuam a violar normativas de saúde ocupacional. A exposição contínua a esses ruídos excessivos aumenta o nervosismo e a agressividade, além de ser a gênese da Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR), um dano irreversível ao aparelho auditivo de docentes e funcionários (NASCIMENTO *et al*., 2007).

O cenário agrava-se substancialmente quando se analisa a dinâmica real de instituições federais de ensino, a exemplo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB). Diferentemente de escolas com rotinas exclusivamente expositivas, os Institutos Federais caracterizam-se por uma efervescência de atividades simultâneas. Além das aulas teóricas tradicionais, a dinâmica do campus é permeada por projetos de pesquisa e extensão, feiras de ciências, apresentações culturais frequentes nos pátios, além de intensas atividades físicas e esportivas nas quadras poliesportivas e pátios internos. Toda essa movimentação gera um ruído comportamental e estrutural contínuo que se sobrepõe ao som interno das próprias salas de aula. Assim, o ambiente, que deveria favorecer o foco, é bombardeado por frentes sonoras difusas. Considerando que a intensidade sonora decresce apenas cerca de 6 decibéis quando se dobra a distância da fonte (VALE, 2018), o som residual dessas atividades externas invade facilmente as salas de aula que não possuem isolamento acústico adequado. Nesses espaços não tratados, a reverberação longa associada ao ruído de fundo prejudica gravemente o bem-estar mental das crianças e adolescentes (MEALINGS, 2022). O esforço contínuo do cérebro para separar a voz do professor do ruído da feira de ciências ou do treino esportivo consumindo a atenção afeta diretamente as capacidades de memorização e aprendizado (HYGGE, 2014). A literatura prova que a inteligibilidade da fala é apenas um critério necessário para a aprendizagem, mas não é suficiente; afinal, quando a carga cognitiva se esgota na decodificação do som, a memória de trabalho se esgota (HYGGE, 2014). Não é surpreendente, portanto, que a ausência de uma acústica adequada impacte negativamente e de forma moderada a grave a performance cognitiva, a concentração e a habilidade de leitura e escrita (FRETES; PALAU, 2025; GILAVAND; JAMSHIDNEZHAD, 2016).

Para a população com Transtorno do Espectro Autista (TEA), essa dinâmica escolar intensa e ruidosa ultrapassa a barreira do desconforto e adentra o campo da exclusão sensorial. O excesso de ruído afeta processos cruciais e tem consequências devastadoras para alunos neurodivergentes, evidenciando que as condições ruidosas afetam o desenvolvimento cognitivo e provocam forte irritabilidade (FRETES; PALAU,

ISSN: 2358-8829

2025). Alunos com baixa capacidade de atenção seletiva exibem um aumento brutal no tempo de resposta e no processamento da informação em condições de poluição sonora (FRETES; PALAU, 2025). Ao refletir a consciência e a atenção do estudante dentro da sala de aula (MONTEIRO *et al*., 2020), fica claro que o ruído atua como um desregulador direto da capacidade de manter o foco acadêmico. A literatura é categórica ao afirmar que estudantes com alterações processuais necessitam de um ambiente de aprendizagem controlado, devido à sua reatividade e exigência extrema (MONTEIRO *et al*., 2020). Quando o IFPB ou qualquer instituição de ensino promove suas essenciais atividades de extensão e cultura sem a devida blindagem acústica das salas adjacentes, os alunos com perfil hiper-responsivo (a indicação predominante nas disfunções de integração sensorial do TEA (MONTEIRO *et al.,* 2020)) entram rapidamente em colapso mental. Observa-se que o impacto de um tempo de reverberação mais longo afeta negativamente as métricas de bem-estar (MEALINGS, 2022), e o impacto do ruído externo possui implicações diretas na saúde, o que deveria direcionar urgentemente o planejamento e a arquitetura das escolas (WOOLNER; HALL, 2010). O som que é apenas uma distração para o aluno neurotípico é vivenciado como dor e sobrecarga pelo aluno autista, o que demanda uma rápida transição de abordagens passivas para o desenho universal, onde o tratamento acústico não é um detalhe estético, mas o cumprimento literal do direito à educação inclusiva e acessível.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A última parte deste trabalho reforça a constatação de que a acústica ambiental em instituições de ensino, como os dinâmicos Institutos Federais, transcende a categoria de mero conforto ambiental, configurando-se como um direito inalienável e um pilar da acessibilidade inclusiva. O diagnóstico construído ao longo deste artigo revela que a inadequação das edificações afeta brutalmente a saúde mental, a ergonomia cognitiva e a capacidade de processamento da informação dos usuários, com danos severos aos estudantes no Transtorno do Espectro Autista (TEA).

A dinâmica moderna de educação, que comemora a integração de saberes por meio de atividades culturais, esportivas e projetos de extensão simultâneos às aulas, exige infraestruturas à altura. As discussões conduzidas apontam para a falência do modelo construtivo padrão adotado no país, que ignora as nuances do processamento sensorial. É

urgente que a gestão escolar, arquitetos e engenheiros compreendam que o investimento na mitigação de ruídos é, na verdade, um investimento direto na melhoria dos índices educacionais e na redução do adoecimento psíquico de discentes, docentes e técnicos. O uso da técnica a serviço da sociedade, integrando materiais absorvedores e soluções de isolamento acústico, é vital para garantir a permanência destes alunos.

Como prospecção para a comunidade científica e para o desenvolvimento institucional, abre-se a oportunidade e a urgência para a realização de novas pesquisas aplicadas (*in loco*). Sugere-se a promoção de estudos que mensurem não apenas os níveis de pressão sonora nos campi durante eventos integrados, mas que cruzem esses dados com a frequência de evasão, laudos de saúde ocupacional dos servidores e a ocorrência de crises sensoriais em alunos neurodivergentes. Somente pelo reconhecimento de que a deficiência estrutural cria a deficiência social será possível materializar os direitos garantidos em lei, transformando o ambiente escolar num território onde a neurodiversidade possa não apenas sobreviver, mas prosperar plenamente.

Palavras-chave: Processamento sensorial, Acessibilidade, Aprendizagem, Educação especial, Hipersensibilidade auditiva.

REFERÊNCIAS

ENIZ, Alexandre; GARAVELLI, Sérgio Luiz. A contaminação acústica de ambientes escolares devido aos ruídos urbanos no Distrito Federal, Brasil. **Holos Environment**, Rio Claro, v. 2, n. 6, p. 137-150, ago. 2006. Disponível em: https://www.cea-unesp.org.br/holos/article/view/561. Acesso em: 09 set. 2026.

FRETES, Gabriela; PALAU, Ramon. The Impact of Noise on Learning in Children and Adolescents: a meta-analysis. **Applied Sciences**, [S.L.], v. 15, n. 8, p. 1-13, 9 abr. 2025. MDPI AG. http://dx.doi.org/10.3390/app15084128. Disponível em: https://www.mdpi.com/2076-3417/15/8/4128. Acesso em: 08 set. 2026.

GILAVAND, Abdolreza; JAMSHIDNEZHAD, Amir. The Effect of Noise in Educational Institutions on Learning and Academic Achievement of Elementary Students in Ahvaz, South-West of Iran. **International Journal Of Pediatrics**, [S.L.], v. 4, n. 3, p. 1453-1463, mar. 2016. Mashhad University of Medical Sciences. http://dx.doi.org/10.22038/ijp.2016.6500. Disponível em: https://jpp.mums.ac.ir/article_6500.html. Acesso em: 05 set. 2026.

HYGGE, Staffan. Classroom noise and its effect on learning. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON NOISE AS A PUBLIC HEALTH PROBLEM, 11., 2014, Nara. **Proceedings [...]**. Nara: ICBEN, 2014. p. 1-8. Disponível em: https://www.icben.org/files/4_k%20StaffanHygge_1.pdf. Acesso em: 3 set. 2026.

MEALINGS, Kiri. A scoping review of the effects of classroom acoustic conditions on primary school children's mental wellbeing. **Building Acoustics**, [S.L.], v. 29, n. 4, p. 529-542, 8 ago. 2022. SAGE Publications. http://dx.doi.org/10.1177/1351010x221117899. Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1351010X221117899. Acesso em: 03 set. 2026.

MONTEIRO, Rubiana Cunha; SANTOS, Camila Boarini dos; ARAÚJO, Rita de Cássia Tibério; GARROS, Danielle dos Santos Cutrim; ROCHA, Aila Narene Dahwache Criado. Percepção de Professores em Relação ao Processamento Sensorial de Estudantes com Transtorno do Espectro Autista. **Revista Brasileira de Educação Especial**, [S.L.], v. 26, n. 4, p. 623-638, out. 2020. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/1980-54702020v26e0195. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbee/a/6mdg7TjHZHpSgZzsBCxZ6Ss/?lang=pt. Acesso em: 05 set. 2026.

NASCIMENTO, Rhenan Giorgiani do; GODOY, Rafael Martins Buck de; SOUTO JUNIOR, Carlos Alberto; UEHARA, Gustavo Toshihide. Avaliação da poluição sonora na Unicamp. **Revista Ciências do Ambiente On-Line**, Campinas, v. 3, n. 1, p. 1-7, jan. 2007. Disponível em: http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/nova/index.php/be310/article/view/76. Acesso em: 09 set. 2026.

RIBEIRO, Rodrigo Scoczynski; MOREIRA, Isis; MISCOVICZ, Luciane Marcelo; ALMEIDA, Eliabe Bento de; GIDRÃO, Gustavo de Miranda Saleme; SILVA, Dyorgge Alves; SILVESTRO, Laura; BOSSE, Rúbia Mara; KURITZA, Joice Cristini. Assessing acoustical quality in university classrooms in Brazil: measurements and simulations. **Building Acoustics**, [S.L.], v. 31, n. 2, p. 199-222, 11 jan. 2024. SAGE Publications. http://dx.doi.org/10.1177/1351010x231218410. Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1351010X231218410. Acesso em: 09 set. 2026.

SONODA, André Vieira; PONTES, Ana Paula Furtado Soares. Acoustic-Structural Influences in Brazilian Education. **Creative Education**, [S.L.], v. 09, n. 16, p. 2819-2842, 2018. Scientific Research Publishing, Inc. http://dx.doi.org/10.4236/ce.2018.916212. Disponível em: https://www.scirp.org/journal/doi.aspx?DOI=c. Acesso em: 08 set. 2026.

SOUZA, Renata Ferreira de; NUNES, Débora Regina de Paula. Transtornos do processamento sensorial no autismo: algumas considerações. **Revista Educação Especial**, [S.L.], v. 32, n. 1, p. 1-17, 18 mar. 2019. Universidade Federal de Santa

Maria. http://dx.doi.org/10.5902/1984686x30374. Disponível em: https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/30374. Acesso em: 08 set. 2026.

VALE, Rodolpho Mendes. **Análise de conforto térmico e acústico em uma escola municipal em Campina Grande/PB**. 2018. 77 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Universidade Federal de Campina Grande, Sumé, 2018. Cap. 58414150. Disponível em: https://dspace.sti.ufcg.edu.br/handle/riufcg/5039. Acesso em: 05 set. 2026.

WOOLNER, Pamela; HALL, Elaine. Noise in Schools: a holistic approach to the issue. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, [S.L.], v. 7, n. 8, p. 3255-3269, 23 ago. 2010. MDPI AG. http://dx.doi.org/10.3390/ijerph7083255. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2954580/. Acesso em: 09 set. 2026.

XIE, Hui; KANG, Jian; TOMPSETT, Roger. The impacts of environmental noise on the academic achievements of secondary school students in Greater London. **Applied Acoustics**, [S.L.], v. 72, n. 8, p. 551-555, jul. 2011. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.apacoust.2010.10.013. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003682X11000454?via%3Dihub. Acesso em: 05 set. 2026.