

Índices de ruídos em edifícios escolares

Jeferson de Moura

Bacharel em Engenharia Civil pela
Universidade do Contestado, Concórdia, SC, Brasil.

✉ jeferson_moura2012@hotmail.com

Aneci Gerda Gerhardt Da Rosa

Mestrado em Políticas e Administração da Educação
Universidad Nacional de Tres de Febrero UNTref, Argentina.

✉ aneci@sed.sc.gov.br

Antonio Cristiano Lara Sampaio

Mestrado pelo Programa de Mestrado Profissional em Engenharia Civil, Sanitária e Ambiental, PMPECSA.
Universidade do Contestado, Concórdia, SC, Brasil.

✉ engacsampaio27@gmail.com

Luana Cechin

Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.
Professora da Universidade do Contestado, Mafra, SC, Brasil.

✉ luhcechin@gmail.com

Mari Aurora Favero Reis

Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Luterana do Brasil.
Professor da Universidade do Contestado, Concórdia, SC, Brasil.

✉ mariaaurorafavero@gmail.com

Recebido em 28 de fevereiro de 2024

Aceito em 11 de novembro de 2025

Resumo:

O ruído excessivo em ambientes urbanos pode influenciar a qualidade de vida e a saúde da população. Pesquisas nesse contexto têm contribuído para que o tema seja investigado em diferentes áreas, como saúde, educação e engenharia. O objetivo desta pesquisa é investigar a eficiência acústica de três escolas públicas localizadas na região central da cidade de Concórdia, Santa Catarina, com base em medições realizadas em seus ambientes externo e interno. O estudo foi realizado durante a pandemia de COVID-19, quando os alunos estavam tendo aulas online. As medições foram realizadas na ausência de pessoas para evidenciar exclusivamente a contribuição do ruído proveniente de atividades urbanas. A metodologia desta pesquisa é de natureza aplicada, qualitativa e de estudo de caso. Considerando que estudantes e profissionais da educação não frequentavam esses estabelecimentos no período, o estudo possibilitou avaliar a influência dos níveis de ruído urbano nas edificações escolares. Os resultados demonstraram que as três instituições de ensino apresentaram níveis de ruído nos ambientes externos e internos acima dos valores de conforto acústico estabelecidos nas regulamentações para esses ambientes. Este resultado infere a percepção de ineficiência acústica nas estruturas físicas dos edifícios escolares para mitigação de ruídos provenientes de áreas urbanas. A pesquisa conclui que o ruído excessivo nesses ambientes educacionais pode ser ainda mais preocupante com a presença de alunos, fato que mostra oportunidades para novas investigações que incluam saúde, educação e engenharia.

Palavras-chave: Excesso de ruídos, ambiente escolar, ruídos urbanos, conforto acústico.

Noise index in school buildings

Abstract:

Excessive noise in urban environments can influence the population's quality of life and health. Research in this context has contributed to the topic being investigated in different areas such as health, education, and engineering. The objective of this research is to investigate the acoustic efficiency of three public schools located in the central region of the city of Concórdia, Santa Catarina, based on measurements taken in their external and internal environments. The study was conducted during the COVID-19 pandemic, when students were taking classes online. Measurements were taken in the absence of people to highlight exclusively the contribution of noise from urban activities. The methodology for this research is applied, qualitative, and case study in nature. Considering that students and education professionals did not frequent these establishments during the period, the study made it possible to evaluate the influence of urban noise levels on school buildings. The results demonstrated that the three educational institutions presented noise levels in external and internal environments above the acoustic comfort values established in the regulations for these environments. This result infers the perception of acoustic inefficiency in the physical structures of school buildings to mitigate noise from urban areas. The research concludes that excessive noise in these educational environments can be even more worrying with the presence of students, a fact that shows opportunities for new investigations that include health, education, and engineering.

Keywords: Excessive noise, school environment, urban noise, acoustic comfort.

Índices de ruido en edificios escolares

Resumen:

El exceso de ruido en entornos urbanos puede influir en la calidad de vida y la salud de la población. Las investigaciones en este contexto han contribuido a que el tema sea investigado en diferentes áreas como la salud, la educación y la ingeniería. El objetivo de esta investigación es investigar la eficiencia acústica de tres escuelas públicas ubicadas en la región central de la ciudad de Concórdia, Santa Catarina, con base en mediciones realizadas en sus entornos externos e internos. El estudio se realizó durante la pandemia de COVID-19, cuando los estudiantes cursaban clases en línea. Las mediciones se realizaron en ausencia de personas para identificar exclusivamente la contribución del ruido de las actividades urbanas. La metodología de esta investigación es de naturaleza aplicada, cualitativa y de estudio de caso. Considerando que estudiantes y profesionales de la educación no frecuentaron estos establecimientos durante el período, el estudio permitió evaluar la influencia de los niveles de ruido urbano en los edificios escolares. Los resultados demostraron que las tres instituciones educativas presentaron niveles de ruido en ambientes externos e internos por encima de los valores de confort acústico establecidos en la normativa para estos ambientes. Este resultado infiere la percepción de ineficiencia acústica en las estructuras físicas de los edificios escolares para mitigar el ruido proveniente de las áreas urbanas. La investigación concluye que el ruido excesivo en estos entornos educativos puede ser aún más preocupante con la presencia de estudiantes, hecho que muestra oportunidades para nuevas investigaciones que incluyan la salud, la educación y la ingeniería.

Palabras clave: Ruido excesivo, ambiente escolar, ruido urbano, confort acústico.

INTRODUÇÃO

Os efeitos do ruído sobre a qualidade de vida e a saúde da população contribuem para que o tema seja explorado em diferentes contextos organizacionais, sociais e educacionais. A Organização Mundial da Saúde (OMS) considera que mais da metade da população mundial ocupa os espaços urbanos, com estimativas para crescimento demográfico, fato que contribui para aumento nos índices de ruído nessas cidades (SURIANO; SOUZA; SILVA, 2015). A poluição

sonora nos espaços urbanos pode ser intensificada em aglomerados urbanos, como em ambientes religiosos (STRINO; BEZERRA, 2022).

O mapeamento de som no perímetro urbano tem sido uma prática importante para o planejamento de uma cidade, porém não é amplamente realizado (BITAR; CALAÇO SOBRINHO; SIMÕES-ZENARI, 2018). Esta prática no mapeamento do som, na maioria das vezes, contempla áreas comerciais e industriais, que depende de condições do seu processo (GONÇALVES; NASCIMENTO; ZANNIN, 2021). Neste contexto são prioridades a segurança e saúde ocupacional, uma vez que são considerados como agentes de risco físico as alterações ambientais por ruído, calor, frio e umidade (BRASIL, 2016).

Os ambientes escolares também são atingidos por ruídos provenientes de fontes internas e externas à sala de aula, como quadras esportivas e pátios, localizados muito próximos às salas de aula (ROSA; REIS, 2019). No âmbito da saúde, o excesso de ruído no ambiente escolar pode comprometer a capacidade auditiva dos alunos, causando danos à saúde de todos os envolvidos, não somente à audição, mas também, ao organismo como um todo (RAYMUNDINI, 2014). Em sala de aula o professor normalmente tem que superar os ruídos competitivos para ser entendido, exigindo maior esforço vocal resultando em alterações vocais e outros efeitos à saúde como: perda auditiva, insônia, alterações hormonais, estresse, problemas cardíacos, digestivos, nervosismo e dificuldades de comunicação (RIBEIRO et al., 2010).

Em instituições de educação o excesso de ruídos pode ocasionar danos ao processo de ensino-aprendizagem, por interferir na realização de atividades escolares que muitas vezes necessitam de concentração para serem realizadas e em ambiente ruidoso acabam sendo dificultadas (NASCIMENTO; LEMOS, 2011). “Desta forma, o rendimento no processo ensino aprendizagem sofre interferências, pois não existe um ambiente propício à concentração e ao entendimento da fala.” (RIBEIRO et al., 2010, p. 28).

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987) ruído contínuo mesmo que em níveis moderados propagado pode causar estresse, distúrbios físicos, mentais e psicológicos como insônia e a perda gradativa da audição (CAMPOS; DELGADO-PINHEIRO, 2014). “A OMS estipulou que o limiar de incômodo para o ruído é na faixa de 50 dB” (BARBOSA et al., 2020, p. 89). A exposição ao ruído

nas salas de aula pode provocar prejuízos à saúde auditiva e interferir diretamente no rendimento físico e mental tanto dos profissionais da educação (GUIDINI et al., 2012), quanto dos alunos, diminuindo o rendimento de trabalho e estudos e consequentemente, interferindo na produtividade desses (RIBEIRO et al., 2010).

Pesquisa sugere, mesmo que os valores são representativos de áreas externas e não do interior das edificações, esses números indicam o potencial de exposição apresentado pelas quadras urbanas da área de estudo e apontam para a importância a ser dada para o tratamento dos fechamentos das edificações (SURIANO; SOUZA; SILVA, 2015). Os mapas de ruídos, realizados por esses autores, mostram a importância na identificação dos níveis de ruído, das áreas de maior ou menor contaminação e exposição da população. Portanto, o excesso de ruído no ambiente escolar pode afetar a saúde dos educadores/educandos e no processo de ensino e aprendizagem (GERHARDT DA ROSA, 2020).

Considerando a problemática relacionada de ruídos em ambiente urbano, a influência na educação e a estrutura física das instituições de ensino, avaliar os índices de ruído nas edificações na Engenharia Civil poderá promover mudanças nas técnicas e envolventes das edificações projetadas por esses profissionais (SETLIK et al., 2023). Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa é investigar a eficiência acústica no empreendimento em três escolas públicas localizadas na região central da cidade de Concórdia SC, a partir de medições nos ambientes externo e interno das instituições. O estudo foi realizado no período de isolamento social na pandemia da COVID-19 e os estudantes estavam em aulas online.

As medições sem a presença de pessoas (professores, alunos e funcionários) possibilitaram a avaliação da interferência de ruídos externos e estrutura da edificação, a fim de evidenciar a contribuição de ruídos gerados por atividades urbanas nos ambientes aferidos. Estudo realizado anteriormente (GERHARDT DA ROSA, 2020) em outra escola, também localizada na área central da cidade de Concórdia, mostrou que a edificação apresentou problemas da falta de conforto acústico, com necessidade de intervenções junto a Associação de Pais e Professores (APP) para atenuar os índices. As inferências da pesquisa de Gerhardt da Rosa (2020) evidenciaram a necessidade em pesquisar outras edificações escolares localizadas na região central da cidade de Concórdia.

MATERIAIS E MÉTODOS

Instrução normativa utilizada como parâmetro nas medições

O Sistema Internacional (SI) define o pascal como a unidade padrão para pressão sonora (KOUKOULAS; PIPER, 2015), enquanto o nível de pressão sonora (NPS) corresponde a uma medida logarítmica dessa pressão em relação a um valor de referência, expressa em decibéis (dB), conforme estabelecido na NBR 10151 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2000). Essa normativa também considera limites de horário para os períodos diurno e noturno, que, de acordo com os hábitos da população, não devem ultrapassar as 22 horas e não podem iniciar antes das 7 horas do dia seguinte (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2000). Já a NBR 10152 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987) estabelece que, em escolas, os índices máximos permitidos são de 55 dB. Os dados apresentados na Tabela 1 foram utilizados como parâmetro para as análises.

Tabela 1. Valores dB(A) e Curva de avaliação de ruído (NC)

	Local	dB (A)	NC
Hospitais	Apartamentos, Enfermarias, Berçários, Centros cirúrgicos	35 - 45	30 - 40
		40 - 50	35 - 45
	Laboratórios, Áreas para uso do público	45 - 55	40 - 50
	Serviços		
Escolas	Bibliotecas, Salas de música, Salas de desenho,	35 - 45	30 - 40
	Salas de aula, Laboratórios,	40 - 50	35 - 45
	Circulação	45 - 55	40 - 50
Hotéis	Apartamentos	35 - 45	30 - 40
	Restaurantes, Salas de estar	40 - 50	35 - 45
	Portaria, Recepção, Circulação	45 - 55	40 - 50
Residências	Dormitórios	35 - 45	30 - 40
	Salas de estar	40 - 50	35 - 45
Auditórios	Salas de concertos, Teatros	30 - 40	25 - 30
	Salas de conferências, Cinemas, Salas de uso múltiplo	35 - 45	30 - 35

Restaurantes		40 - 50	35 - 45
Escritórios	Salas de reunião	30 - 40	25 - 35
	Salas de gerência, Salas de projetos e de administração	35 - 45	30 - 40
	Salas de computadores	45 - 65	40 - 60
	Salas de mecanografia	50 - 60	45 - 55
Igrejas e Templos	(Cultos meditativos)	40 - 50	35 - 45
Locais para esporte	Pavilhões fechados para espetáculos e eventos esportivos	45 - 60	40 - 55

Fonte: NBR 10152: Níveis de ruídos para conforto acústico (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987).

Essa pesquisa destina-se à avaliação do nível de ruído ambiente, em conformidade com a normativa NBR 10151 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2000) e NBR 10152 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987) no local e horário considerados, na ausência (ou presença) do ruído gerado pela fonte sonora em questão, nesse caso os estudantes.

Figura 1. Localização das edificações estudadas: Escola 1, Escola 2 e Escola 3.



Fonte: Autores a partir do software Google Earth. Disponível em: <https://earth.google.com>. Acesso em 12 de novembro de 2020.

A Escola 1 de Educação Básica foi fundada em 1961 e, em seus primeiros anos, oferecia apenas o Ensino Fundamental. Somente em 1979 passou a ofertar também o Ensino Médio. Hoje a escola conta com aproximadamente 5.200 m² de área, isso dividido entre salas de aulas, bibliotecas, salas de informática, salas de recreação, setor pedagógico, áreas de circulação, administrativo, almoxarifados, depósitos, quadras cobertas e áreas de convivência. Atende atualmente 686 alunos matriculados, do 6º ano ao Ensino médio, distribuído nos três turnos em 11 salas de aulas. Atuam 54 professores e 11 colaboradores para as demais atividades.

Escola 2, fundada em 1943, localizada na Rua Dr. Maruri, 911 – Centro de Concórdia, estado de Santa Catarina (Brasil), com terreno de 7.008,58 m², num total de 2.358,41 m² de área construída. Em frente, localiza-se o principal acesso ao centro da cidade e, ao lado esquerdo, há um terminal rodoviário com chegadas e saídas de ônibus, além de um posto de combustível com centro de conveniência e padaria. A escola atende 800 alunos de 1º a 9º ano do Ensino Fundamental e 100 crianças da Educação Infantil.

A Escola 3 de Educação Básica foi fundada em 1939 por um grupo de congregação das irmãs de São José, que atribuía à escola esse nome, com curso primário. Em 1983 passou a denominar-se Colégio Estadual, em homenagem a um gaúcho que fixou residência em Concórdia, onde abriu um escritório de advocacia e prestou serviços à comunidade. Hoje com 26 salas de aula (capacidade máxima de 800 alunos por turno), laboratórios, biblioteca, salas de informática, administração, almoxarifado e depósitos, atende 886 alunos, 98 professores e 10 colaboradores. Em ambas as escolas possui Ensino Médio inovador, porém nessa conta também há cursos técnicos em Administração, Informática e Magistério.

Metodologia na coleta de dados

A metodologia para essa pesquisa é de natureza aplicada (KUMAR, 2011), qualitativa e teve como estudo de caso três escolas públicas de educação básica, todas contemplam Ensino Fundamental e Ensino Médio, localizadas no centro da cidade de Concórdia SC. No estudo de caso, a pesquisa busca “descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação; explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações” (GIL, 2017, p. 58).

Os dados para essa pesquisa foram coletados a campo, nas três escolas anteriormente relatadas: Escola 2 (no dia 24/11/2020 das 15:45 às 16:30 horas), Escola 3 (no dia 12/11/2020 das 16:23 às 18:10) e Escola 1 de Educação Básica (no dia 12/11/2020 entre 13:57 horas até 16:00). As medições foram realizadas nos diversos ambientes escolares (corredores, salas de aula, biblioteca, ginásio, sala dos professores, pátio e nas vias em seu entorno). Os dados coletados (níveis de ruídos), foram obtidos através de um decibelímetro ICEL DL-4000, equipamento semicondutor digital portátil, que proporciona uma maior exatidão, durabilidade e simplicidade de operação (KLOCK et al., 2016).

O estudo foi realizado em época de pandemia pela COVID-19, portanto os dados registrados foram realizados sem a presença dos estudantes. Desse modo possuem apenas a interferência de ruídos externos, da própria estrutura, funcionários e alguns alunos apenas. Ainda que o contexto da pandemia tenha reduzido a circulação de veículos, estudos anteriores (GERHARDT DA ROSA, 2023; GERHARDT DA ROSA et al., 2025; ROSA; REIS, 2019) demonstram que os níveis de ruído urbano em Concórdia historicamente ultrapassam os valores de conforto acústico. Portanto, os resultados aqui obtidos mantêm relevância para a compreensão da influência do ruído externo nas edificações escolares.

RESULTADOS

Os dados para a pesquisa foram coletados em vários pontos no interior das edificações e em seu entorno, com o auxílio do aparelho decibelímetro DL-4000 testado e aferido. Foram realizadas medições em vários pontos específicos de cada local como sala de aula, corredores e outros ambientes (externos e internos) de cada uma das escolas estudadas. Esses valores encontrados são pertinentes a ruídos externos, pois não temos a presença de alunos devido a pandemia do COVID-19 (CATANANTE; CAMPOS; LOIOLA, 2020). Os locais escolhidos para a coleta, são os mais utilizados pelos alunos durante as horas que permanecem nas escolas.

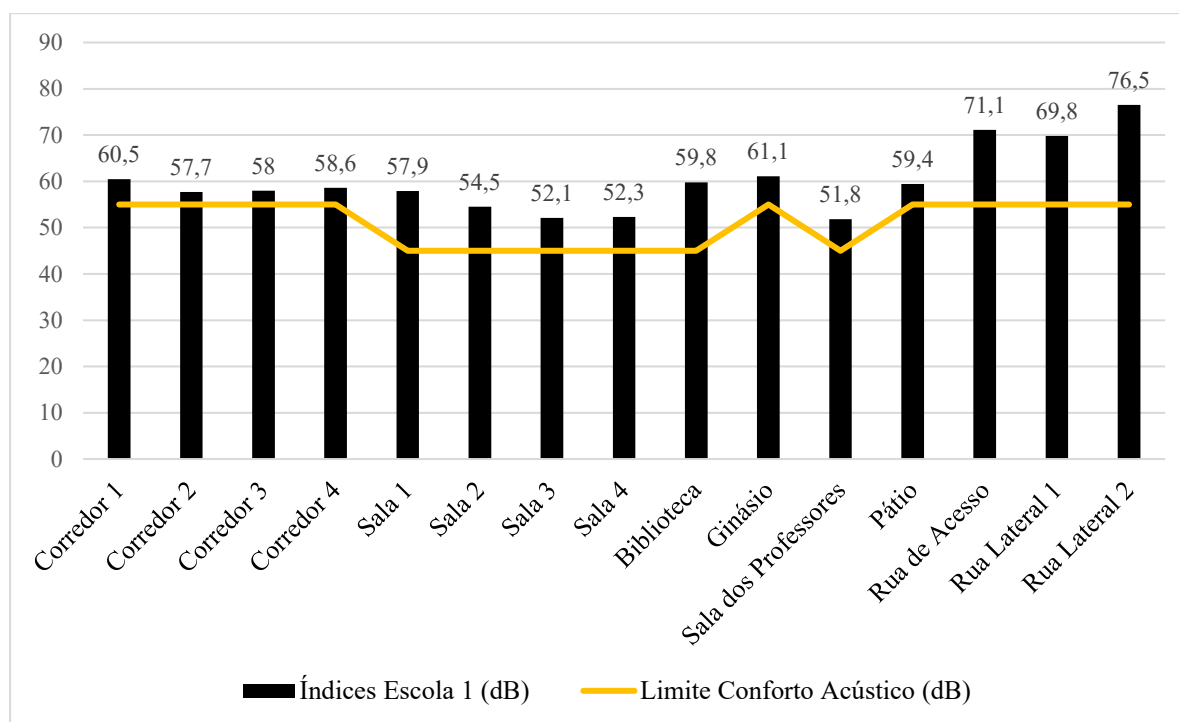
Os dados coletados foram confrontados a normativa NBR 10151 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2000) e NBR 10152 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987) que regem a questão da acústica e níveis de ruídos em áreas habitadas visando o bem-estar da comunidade, buscando nelas quais os níveis de conforto

acústico ou níveis toleráveis de ruídos para cada local estudado. No conhecimento desses números buscou-se então fazer um comparativo individual de cada instituição com seus respectivos locais coletados, para se obter uma resposta mais clara da situação de cada local.

Resultados das medições na escola 1

Escola 1 encontra-se um pouco mais afastada do centro urbano. Entretanto, está situada em frente à uma edificação da agroindústria sediada na cidade, uma das principais fontes geradoras de ruídos. Possui em seu entorno uma das vias mais movimentadas e um dos maiores supermercados, gerando maior fluxo de pessoas e veículos. Consequentemente, a leitura dos ambientes externos nos entornos da escola apresentou altos índices de ruídos aferidos (76,5 dB) na rua lateral 2 (Figura 2). Esse resultado, conforme a norma regulamentadora é superior aos índices de conforto acústico em todas as vizinhanças da escola, a exposição por tempo prolongado pode gerar danos à saúde e ao bem-estar das pessoas.

Figura 2 - Índices de ruído externos e internos à escola 1.

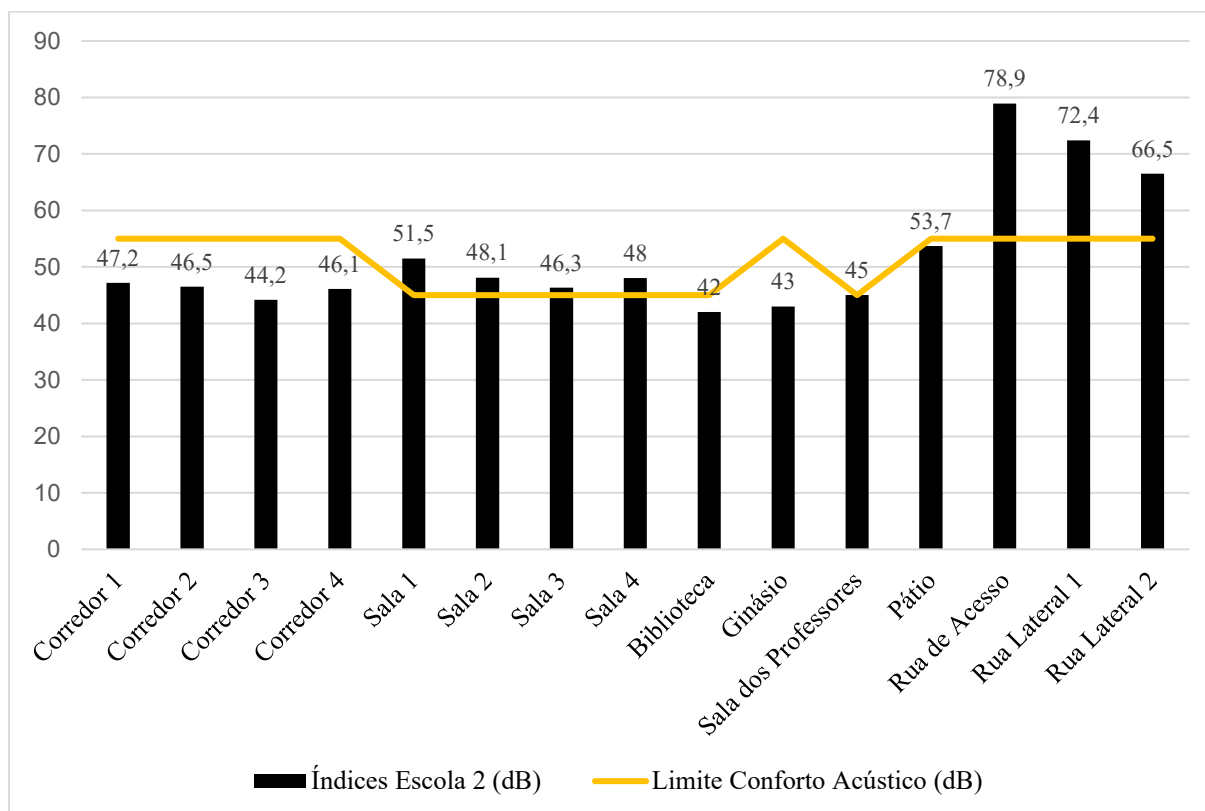


Fonte: Autores.

As leituras dos ambientes internos também demonstraram alterações, principalmente corredor 1 (60,5 dB), sala 1 (57,9 dB), e biblioteca (59,8 dB), locais esses que ficam próximos à entrada da escola (próximo à agroindústria). Além disso, todos os outros valores coletados apresentam níveis acima do tolerável com uma atenção maior para salas de aulas (57,9 dB, 54,5 dB, 52,1 dB, 52,3 dB), considerando que o valor para conforto acústico é 45 dB. Esses são os locais onde os alunos passam a maior parte do tempo, também, não foram considerados os índices de ruídos ocasionados pela presença dos estudantes. A permanência em ambiente com ruídos acima dos toleráveis e a exposição dos mesmos por várias horas consecutivas podem gerar alguns transtornos como: irritabilidade, estresse, falta de concentração, alteração no humor, dor de cabeça (HAAG, 2020; RIBEIRO *et al.*, 2010). Tudo isso afeta diretamente o desenvolvimento e a aprendizagem dos alunos.

Resultados das medições na escola 2

A Escola 2 está localizada no centro comercial da cidade, com maior fluxo de pedestres e veículos com a passagem da avenida principal e rua de acesso à escola. Em frente à escola encontra-se a praça Dogello Goss e na via lateral o terminal de ônibus responsável pelo transporte público da cidade. Por conta disso, os valores de ruídos externos foram superiores aos locais estudados (78,9dB), com excesso de ruídos para a maioria dos ambientes (Figura 3). Nos ambientes internos foi a escola que apresentou os menores valores nos índices de ruído, ainda assim as salas de aula apresentam níveis acima dos toleráveis para conforto acústico (51,5 dB), na sala que se encontra próxima da via de acesso.

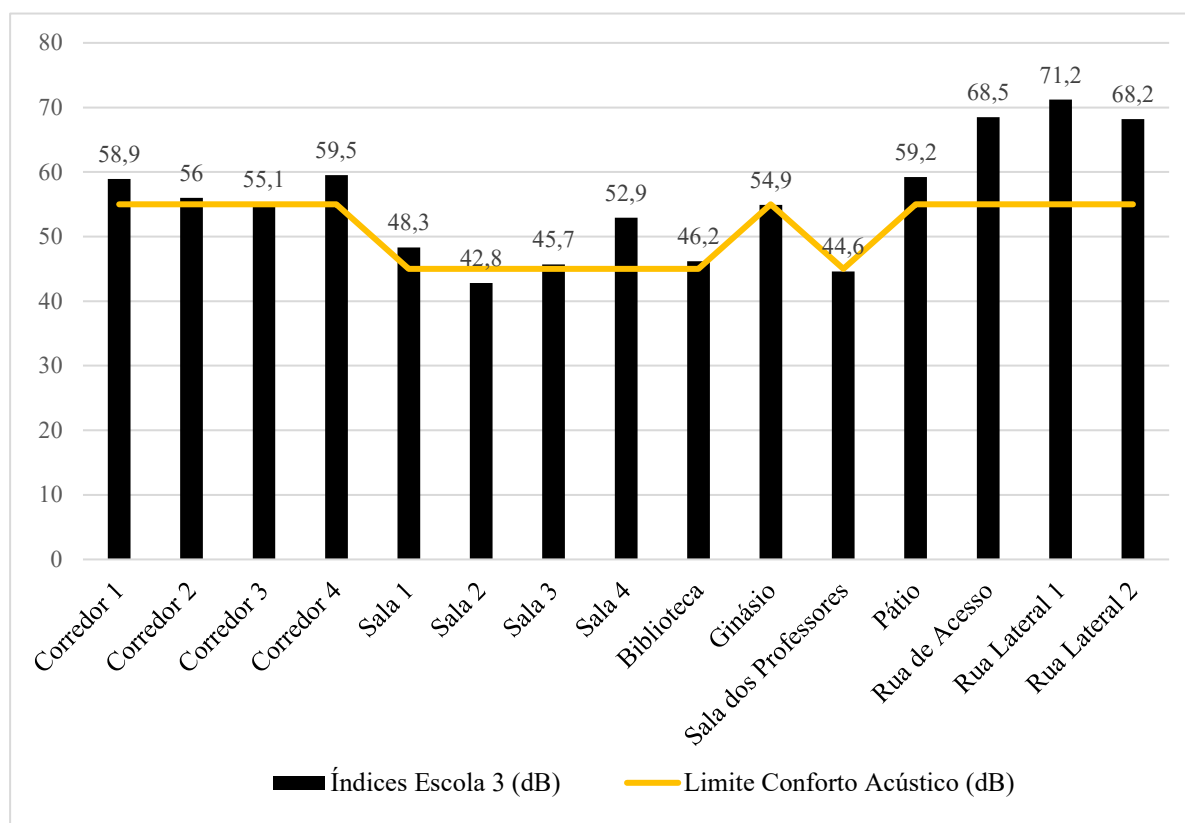
Figura 3. Índices de ruídos em ambientes externos e internos da Escola 2.

Fonte: Autores.

A escola passou por adequações na estrutura física para tratamento acústico em pesquisa de mestrado (ROSA; REIS, 2019). Não houve alteração estrutural e arquitetônica da edificação, pois o prédio foi tombado como patrimônio histórico do município de Concórdia. Os procedimentos realizados na vedação das aberturas e climatização reduziu os ruídos nos ambientes da escola, ações realizadas com ações e parcerias com a Associação de Pais e Professores (APP).

Resultados das medições na escola 3

Escola 3 também possui na área externa alto fluxo de veículos (carros, caminhões, carretas, motos), que contribui com os índices de ruído no ambiente externo (71,2dB) na lateral e as leituras nos pátios atingiram um nível máximo de 59,2 dB. A escola não é cercada por muros, como nas demais e, conseqüentemente, os valores foram acima do ideal para conforto acústico nos ambientes externos (Figura 4).

Figura 4. Índices de ruídos internos e externos à escola 3

Fonte: Autores.

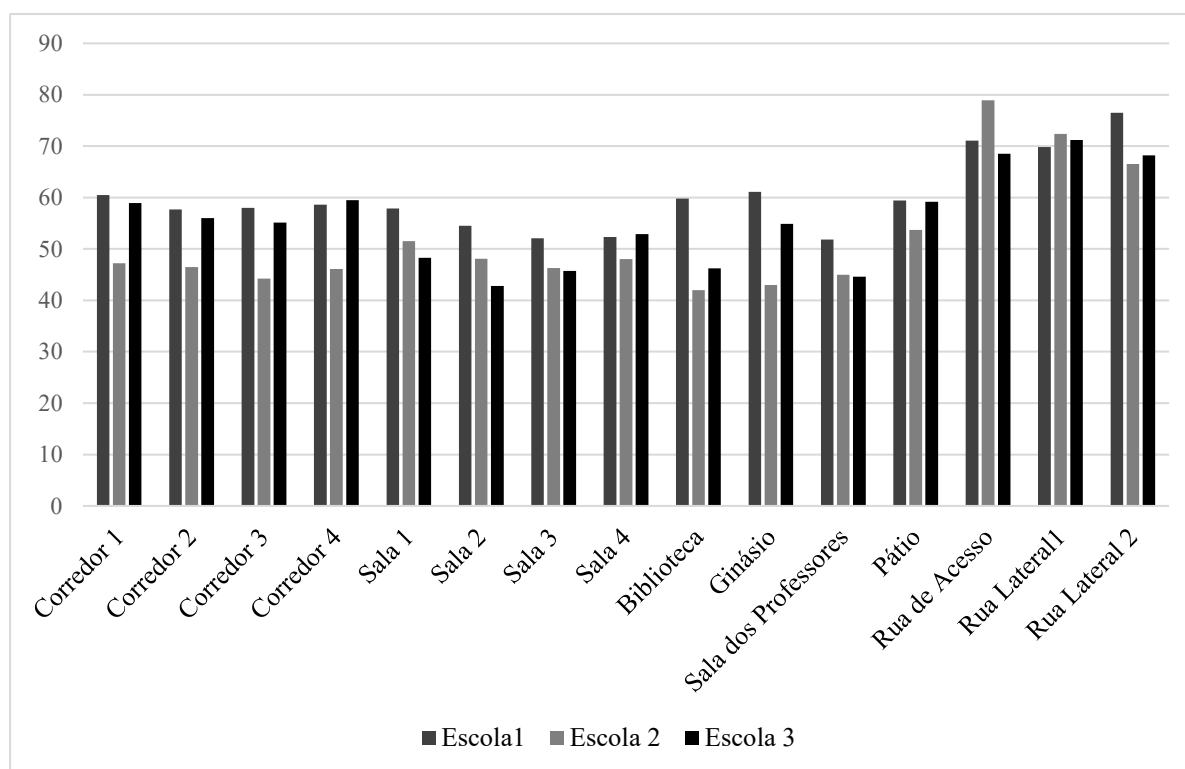
Nas áreas internas, apenas uma das salas (Sala 4) apresentou índices de ruído acima do limite (52,9 dB). De modo geral, a maioria dos ambientes aferidos estavam próximos aos índices de conforto acústico. A única escola que apresenta mais de dois pavimentos e percebemos que foi no andar mais alto do bloco central onde se teve a maior leitura da sala (52,9dB). Duas hipóteses podem ser formuladas a esse respeito: A primeira é que nos andares mais baixos a vegetação absorve parte dos ruídos originados nos entornos (Ruas). Pesquisas apontam para benefícios da arborização em áreas urbanas, o conforto acústico, redução de temperatura, sombreamento, diminuição da poluição atmosférica, melhoramento do microclima, redução de ruídos, melhoria física e mental das pessoas (DE OLIVEIRA et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2020). A segunda parte dos ruídos são provenientes de algumas obras da construção civil de grandes prédios em construção próximos à escola.

Comparativo nos índices de ruídos das escolas

Após a realização da análise individual para cada escola foi realizado o comparativo dos índices aferidos em cada edificação estudada em seus respectivos pontos na coleta de dados. Conforme os resultados apresentados nos gráficos anteriores, todas as três instituições de ensino apresentaram valores nos índices de ruídos externos e internos acima dos valores de conforto acústico estabelecidos na normativa para a maioria dos ambientes NBR 10151 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2000) e NBR 10152 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987), principalmente nos ambientes externos.

Considerando que o ruído em sala de aula é proveniente de fontes internas, frequentemente gerado por movimento de mobiliário, a própria conversação dos alunos em sala de aula, nos corredores ou no pátio e a proximidade às quadras poliesportivas (PIMENTEL et al., 2016), com a presença dos estudantes os índices poderiam ser ainda mais preocupantes. Esse resultado traz referência a percepção de que nas proximidades dessas escolas a cidade de Concórdia é ruidosa, como mostra na avaliação dos índices dos acessos das edificações com as ruas (Figura 5). Muito provável que esse efeito esteja relacionado ao relevo da cidade.

Figura 5 - Análise comparativa entre os índices de ruídos aferidos nas três escolas.



Fonte: Autores.

Quando os índices de ruído foram comparados entre as três instituições, a escola 1 foi a que apresentou os maiores índices de ruídos internos e externos. Entretanto, a escola 2 apresentou menor índice de ruído interno e maior índice externo, demonstrando ser mais eficaz no isolamento de ruídos externos. As medições desses ambientes demonstraram que as leituras estiveram compatíveis com as normas para conforto acústico. É importante destacar que “o ruído é um poluente invisível que prejudica a qualidade de vida da população” (NASCIMENTO; LEMOS, 2011).

Limitações do estudo e sugestões para pesquisas futuras

A principal limitação do estudo está no período em que as medições foram realizadas, durante a pandemia da Covid-19, com circulação de veículos e as atividades urbanas reduzidas. Possivelmente essa variável influenciou os níveis de ruído externos registrados. Por outro lado, a ausência de alunos e profissionais nas escolas possibilitou avaliar, de forma mais isolada, a contribuição dos ruídos urbanos para o ambiente escolar.

Neste contexto, para pesquisas futuras, recomenda-se a realização de novas medições em períodos de plena atividade escolar, a fim de comparar os resultados e avaliar de maneira mais abrangente os efeitos combinados do ruído urbano e das atividades internas. Avaliação dessa forma foi realizada em pesquisa de mestrado em uma das escolas públicas de Concórdia SC, com índices elevados de ruído (GERHARDT DA ROSA, 2023). Além disso, seria pertinente investigar estratégias de mitigação, como o uso de barreiras acústicas naturais (como arborização) e intervenções na estrutura física e arquitetônicas, ampliando a discussão sobre soluções aplicáveis ao contexto educacional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A literatura analisada e citada nesta pesquisa demonstra que a poluição sonora em instituições de ensino causa influência em alunos e professores. Nessa pesquisa o objetivo principal foi investigar os valores identificados nas medições em ambiente externo e interno de três escolas públicas localizadas na região central da cidade de Concórdia SC, a fim de

evidenciar a contribuição de ruídos gerados por atividades urbanas nos valores aferidos. Considerando que a coleta de dados ocorreu durante a pandemia da Covid-19, período em que os estudantes não frequentavam os estabelecimentos, conclui-se que os ruídos urbanos influenciam diretamente o ambiente escolar nas três escolas estudadas na cidade de Concórdia. Com a presença dos estudantes esses valores podem ser ainda mais preocupantes, podendo interferir na saúde dos ocupantes desse ambiente e no processo de aprendizagem.

Em estudo anterior surgiu a hipótese de que o aumento do ruído na sala de aula pode ser provocado por fontes externas a este ambiente, mas que estão dentro do perímetro da escola (ROSA; REIS, 2019). Na escola 2 foram efetuadas adequações físicas que promoveram ganhos no conforto acústico, decorrentes da redução nos índices de ruídos em relação às demais. Essas medidas evidenciam a relevância da participação da comunidade escolar e da parceria entre seus membros para os processos educativos.

Como inferência para pesquisas futuras, a pesquisa demonstrou a possibilidade da influência da vegetação na atenuação do efeito dos ruídos urbanos nas edificações. Se essa hipótese for comprovada com dados científicos o efeito da arborização em ambiente escolar pode ser além dos efeitos no conforto térmico, mas também para o conforto acústico na edificação.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Jeferson de Moura: conceituação, coleta de dados, redação – rascunho original.

Aneci Gerda Gerhardt da Rosa; Antonio Cristiano Lara Sampaio: conceituação, investigação, curadoria de dados, validação, redação – rascunho original.

Mari Aurora Favero Reis; Luana Cechin: metodologia, administração do projeto, supervisão, validação, redação – revisão e edição.

REFERÊNCIAS/REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT. NBR-10152: Níveis de ruídos para conforto acústico 1987. p. 1-4. Disponível em: <http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-10.152-Níveis-de-ruído-para-conforto-acústico.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT. NBR 10151 Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-10.151-Avaliação-do-ruído-em-áreas-habitadas.pdf. Acesso em: 20 fev. 2022.

BARBOSA, Michele Cristina Rufino; GOTHELF, Guilherme Wolf; CARVALHO, Lucas Araújo; PRATA, Mateus Scandar. Avaliação de ruído ambiental da região central da cidade de Uberaba – MG. Saúde e meio ambiente: revista interdisciplinar, [S. l.], v. 9, p. 80–95, 2020. ISSN: 2316-347X. DOI: 10.24302/sma.v9i0.2456. Disponível em: <http://www.periodicos.unc.br/index.php/sma/article/view/2456>. Acesso em: 10 out. 2022.

BITAR, Mariangela Lopes; CALAÇO SOBRINHO, Luiz Ferreira; SIMÕES-ZENARI, Marcia. Ações para a melhoria do conforto acústico em instituições de educação infantil. Ciência & Saúde Coletiva, v. 23, n. 1, p. 315–324, 2018. ISSN: 1678-4561. DOI: 10.1590/1413-81232018231.22932015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232018000100315&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 2 set. 2023.

BRASIL, Ministério da Educação. Material produzido pelo Serviço de Saúde Ocupacional e Segurança do Trabalho. Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares – Ebserh, 2016. 1–29 p. Disponível em: <https://www.gov.br/ebserh/pt-br/hospitais-universitarios/regiao-centro-oeste/hu-ufgd/governanca/administracao/AnexoResolucao37MANUALDEPROCEDIMENTOSDESEGURANADOTRABALHOPARAEMPRESASPRESTADORASDESERVIOS.pdf>. Acesso em: 20 maio. 2022.

CAMPOS, Nara Batista De; DELGADO-PINHEIRO, Eliane Maria Carrit. Análise do ruído e intervenção fonoaudiológica em ambiente escolar: rede privada e pública de ensino regular. Revista CEFAC, v. 16, n. 1, p. 83–91, 2014. ISSN: 1516-1846. DOI: 10.1590/1982-0216201414312. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-18462014000100083&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 23 mar. 2023.

CATANANTE, Flávia; CAMPOS, Rogério; LOIOLA, Iraneia. Aulas on-line durante a pandemia: condições de acesso asseguram a participação do aluno? Revista Educ@ção Científica, v. 4, n. 8, p. 977–988, 2020. ISSN: 2526-8716. DOI: 10.46616/rce.v4i8.122. Disponível em: <https://periodicosrefoc.com.br/jornal/index.php/RCE/article/view/122>. Acesso em: 12 fev. 2023.

DE OLIVEIRA, Victor Pereira; GABRIEL SIQUEIRA DIAS, Joaquim; TEIXEIRA RIBEIRO, Alaene; BIANCA DA SILVA OLIVEIRA, Luana; DE OLIVEIRA MARIANO, Mariana; SILVA PINTO, Danielle. A percepção da população sobre arborização em um conjunto habitacional no município de Paragominas-PA. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, v. 12, n. 3, p. 27, 2017. ISSN: 1980-7694. DOI: 10.5380/revsbau.v12i3.63560. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revsbau/article/view/63560>. Acesso em: 19 mar. 2020.

GERHARDT DA ROSA, Aneci Gerda. Implicações do excesso de ruídos no ambiente escolar: por uma política pública voltada a essa problemática. 2020. Universidad Nacional de Tres de Febrero (UNTREF), Buenos Aires (Argentina), 2020. ISBN: 9781425803780. Disponível em: http://170.210.60.93/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=73252&query_desc=au%2Cwrdl%3Agerhardt. Acesso em: 9 mar. 2020.

GERHARDT DA ROSA, Aneci Gerda. Implicaciones del exceso de ruidos en el ambiente escolar: por una política pública orientada a esa problemática. In: (ORGANIZADORES), Norberto Fernández Lamarra / . Pablo García (org.). 100 tesis de la Maestría en Política y Administración de la Educación de la Universidad Nacional de Tres de Febrero. Buenos Aires: UTREF, 2023. p. 217–219. Disponível em: [https://untref.edu.ar/uploads/100 tesis PAE publicado.pdf](https://untref.edu.ar/uploads/100%20tesis%20PAE%20publicado.pdf). Acesso em: 12 out. 2024.

GERHARDT DA ROSA, Aneci Gerda; FAVERO REIS, Gabriel; NEUMANN, Laura Batista; REIS, Mari Aurora Favero. Excesso de ruído no ambiente escolar: implicações e políticas públicas. DisSol Discurso, Sociedade e Linguagem, Porto Alegre, v. 10, n. 23, p. 159–179, 2025. DOI: 10.35501/dissol.v23i23.1289.

GIL, Antonio Carlos. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 6. ed., São Paulo: Atlas, 2017. 176 f. p.

GONÇALVES, Tiago Alex; NASCIMENTO, Eriberto Oliveira Do; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. Avaliação de medidas mitigadoras de controle de ruído numa indústria Metalmeccânica através de mapas acústicos. In: XVI ENCAC/XII ELACAC 2021, Palmas TO. Anais [...]. Palmas TO p. 51–59. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/encac/article/view/4202/3105>. Acesso em: 26 fev. 2024.

GUIDINI, Rafaela Fernanda; BERTONCELLO, Fabiana; ZANCHETTA, Sthella; DRAGONE, Maria Lúcia Suzigan. Correlações entre ruído ambiental em sala de aula e voz do professor. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, v. 17, n. 4, p. 398–404, 2012. ISSN: 1516-8034. DOI: 10.1590/S1516-80342012000400006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-80342012000400006&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 26 out. 2023.

HAAG, Tiago de Sá. Percepção docente dos efeitos do ruído sobre o ensino e aprendizagem nos anos finais do Ensino Fundamental. 2020. 121 p. f. Universidade de Brasília, Brasília, 2020. Disponível em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/38571/1/2020_TiagodeSáHaag.pdf. Acesso em: 6 jul. 2020.

KLOCK, Margio Cezar Loss; MALHEIROS, Thielyn da Silva; MODESTO, Zayne; FREITAS, Marcia Cristina De; KLOCK, Benilda Angela Turco. Qualidade de vida acústica em ambientes escolares – um desafio à educação moderna. *Divers@!*, v. 9, n. 1/2, p. 14–19, 2016. ISSN: 1983-8921. DOI: 10.5380/diver.v9i1/2.50073. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/diver/article/view/50073>. Acesso em: 24 out. 2023.

KOUKOULAS, Triantafillos; PIPER, Ben. Towards direct realisation of the SI unit of sound pressure in the audible hearing range based on optical free-field acoustic particle measurements. *Applied Physics Letters*, v. 106, n. 16, 2015. ISSN: 0003-6951. DOI: 10.1063/1.4918786. Disponível em: <https://pubs.aip.org/apl/article/106/16/164101/26881/Towards-direct-realisation-of-the-SI-unit-of-sound>. Acesso em: 3 mar. 2023.

KUMAR, Ranjit. *The Research Design. In: Research methodology: a step-by-step guide for beginners*. 3. ed., Los Angeles: SAGE Publications, 2011. p. 93–101. ISBN: 9781849203005.

NASCIMENTO, Ludimila Souza; LEMOS, Stela Maris Aguiar. A influência do ruído ambiental no desempenho de escolares nos testes de padrão tonal de frequência e padrão tonal de duração. *Revista CEFAC*, v. 14, n. 3, p. 390–402, 2011. ISSN: 1982-0216. DOI: 10.1590/S1516-18462011005000093. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-18462011005000093&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 23 nov. 2022.

OLIVEIRA, Sara Souza de Jesus De; CORREA, Jorleide Rodrigues; RIBEIRO, Alaene Teixeira; VICENZOTT, Bruna Nascimento; MARIANO, Mariana de Oliveira; PADILHA, Julianne Chaves; RODRIGUES, Alessandra Epifanio; PAMPLONA, Vanessa Mayara Souza. Percepção da população sobre arborização urbana em Paragominas, Pará. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 7, p. 51691–51701, 2020. ISSN: 25258761. DOI: 10.34117/bjdv6n7-713. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/13949/11663>. Acesso em: 22 out. 2023.

PIMENTEL, Bianca Nunes; FEDOSSE, Elenir; RODRIGUES, Nathana da Graça Sartori; CRUZ, Karolline Sérgio; SANTOS FILHA, Valdete Alves Valentins Dos. Percepção do ruído, saúde auditiva e qualidade de vida de professores de escolas públicas. *Audiology - Communication Research*, v. 21, n. 23, 2016. ISSN: 2317-6431. DOI: 10.1590/2317-6431-2016-1740. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317-64312016000100332. Acesso em: 12 out. 2022.

RAYMUNDINI, Edna. Ruídos e audição: Um desafio escolar. MARINGÁ: Governo do Paraná, 2014. ISBN: 9788580150797. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_uem_cien_pdp_edna_raymundini.pdf. Acesso em: 13 ago. 2020.

RIBEIRO, Maria Eliana R.; OLIVEIRA, Regina Lúcia de S.; SANTOS, Teresa M. Momenshon Dos; SCHARLACH, Renata Coelho. A percepção dos professores de uma escola particular de Viçosa sobre o ruído nas salas de aula. *Revista Equilíbrio Corporal e Saúde*, v. 2, n. 1, p. 27–45, 2010. Disponível em: <http://pgsskroton.com.br/seer/index.php/reces/article/view/166>. Acesso em: 26 mar. 2022.

ROSA, Aneci Gerda Gerhardt Da; REIS, Mari Aurora Favero. Conforto acústico em instituição de ensino: estudo de caso em escola pública de Concórdia. *Conforto acústico em instituição de ensino: estudo de caso em escola pública de Concórdia. In: ANAIS II SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE POLÍTICAS PÚBLICAS EM EDUCAÇÃO 2019, Joaçaba - SC. Anais [...]. Joaçaba - SC: Editora UNOESC, 2019 p. 194–202. Disponível em:*

<https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/sipped/article/view/23934/14174>. Acesso em: 11 ago. 2021.

SETLIK, Emely Clycia Ferreira; RODRIGUES, Ketlin Fernanda Miguel; CECHIN, Luana; COLPI, Roberto José; POVALUK, Maristela; SAMPAIO, Antonio Cristiano Lara; REIS, Mari Aurora Favero. Desempenho acústico em placas cimentícias com a aplicação materiais isolantes não convencionais. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, v. 16, n. 6, p. 4617-4627, 2023. ISSN: 1988-7833. DOI: 10.55905/revconv.16n.6-098. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/1000>. Acesso em: 23 abr. 2022.

STRINO, Claudio Luiz; BEZERRA, Marcelo de Matos. O ruído gerado por templos religiosos e impacto de vizinhança causado no município do Rio de Janeiro. *Scientific Electronic Archives*, v. 15, n. 6, 2022. ISSN: 2316-9281. DOI: 10.36560/15620221549. Disponível em: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1549>. Acesso em: 27 fev. 2024.

SURIANO, Marcia Thais; SOUZA, Léa Cristina Lucas De; SILVA, Antonio Nelson Rodrigues Da. Ferramenta de apoio à decisão para o controle da poluição sonora urbana. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 20, n. 7, p. 2201-2210, 2015. ISSN: 1413-8123. DOI: 10.1590/1413-81232015207.10792014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232015000702201&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 20 out. 2020.



Este trabalho está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).