



XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Avanços no desempenho das construções – pesquisa, inovação e capacitação profissional

12, 13 E 14 DE NOVEMBRO DE 2014 | MACEIÓ | AL

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE ACÚSTICA EM EDIFÍCIOS ESCOLARES DA CIDADE DE MACEIÓ-AL

NUNES, Thyse; OITICICA, Maria Lúcia.

Ufal, (82)9900-1776, thaysenuness_@hotmail.com, Ufal, mloiticica@hotmail.com

RESUMO

A instituição escolar exerce papel fundamental na formação do aluno, sendo assim, o ambiente de ensino e aprendizado deve oferecer condições favoráveis ao desempenho das atividades a serem realizadas. Uma destas condições ou a mais importante delas está ligada à qualidade acústica da edificação que, apesar de sua relevância, muitas vezes não é levada em consideração no processo de desenvolvimento do projeto. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade acústica em escolas públicas da cidade de Maceió-Al. A metodologia utilizada partiu de um processo de setorização das escolas por áreas mais ruidosas e menos ruidosas. Tal processo deu origem a um quadro com 12 tipologias diferentes onde destas, selecionaram-se quatro para serem analisadas. As análises foram baseadas na caracterização dos aspectos físicos e acústicos de cada edificação. Em relação aos aspectos físicos, verificou-se que as escolas apresentam diferenças quanto à implantação, tipologia e soluções arquitetônicas, no entanto, há uma tentativa de padronização em relação aos aspectos construtivos, sobretudo no que se refere aos materiais empregados. Já em relação à análise acústica, as medições do nível de pressão sonora realizadas revelaram um fato preocupante: Em todas as salas de aula em que foram realizadas as medições, os níveis de ruído ultrapassam ao intervalo considerado aceitável por norma para este tipo de ambiente, o que impossibilita um sistema eficiente de ensino e aprendizado em escolas que utilizam a comunicação verbal como principal veículo de disseminação do conhecimento.

Palavras-chave: Qualidade Acústica, Tipologias Arquitetônicas, Edificações Escolares.

ABSTRACT

The school plays a fundamental role in the formation of the student, so the environment for teaching and learning must offer favorable conditions for the performance of activities to be performed. One of these conditions or the most important of which is connected to the acoustic quality of the building that, despite its importance, is often not taken into consideration in the project development process. This study aims to evaluate the acoustic quality of public schools in the city of Maceió- Al. The methodology begins with a process of schools's sectorization for noisier and less noisy areas. This process gave rise to a frame with 12 different types where four were selected be analyzed. The analyzes were based on the characterization of physical and acoustic aspects of each building. In physical aspects, it was found that schools differ as to the deployment, typology and architectural solutions, however, there is an attempt at standardization in relation to the constructive aspects, especially with regard to the materials used. Regarding the acoustic analysis, measurements of sound pressure level have revealed a disturbing fact: In all the classrooms in which measurements were made , the noise levels beyond the range normally considered acceptable for this type of environment , which prevents an efficient teaching and learning in schools using verbal communication as the main vehicle for the dissemination of knowledge.

Keywords: Quality Acoustics, Architectural Typologies, School Buildings

1 INTRODUÇÃO

Vários fatores interferem na qualidade do ambiente de ensino e posteriormente no rendimento do aluno em sala de aula de modo que problemas relacionados à acústica podem criar ambientes caóticos e com deficiências na comunicação verbal entre alunos e professores. De acordo com Silva (1991), o ruído influi na inteligência, principalmente na capacidade de atenção do indivíduo e reduz o rendimento no trabalho, tanto intelectual quanto fisicamente. Entre as principais fontes geradoras de ruído em edificações escolares destacam-se: o ruído externo proveniente do tráfego de veículos e dos equipamentos localizados no entorno da edificação e as fontes internas tais como: pátios, corredores, quadras de esporte, cantinas, lanchonetes, entre outras.

Segundo Kowaltowski (2011) as falhas decorrentes de problemas acústicos em relação à forma do edifício escolar se relacionam ao posicionamento de ambientes geradores de ruídos dentro da própria edificação. Além de prejudicar a concentração e o posterior aprendizado do aluno, o ruído pode comprometer a saúde vocal dos professores, desencadeando distúrbios de voz, além de problemas relacionados à audição e distúrbios no sistema nervoso.

No entanto, apesar da relevância de tal temática, pouca atenção vem sendo dispensada às construções escolares, sobretudo as da rede pública, onde na maioria das vezes, o conforto ambiental da edificação é deixado de lado em detrimento ao atendimento dos condicionantes econômicos. Diante disso, tais edificações acabam adquirindo características padronizadas que não levam em consideração as particularidades de cada local onde serão inseridas, de modo que, na maioria das vezes, não conseguem evitar a propagação do ruído nem mesmo internamente, o que, futuramente pode acarretar a necessidade de ações corretivas de custos elevados.

Outro item que influi negativamente no isolamento acústico refere-se à presença de aberturas nas salas. Como em Maceió o clima é quente e úmido e as escolas da Rede Municipal não possuem condicionamento de ar artificial, existe uma necessidade de se manter as janelas abertas por um longo período de tempo para que se tenha uma temperatura amena e um clima mais agradável no interior do ambiente de ensino. O fato é que essas aberturas também permitem a passagem de ruído do meio externo para o meio interno podendo comprometer a acústica de tais ambientes.

2 OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade acústica em escolas públicas municipais da cidade de Maceió- AL verificando-se os níveis de ruído presente no interior de tais edificações a fim de contribuir para a construção de novas diretrizes de projeto que favoreçam a qualidade acústica nestes espaços.

3 MÉTODO

O método aplicado para a realização do presente trabalho foi dividido em quatro etapas, descritas a seguir:

- 3.1 Revisão bibliográfica e levantamento de dados das escolas existentes.
- 3.2 Seleção do objeto de estudo: Tipologias a serem avaliadas.
- 3.3 Análises e Diagnósticos.
- 3.4 Conclusões.

3.1 Revisão bibliográfica e levantamento de dados das escolas existentes

Nesta etapa buscou-se um maior aprofundamento dos temas relacionados à acústica escolar, sobretudo em relação às normas acústicas existentes para este tipo de ambiente. Foi realizado um levantamento de dados das Escolas Públicas Municipais de Maceió onde foi possível recolher o acervo digital dos projetos arquitetônicos existentes. O acervo possui em torno de 110 projetos em formato dwg. Tais dados foram obtidos por intermédio da SEMED - Secretaria Municipal da Educação.

3.2 Seleção do objeto de estudo

Para a seleção do objeto de estudo realizou-se inicialmente uma análise geral do acervo com o intuito de verificar quais eram as tipologias arquitetônicas presentes no mesmo. A idéia desde o início era escolher escolas com tipologias diferentes para serem estudadas. Neste primeiro momento foi feita a análise de cada projeto observando-se o formato da planta que cada escola apresentava, assim como a relação entre áreas de menor e maior ruído, respectivamente. Para esta primeira análise, apenas o pátio foi destacado como área de maior ruído.

Pode-se perceber que os projetos apresentam diferentes formas de organização espacial. Algumas edificações são compostas basicamente de dois blocos paralelos de salas de aula separados por um pátio, outras já possuem sua planta em formato de “L”, “U” ou em formato variado. Nesta primeira análise verificou-se a presença de 12 tipologias arquitetônicas como pode ser observado no quadro 1.

Quadro 1 - Síntese das tipologias arquitetônicas avaliadas

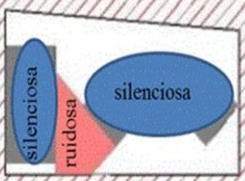
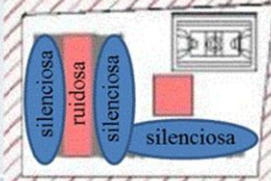
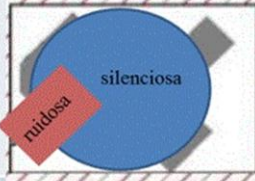

1 Trapezoidal 	2 Inclinada 	3 Variada
4 Tipologia em "L" 	5 Tipologia em "A" 	6 Triangular
7 Regular 	8 Tipologia em "O" 	9 Blocos Paralelos
10 Retangular + "L" 	11 Tipologia em "U" 	12 Linear

Legenda: Área pedagógica (salas de aula, circulações, sanitários, cantinas direção, sala dos professores e coordenação). Pátios Tipologias Selecionadas

Fonte: CORREIA (2013)

A escolha das edificações a serem estudadas baseou-se na seleção de tipologias que possuíssem diferentes conflitos acústicos entre si, como podem ser observados no quadro 2.

Quadro 2 – Tipologias arquitetônicas e conflitos

TRAPEZOIDAL	RETANGULAR + "L"	INCLINADA	FORMATO DE "O"
E1	E2	E3	E4
			
-Proximidade das áreas: ruidosa e silenciosas	-Áreas silenciosas separadas por área ruidosa.	-Área ruidosa parcialmente envolvida por área silenciosa.	-Área ruidosa totalmente envolvida por área silenciosa

Fonte: CORREIA (2013)

3.3. Análises e Diagnósticos

Para cada escola foi feito um mapeamento sonoro onde as plantas baixas foram setorizadas mais detalhadamente de acordo com as áreas mais ruidosas e menos ruidosas. Cada setor destacado na planta está associado ao nível máximo de ruído a que o mesmo deveria estar submetido de acordo com a NBR 10152(1987) ou, no caso dos pátios, estão associados aos níveis de ruído a que geralmente são expostos. O mapeamento sonoro de cada planta pode ser observado nas fichas que serão apresentadas no final do item 3.3. A seguir, pode-se observar a explicação de cada item da legenda do mapeamento sonoro:

a) Área Pedagógica

A área pedagógica foi destacada como a área menos ruidosa tomando como referência as salas de aula, por serem ambientes que necessitam ter os menores níveis de ruído possíveis dentro da edificação. O intervalo de ruído aceitável pela NBR10152(1987) para estes ambientes encontra-se entre 40 e 50 dB (A).

b) Circulações

As circulações foram destacadas como áreas mais ruidosas por se conformarem como zonas de passagem dos usuários onde as pessoas geralmente passam conversando, crianças correndo. Desta forma, acabam sendo áreas muito reverberantes podendo exercer influência direta na acústica das salas. A NBR10152(1987) recomenda que o nível de ruído para este ambiente deve ser de, no máximo 55 dB (A).

c) Pátios

Os pátios também foram destacados como áreas de maior ruído por serem ambientes geralmente expostos a níveis de ruído superiores a 70dB(A) podendo influenciar consideravelmente a acústica das salas de aula.

d) Ambiente onde foi realizada a Medição ●

O item “d” da legenda refere-se aos ambientes onde foram selecionadas as medições do Nível de Pressão Sonora.

Verificou-se que as escolas de uma maneira geral não possuem nenhum tipo de tratamento acústico, sendo assim, no mapeamento sonoro também são apresentadas algumas sugestões prévias para a melhoria do desempenho acústico de tais edificações:

e) Paredes com necessidade de Isolamento contra o Ruído Externo

Considerou-se necessário o isolamento contra o ruído externo nas faces externas das paredes de salas de aula que possuem janelas voltadas para as fachadas situadas próximas à vias de tráfego. Os tipos de janelas encontradas foram: basculantes e pivotantes. Em sua maioria, apresentam precariedade quanto à manutenção, apresentando frestas e aberturas que contribuem para a passagem do ruído do meio externo para o ambiente interno.

f) Necessidade de Isolamento Interno (entre partições)

O ruído gerado no interior de uma sala de aula pode ser facilmente transmitido para outra sala adjacente, sobretudo nas salas em que as paredes não alcançam o teto permitindo o vazamento sonoro de um ambiente para o outro. As paredes divisórias geralmente são de blocos de tijolos e não possuem nenhum tipo de tratamento acústico, sendo assim, considerou-se necessário o Isolamento acústico entre as salas.

g) Necessidade de absorção Acústica

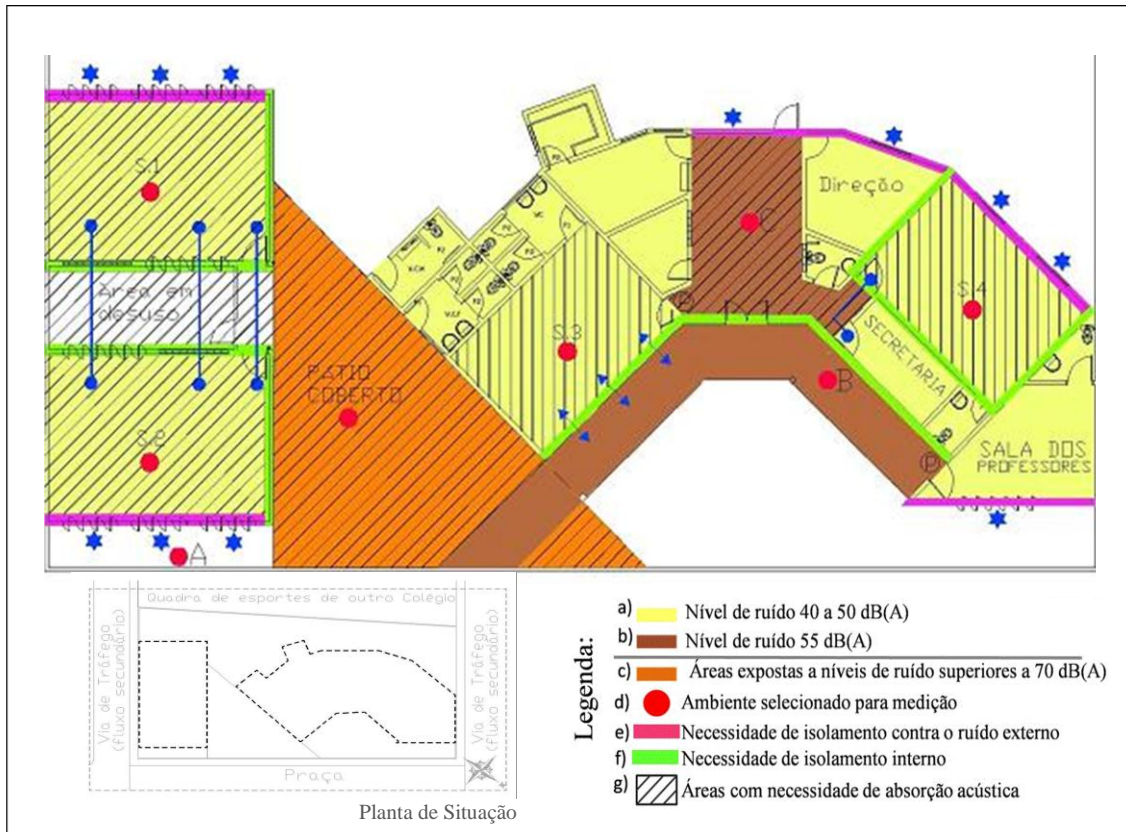
Constatou-se a necessidade de absorção no interior de todas as salas de aula no intuito de diminuir a reverberação e conseqüentemente o nível de ruído interno. O mesmo procedimento foi aplicado em áreas muito reverberantes como pátios e circulações fechadas no intuito de impedir a passagem do ruído gerado nestes ambientes para as salas de aula.

Além do mapeamento sonoro, também foi apresentada uma pequena síntese dos pontos negativos em relação aos aspectos construtivos que as salas de aula apresentam.

3.3.1 MEDIÇÕES REALIZADAS

Com o auxílio do medidor do nível de pressão sonora modelo 01dB-Metravib Solo, realizou-se as medições nos ambientes internos das escolas durante o período de 10/07/2013 a 28/08/2013 no turno vespertino no horário compreendido entre 13:30hs e 17:00hs. Tais medições foram executadas de acordo com a NBR 10151 – Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade (ABNT, 2000). As condições em que foram realizadas foram estabelecidas a partir das características reais de utilização dos espaços. As salas de aula não possuem condicionamento de ar artificial e encontravam-se com os ventiladores desligados. As medições em salas de aulas ocorreram em horário de aula (salas ocupadas) e em diferentes situações de isolamento acústico: com portas e janelas abertas e com portas e janelas fechadas. Em seguida, os resultados obtidos foram comparados com os níveis de ruído considerados aceitáveis pela NBR 10152 que estabelece os níveis máximos de ruído aceitáveis para o conforto acústico em diversos ambientes. Em salas de aula, o nível máximo admitido é de 50 dB(A).

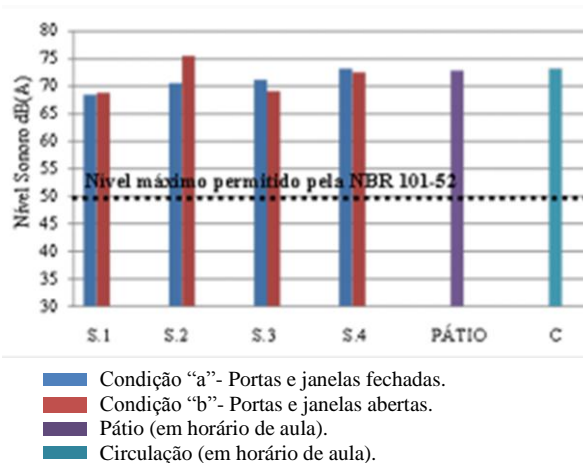
Ficha Acústica- E1: Escola de ensino infantil Mascarenhas de Moraes



Principais pontos negativos (Aspectos Formais)

- Portas/ Janelas localizadas umas de frente para as outras facilitando a troca de ruído entre as salas.
- Aberturas voltadas para as fachadas que estão situadas próximas á fontes de sonoras, permitindo a entrada do ruído externo.
- Aberturas das salas voltadas para a circulação/Pátio permitindo a transferência de ruído entre os ambientes.
- Portas situadas lado a lado facilitando a troca de ruído entre as salas

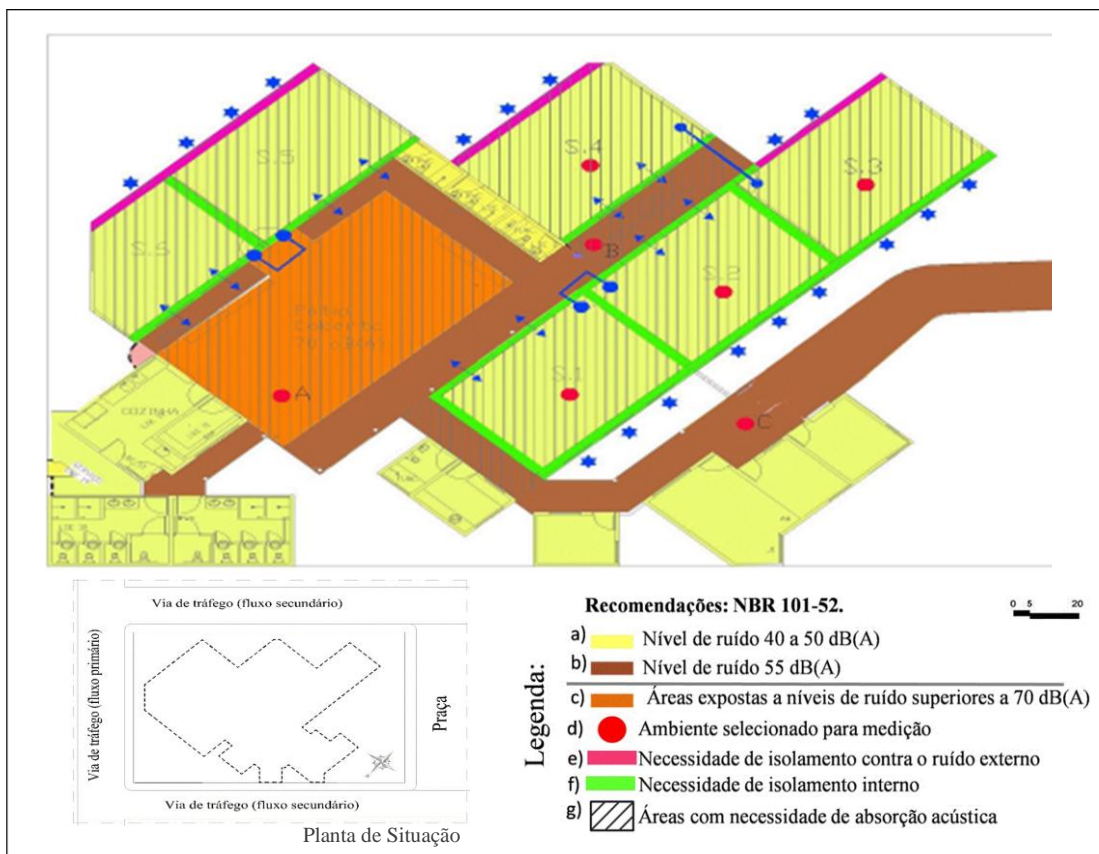
Gráfico 1: Resultados das medições do nível de pressão sonora na E1 com salas da em diferentes condições de Isolamento Acústico.



De acordo com o gráfico 1, todas as salas em que foram realizadas as medições encontram-se fora dos padrões aceitáveis pela NBR 10152 apresentando níveis de ruído extremamente elevados. Observa-se que mesmo na condição “a” com as portas e janelas fechadas, os valores obtidos também foram muito elevados. Uma possível explicação para este fato seria a má reverberação da sala de aula, que por não possuir um tratamento acústico acaba tendo a sua qualidade acústica comprometida.

Fonte: Correia; Oiticica (2014)

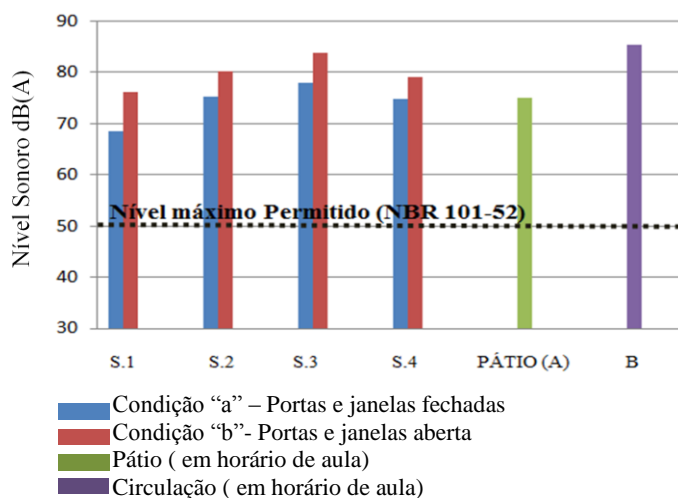
Ficha Acústica- E2: Escola de ensino fundamental Deraldo Campos



Principais pontos negativos (Aspectos Formais)

- Portas/ Janelas localizadas umas de frente para as outras facilitando a troca de ruído entre as salas.
- Aberturas voltadas para as fachadas que estão situadas próximas á fontes de sonoras, permitindo a entrada do ruído externo.
- Aberturas das salas voltadas para a circulação/Pátio permitindo a transferência de ruído entre os ambientes.
- Portas situadas lado a lado facilitando a troca de ruído entre as salas de aula.

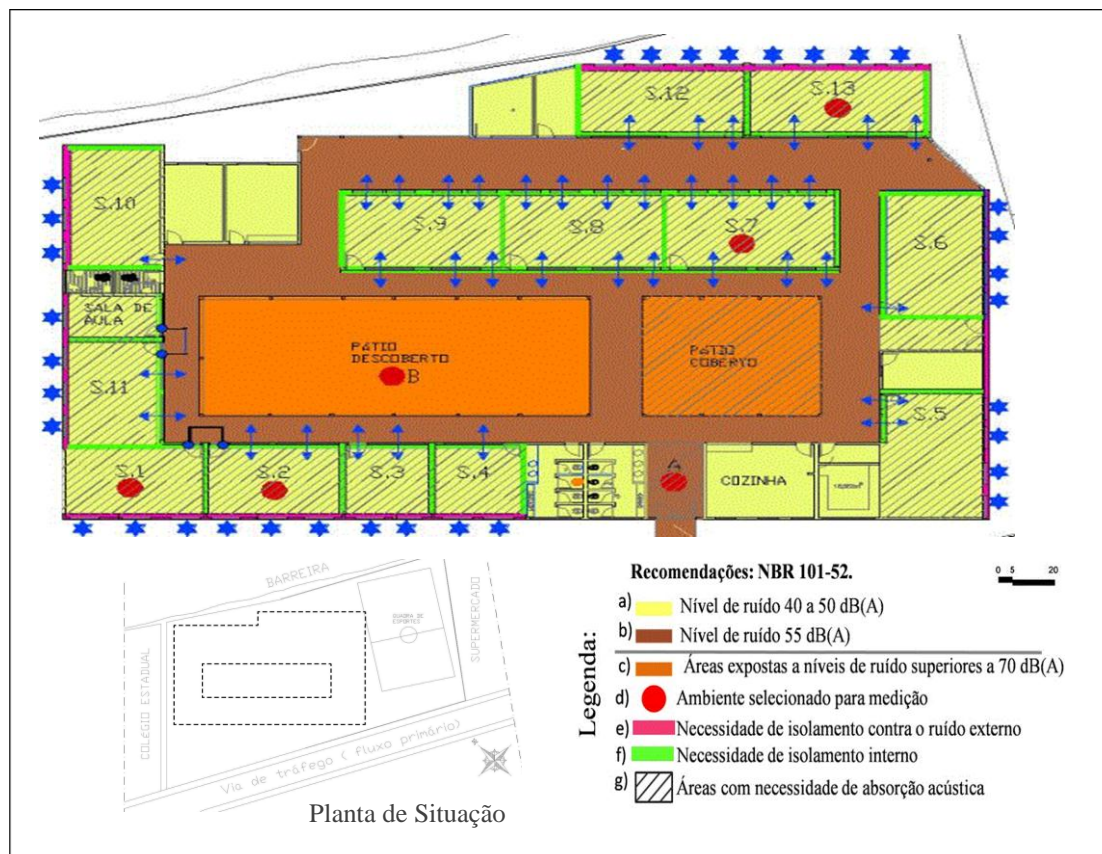
Gráfico 2: Resultado das medições do nível de intensidade sonora na E2 em diferentes condições de isolamento acústico.



O gráfico 2 deixa claro que existe um aumento significativo de ruído quando as salas encontravam-se nas condição b (portas e janelas abertas), o que evidencia a inferência do ruído advindo dos demais ambientes. A sala 3 (S.3) é o ambiente mais crítico acusticamente, apresentando, para a condição "b", aproximadamente 89,7 dB(A). Sendo assim, para o professor conseguir ministrar a sua aula, deveria elevar a sua voz em, no mínimo, 101 dB(A) para garantir uma razão sinal/ruído

Fonte: Correia;Oiticica (2014)

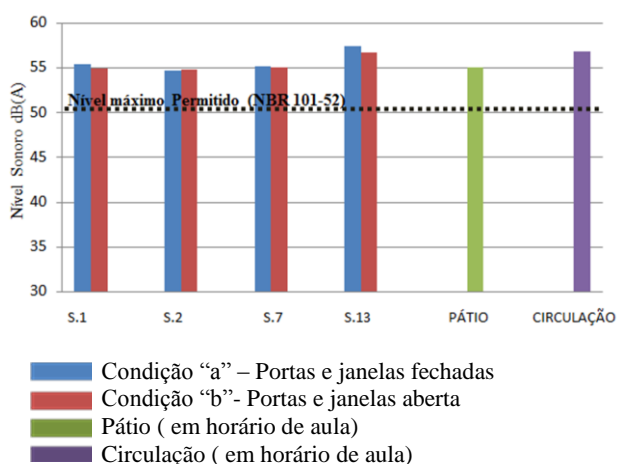
Ficha Acústica – E3: Escola de ensino Fundamental Baltazar de Mendonça



Principais pontos negativos (Aspectos Físicos)

- ★ ☹ Aberturas voltadas para as fachadas que estão situadas próximas á fontes de sonoras, permitindo a entrada do ruído externo.
 - ↕ ☹ Aberturas das salas voltadas para a circulação/Pátio permitindo a transferência de ruído entre os ambientes.
 - ↔ ☹ Portas situadas lado a lado facilitando a troca de ruído entre as salas de aula.
- O terreno da escola situa-se ao lado de uma outra escola estadual, o que desfavorece a acústica da edificação

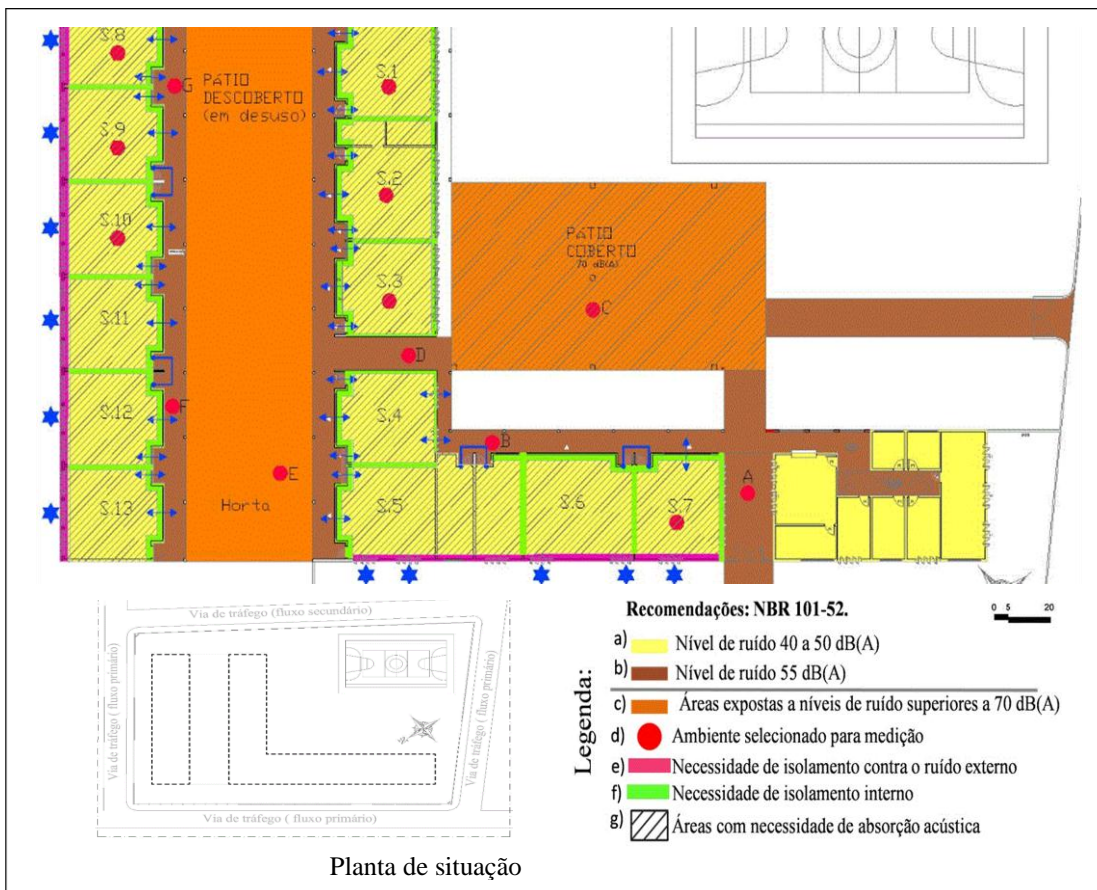
Gráfico 3: Resultado das medições do nível de intensidade sonora na E3 em diferentes condições de isolamento acústico.



Apesar dos níveis sonoros continuarem acima do permitido pela Norma 10152, a E3 foi a que apresentou os menores níveis de ruído em relação ás outras escolas estudadas. Vale salientar que a escola está implantada em um terreno voltado apenas para uma via de tráfego de fluxo secundário, divergindo das outras edificações nesse aspecto.

Fonte: Correia; Oiticica (2014)

Ficha Acústica – E4: Escola de ensino Fundamental Frei Damião



Principais pontos negativos (Aspectos Físicos)



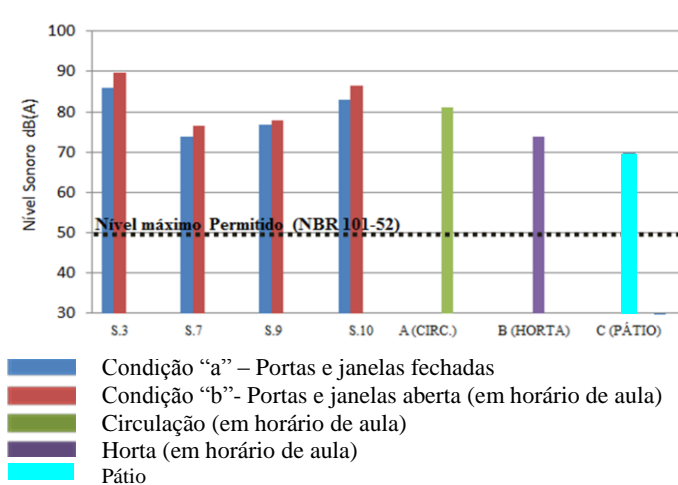
Aberturas voltadas para as fachadas que estão situadas próximas á fontes de sonoras, permitindo a entrada do ruído externo.

Aberturas das salas voltadas para a circulação/Pátio permitindo a transferência de ruído entre os ambientes.

Portas situadas lado a lado facilitando a troca de ruído entre as salas de aula.

O terreno da escola é circundado por quatro vias de tráfego, onde três destas são de fluxo primário, o que torna a edificação bastante exposta ao ruído externo.

Gráfico 4: Resultado das medições do nível de intensidade sonora na E4 em diferentes condições de isolamento acústico.



Os níveis de ruído continuam muito acima do intervalo permitido pela NBR10152 chegando á quase 90 dB(A) em sua situação mais crítica. Um fator negativo nesta escola refere-se á proximidade das salas com a horta que, neste caso é usada para atividades recreativas no mesmo horário em que as outras turmas estão de aula. Tal fato contribui negativamente para a qualidade acústica das salas, sobretudo as que estão situadas mais próximas á horta.

Fonte:Correia;Oiticica (2014)

3.4 CONCLUSÕES

Uma análise final dos resultados levou-se a concluir que as escolas analisadas não foram projetadas considerando os aspectos acústicos. Percebe-se que há uma falta de cuidado desde a escolha do terreno onde a edificação será inserida. Algumas escolas foram implantadas em terrenos que possuem as quatro testadas voltadas para vias de tráfego, o que aumenta a interferência do ruído externo no interior da edificação, como é o caso da E2 onde se obteve os maiores valores de níveis de intensidade sonora.

Em relação á tipologia, observa-se que não existe a preocupação em proteger as salas de aulas das áreas mais ruidosas, estas geralmente se organizam em torno do pátio e possuem suas aberturas voltadas para uma das áreas mais ruidosas da edificação. Os níveis de ruído encontrados nos pátios mesmo em horário de aula foram muito elevados, o que o torna um ambiente propagador de elevados níveis sonoros.

As medições do nível de pressão sonora realizadas revelaram um fato altamente preocupante: Em todas as salas medidas, os valores obtidos ultrapassam ao nível aceitável de conforto acústico, que no caso das salas de aula, deve atingir no máximo, 50 dB(A) de acordo com a NBR 10152(1987). Grande parte das salas apresentou níveis altíssimos que impossibilitaria o exercício da atividade do professor, pois o mesmo precisaria elevar muito a sua voz para garantir uma razão Sinal/Ruído de 15 dB(A) , o que acarretaria em vários danos á sua saúde vocal.

Verificou-se que todas as salas de aula estudadas não possuem isolamento acústico satisfatório, de modo que o ruído originado em uma sala pode ser facilmente percebido na sala ao lado por conta do vazamento sonoro entre as partições. Diante de todos os resultados alcançados, conclui-se que as escolas municipais de ensino fundamental de Maceió avaliadas não apresentam condições acústicas satisfatórias.

O presente trabalho visa contribuir para uma maior conscientização do problema da qualidade acústica em escolas públicas além de reforçar a necessidade da implementação de uma metodologia projetual eficiente para edifícios escolares que possa sintetizar os procedimentos do projeto escolar, orientando os arquitetos, engenheiros e gestores a elaborarem e construirém edificações escolares apropriadas para o fim a que destinam, tendo em vista que o cuidado na etapa da concepção projetual é extremamente necessário, uma vez que corrigir os problemas em edifícios construídos se torna muito mais dispendioso o eu evitá-los na etapa do projeto.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151** – Avaliação de ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10152** – Níveis de Ruído para Conforto Acústico. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K. **Arquitetura escolar: o projeto do ambiente de ensino**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

SILVA, Pérides. **Os efeitos “Pernilongo e Cascata”**. Revista Acústica e Vibrações, vol.9- jun/1991.p.19-25.

CORREIA, Thayse. Avaliação acústica de escolas municipais da cidade de Maceió-AL. Trabalho final de graduação. Maceió-AL, 2013.