



ENTAC2006

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO | XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

RUÍDO AERONÁUTICO EM ESCOLAS

Maria Fernanda de Oliveira Nunes (1); Miguel Aloysio Sattler (2)

(1) Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de Caxias do Sul – e-mail: mfonunes@ucs.br

(2) PPGEC/NORIE – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – e-mail: sattler@vortex.br

RESUMO

Proposta: Segundo a Organização Mundial da Saúde, as crianças são consideradas o grupo mais vulnerável aos efeitos do ruído e, atualmente, os prejuízos na vida escolar possuem evidências científicas comprovadas. No entanto, as atividades escolares dentro das zonas de ruído mais críticas, ao redor dos aeroportos, que não são permitidas segundo legislações nacionais e municipais, ocorrem em ambientes com características construtivas inadequadas aos níveis de exposição. Neste trabalho é realizada uma avaliação do ruído aeronáutico, nas proximidades do Aeroporto Internacional Salgado Filho, em Porto Alegre, com um estudo em três escolas, localizadas dentro da zona de ruído. Este estudo pretende verificar os níveis de ruído dentro das salas de aula e bibliotecas e comparar com o incômodo manifestado por alunos e professores. **Método:** Medições de ruído dentro das salas de aulas e bibliotecas durante as atividades escolares, com medidor de nível de pressão sonora, tipo 1, e aplicação de questionários para verificar o grau de incômodo de alunos e professores. **Resultados:** o ruído emitido pela passagem dos aviões altera de modo significativo as características acústicas do local, indicando o comprometimento das atividades escolares e, principalmente, o desempenho escolar dos alunos. Existe também um grande esforço vocal de alunos e professores que, muitas vezes, alcançam níveis sonoros superiores à passagem dos aviões. **Originalidade:** Medições acústicas durante a atividade escolar e registro sonoro do sobrevôo das aeronaves em ambiente escolar.

Palavras-chave: ruído aeronáutico; percepção do ruído; ambiente escolar.

ABSTRACT

Propose: According to the World Health Organization, children are considered the most vulnerable group regarding the effects of noise. In addition, scientific evidence has proved that school life is harmed. However, school activities inside the most critical noise zones around airports, which are not allowed according to national and municipal legislation, take place in environments with constructive building features unsuitable to the exposure levels. This study presents an evaluation of the aircraft noise in the neighborhoods of the Salgado Filho International Airport, in Porto Alegre city, with a study in three schools, located inside of the noise zone. This study aims to verify the noise levels inside the classrooms and libraries and compare with the annoyance revealed for students and teachers. **Method:** Measurements of noise inside of the classrooms and libraries during the school activities, with sound pressure level meter type 1, and application of questionnaires to verify the degree of annoyance of students and teachers. **Results:** The aircraft over-fly noise modifies significantly the acoustics characteristics, indicating the problems in school activities and mainly the school performance of the students. Many times a vocal and auditory problems of pupils and professors also exists during the aircraft fly-over. **Originality:** Acoustics measurements during the school activity and sound register of aircraft fly-over in school environment.

Keywords: aircraft noise; noise perception; school environment.

1 INTRODUÇÃO

O ruído aeronáutico pode produzir uma grande variedade de efeitos psicossociais e econômicos na população os quais, segundo a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2001), pode incluir:

interferência na qualidade de vida e no conforto, efeitos na performance escolar, na qualidade do sono e na perda de valor dos imóveis localizados no entorno dos aeroportos.

Atualmente, as áreas dentro das curvas de ruído dos aeroportos brasileiros são gerenciadas pelo Comando da Aeronáutica, responsável pela aprovação de obras dentro dos limites estipulados no Plano Específico de Zoneamento de Ruído - PEZR -. Os estudos para determinar o nível de isolamento acústico das edificações, ao redor dos aeroportos, são feitos a partir de uma estimativa dos níveis de ruído, com base em uma simulação via *software*. Atualmente não são realizados programas de monitoramento do ruído nos aeroportos brasileiros. Logo, o clima acústico dessas áreas não é verificado, ao contrário do que ocorre nos países da América do Norte e da Europa.

Neste trabalho é realizada uma avaliação do ruído aeronáutico, nas proximidades do Aeroporto Internacional Salgado Filho, em Porto Alegre, com um estudo em três escolas, localizadas dentro da zona de ruído. Este estudo pretende verificar os níveis de ruído dentro das salas de aula e bibliotecas e comparar com o incômodo manifestado por alunos e professores.

2 MÉTODO

2.1 Objetos de estudo

As Escolas desse estudo pertencem à rede de ensino público do Estado do Rio Grande do Sul e se localizam nos bairros vizinhos ao Aeroporto Internacional Salgado Filho. No total, são 87 estabelecimentos de ensino localizados nos bairros que limitam o aeroporto, sendo 41 particulares com a função de creche ou escola infantil, 17 particulares voltados para o ensino de 1º e 2º graus e 21 estabelecimentos estaduais e 8 municipais.

Dentro das zonas de ruído, existem 10 estabelecimentos de ensino, sendo dois, dentro da Zona I: a Escola Estadual Carlos Barbosa Gonçalves e a Escola Estadual Lions Porto Alegre Farrapos. Ambas se situam dentro da Zona I do PEZR, na direção oeste, em relação à cabeceira da pista do aeroporto.

Na Zona II do PEZR, estão localizados outros sete estabelecimentos de ensino, todos na direção leste da cabeceira do aeroporto. Desses sete estabelecimentos, quatro tem a função de creche ou escola infantil e os outros três são escolas ou colégios, um particular e dois pertencentes à rede pública municipal e estadual. Um desses estabelecimentos da rede pública, o Colégio Estadual Presidente Arthur da Costa e Silva, foi escolhido para esse estudo, como um parâmetro comparativo na análise dos dados das escolas da Zona I. A figura 1 mostra a localização das três escolas, em relação à pista do Aeroporto Salgado Filho.



Figura 1: localização das escolas em relação à pista do aeroporto. (Fonte: NUNES, 2005)

2.1.1 Escola Estadual Dr. Carlos Barbosa Gonçalves – CB

A Escola Estadual Carlos Barbosa Gonçalves, CB, se situa no Bairro Navegantes, a, aproximadamente, 1600m da cabeceira oeste da pista do Aeroporto Salgado Filho. Apesar da proximidade com duas vias de tráfego intenso de veículos, as Avenidas A. J. Renner e Dona Teodora, a localização da escola na Travessa Dr. Heinzemann afasta a interferência do ruído de tráfego dos veículos nessas avenidas.

A proximidade das aeronaves é muito grande e se percebe o ruído emitido de forma muito intensa no pátio. A proximidade das aeronaves foi relatada por alguns moradores que já tiveram, inclusive, casos de destelhamento, após a passagem de aviões. A Figura 2 mostra a aproximação de uma aeronave, passando acima do prédio das salas de aula.



Figura 2: aproximação de uma aeronave na Escola CB. (Fonte: NUNES, 2005)

O projeto do prédio atual é de 1984, desenvolvido dentro do projeto Escola Padrão de Alvenaria – EPA – da Secretaria de Obras do Estado. A construção é de alvenaria de tijolos aparentes, com cobertura de telha de fibrocimento e forro de madeira. O forro constitui um dos elementos construtivos mais frágil da acústica do prédio, pois, nas áreas de circulação, ele é constituído de ripas intercaladas e, nas salas de aulas, o forro é convencional, no sistema macho/fêmea. Além de ser permeável ao ar e, portanto também ao ruído, a espessura do forro não apresenta uma proteção eficiente ao ruído.

2.1.2 Escola Estadual Lions Club Porto Alegre Farrapos – LC

A Escola Estadual *Lions Club* Porto Alegre Farrapos, LC, se localiza a, aproximadamente, 1100m da cabeceira oeste da pista, na Rua Dona Teodora, no Bairro Navegantes.

A escola foi fundada em 1968, e as atividades se desenvolviam em pequenos galpões de madeira de compensado. Alguns anos mais tarde, os galpões foram substituídos por outros, de melhor qualidade, conhecidos como *Brizoletas*. O projeto do prédio atual é de 1989, desenvolvido dentro do Projeto Nova Escola – PNE – da Secretaria de Obras do Estado. A construção é de alvenaria de tijolos aparentes, com cobertura de telha de fibrocimento e forro de laje de concreto. A Figura 3 mostra o prédio antigo em madeira, que abriga a biblioteca, e a sinalização da pista do Aeroporto Salgado Filho, vista da quadra esportiva, o que constitui um forte indicativo da proximidade das aeronaves.



Figura 4: Escola LC: (a) sobrevôo de uma aeronave acima do prédio da biblioteca e (b) sinalização luminosa da pista do aeroporto vista da quadra esportiva. (Fonte: NUNES, 2005)

2.1.3 Colégio Estadual Presidente Arthur da Costa e Silva – CS

O Colégio Estadual Presidente Arthur da Costa e Silva, CS, se situa no bairro São Sebastião, na Rua Baden Powell, a, aproximadamente, 3000m da cabeceira leste da pista do Aeroporto Salgado Filho.

O Colégio foi fundado em 1968, a partir da iniciativa da comunidade do bairro, e, em 1980, foi construído o prédio atual. O prédio é constituído de alvenaria de tijolos aparentes, com cobertura de telha de fibrocimento e forro de laje de concreto. As esquadrias são de metal, do tipo de correr, com bandeira superior móvel.

2.2 Questionários

O questionário para essa pesquisa foi formulado com o intuito de identificar o grau de incômodo, de alunos e professores, em relação ao ruído aeronáutico, e as perguntas foram redigidas tendo como base o resultado de entrevistas com as diretoras e algumas professoras.

O tamanho da amostra, para os questionários aplicados aos alunos, foi calculado considerando a população finita e os valores adotados para o cálculo do tamanho da amostra estão expostos na Tabela 1. O nível de confiança adotado foi de 95%, com dois desvios, e um erro tolerado de 5%. O valor admitido para p foi estipulado a partir do resultado inicial da aplicação dos questionários, nas Escolas CB e LC, sendo diferente em cada uma das duas escolas, para a variável do grau de incômodo manifestado. Assim, os valores adotados para p foram as porcentagens de respostas que apontaram como *muito* o incômodo causado pelos aviões nas atividades em sala de aula. Para o Colégio CS, foi adotado o valor padrão de 0,5, ou 50%.

Tabela 1: dados utilizados para a determinação da amostra.

Dado para o cálculo	CS	CB	LC	Total
População N	372	304	301	977
Amostra inicial	zero	105	117	222
Respondentes p (%)	50	64	68	
Tamanho da amostra calculado n	192,99	166,85	161,7	521,54
Tamanho da amostra adotado	211	174	172	557

Para análise estatística foi utilizado o teste do Qui-quadrado, χ^2 , que, segundo Siegel (1977), possui boa eficiência para avaliar a associação entre variáveis qualitativas, com indicação de aplicação em dados oriundos de pesquisas com grupos com quantidades diferentes de indivíduos, assim como proporção diferente nas frequências das respostas.

Foram testadas associações dos graus de incômodo manifestado com idade e sexo dos respondentes, ambiente na escola indicado como o mais silencioso e o mais suscetível ao incômodo, além da comparação entre o incômodo sonoro na escola e na residência dos respondentes.

2.3 Medições Acústicas

O equipamento utilizado foi um medidor de nível de pressão sonora, tipo 1, marca *QUEST*, modelo 1900, com microfone original da marca *B&K*, onidirecional de ½ polegada. O equipamento foi fixado sobre tripé, a 1,20m do piso, com informações sonoras geradas em L_{Aeq} com integração de 1 segundo, L_{max} , e os níveis estatísticos L_{10} e L_{90} e o índice L_{DN} . A faixa de medição selecionada foi entre 60 e 120dB.

Todos os eventos de ruído foram registrados, como os causados por veículos, buzinas, alarmes, sirenes e passagens de avião, com as informações de horário e tipo de aeronave, com análise posterior no gráfico global de ruído. Foi realizado um estudo detalhado de cada evento, a partir do perfil gráfico de cada medição, que caracterizou as áreas de estudo como de exposição predominante ao ruído aeronáutico (NUNES, 2005). Tal procedimento buscou atender à condição de que as medições de ruído aeronáutico são consideradas confiáveis, apenas quando a medida máxima de nível de ruído da aeronave exceder o nível de ruído de fundo, em, no mínimo, 20dB (ISO, 1978).

As medições foram realizadas nos períodos que caracterizam as atividades escolares, ou seja, manhã, tarde e noite, com o tempo de, aproximadamente, quatro horas. O tempo de medição, em cada dia, apresentou uma pequena variação em função da disponibilidade do local.

As medições internas seguiram as recomendações da NBR 12314 (ABNT, 1997), que estabelece procedimentos para medir, calcular, corrigir e analisar dados, e ainda para estabelecer padrões acústicos para ambientes internos, expostos ao ruído originado das atividades aeronáuticas. A norma determina que os níveis de ruído recomendados para escolas em ambientes de sala de aula e biblioteca devam ser de 38 dB_A para o conforto acústico e de 48 dB_A , como um nível aceitável. No caso do ruído descontínuo, deve-se acrescentar 5 dB_A ao valor de L_{eq} obtido na medição.

Com relação às condições do ambiente, a NBR 12314 (ABNT, 1997) determina algumas características que devem ser observadas: distâncias mínimas de 1m de paredes e 1,5m de portas e janelas, para a locação do equipamento; altura do microfone entre 1,2 e 1,5m acima do piso; realização das medições nas condições menos favoráveis às atividades realizadas, com a utilização habitual das janelas e portas do ambiente.

Para seleção dos ambientes das medições internas, foram utilizadas como critério as respostas abertas dos questionários que indicaram os ambientes considerados mais silenciosos e os mais suscetíveis ao incômodo sonoro.

As medições internas foram realizadas em apenas um ponto de cada ambiente, nas condições de uso normais das salas, ou seja, com a presença de alunos e professores.

3 RESULTADOS

3.1 Considerações sobre os resultados dos questionários

Os dados resultantes da aplicação do questionário, para os professores, não sofreram análise estatística por não satisfazerem as exigências metodológicas necessárias. No entanto, cabe destacar as diferenças nas respostas das três escolas para algumas das questões.

Nas escolas da zona I, CB e LC, todos os professores indicaram que o ruído causado pelo sobrevôo das aeronaves causa alto grau de incômodo nas atividades em sala de aula. No colégio CS, localizado na zona II, as respostas dos professores se distribuíram nas três alternativas da questão.

Também cabe salientar que, enquanto nas escolas da zona I, CB e LC, todos os professores respondentes acreditam que exista relação entre ruído e desempenho escolar, no colégio CS, na zona II, não houve unanimidade nas respostas. Ou seja, parte dos professores do colégio da zona II não relaciona as características sonoras do ambiente de sala de aula com a qualidade do aprendizado dos alunos.

Alguns cruzamentos de dados revelaram características dos alunos que indicam um alto grau de incômodo nas atividades em sala de aula. Podem-se, então, destacar as seguintes relações:

- a) Na escola CB, localizada na zona I, dos 99 alunos que indicaram alto grau de incômodo: 92 já precisaram elevar o volume de voz; 86 já deixaram de escutar a professora; 75 apontam que a escola é mais ruidosa que suas casas.
- b) Na escola LC, localizada na zona I, dos 119 alunos que indicaram alto grau de incômodo: 110 já precisaram falar mais alto durante a passagem dos aviões; 99 já deixaram de ouvir a professora; 101 declararam que na escola o ruído é maior em comparação com suas residências.
- c) No colégio CS, localizado na zona II, dos 76 alunos que indicaram alto grau de incômodo: 42 estão na faixa etária entre 12 e 13 anos; 66 já precisaram elevar o volume de voz ; 68 já deixaram de ouvir a professora falar.

Os testes de associação das variáveis entre as escolas, na análise estatística, mostraram que existe forte relação entre os resultados da questão 1, em que os alunos manifestaram o grau de incômodo, em uma escala de três pontos. Pode-se afirmar que, se o questionário fosse aplicado para todos os alunos do ensino fundamental, nas três escolas, as frequências seriam semelhantes.

A associação entre incômodo e faixa etária revelou que os alunos entre 10 e 13 anos, nas três escolas, são os mais afetados pelo ruído dos aviões.

Os comportamentos que afetam, de forma mais direta, a comunicação em sala de aula, como elevar o volume de voz e deixar de ouvir a professora, não possuem associação entre as escolas. Dessa forma, pode-se admitir que a maioria dos alunos elevem o volume de voz e deixem de ouvir a professora, porém, em cada uma das escolas, as respostas de todos os alunos do Ensino Fundamental serão diferentes.

A identificação dos locais mais silenciosos: biblioteca, direção e nenhum, pode ser aceita para as três escolas, rejeitando que exista diferenças entre as respostas.

3.2 Medições internas

As medições foram realizadas nas bibliotecas e nas salas de aula. Em cada escola, foram escolhidas as salas de aula com maior número de paredes expostas para o exterior.

Em todas as medições, as janelas ficaram abertas e as portas fechadas, na maior parte do tempo.²⁴ O equipamento foi localizado a 1,2m do piso, observando-se as distâncias mínimas de 1m de paredes, 1,5m de portas e janelas, e afastamento de 1,2 a 1,5m dos alunos.

3.2.1 Medições nas salas de aula

No colégio CS, a medição foi feita na sala de aula da turma 41, de 4ª série, com a presença de 19 alunos e uma professora. A sala localiza-se no bloco das salas de aula, no pavimento térreo, com duas das paredes voltadas para o exterior. A parede da fachada norte possui 53% de sua área destinada às janelas e é paralela ao muro limite do terreno. Na parede oposta, voltada para a circulação externa, está localizada a porta da sala e janelas altas que ocupam 15% da superfície do fechamento.

A medição iniciou com a sala vazia, e a entrada da turma ocorreu, apenas, às 15h7min. Entre as 15h50min e às 16h23min, a turma saiu da sala para o recreio. O nível máximo medido foi de 105dB_A, às 16h32min, enquanto os alunos cantavam. Ocorreram 13 eventos de ruído aeronáutico, 11 de grande porte, com as aeronaves em movimento de aterrissagem, conforme mostra a Figura 5(a).

Na escola LC, a medição em sala de aula foi feita numa turma de 4ª série, turma 42, que ocupa uma sala no segundo pavimento, com três paredes expostas para o exterior. A parede da fachada sul, voltada para o pátio, possui 47% de sua área destinada a janelas, a parede da fachada leste não possui aberturas, e a terceira, com 25% de sua superfície ocupada por duas janelas, é voltada para o poço de luz.

²⁴ As portas foram abertas para entrada e saída de alunos e, durante o período do recreio, ficaram fechadas.

A medição na sala de aula iniciou sem a presença dos alunos, antes de começar a aula, às 13h36min. Durante a medição, estavam presentes 19 alunos e uma professora, que se ausentaram no período das 15h52min às 16h49min.

Foram registrados 19 eventos de ruído aeronáutico, com 14 aeronaves de grande porte, todos em movimento de decolagem. O maior nível máximo medido foi de 93 dB_A, ocasionado pelo sobrevôo de um Boeing 737-200, conforme mostra a Figura 5(b).

A medição na escola CB ocorreu na sala de aula da 4ª série, turma 42. A sala situa-se no segundo pavimento do bloco de salas de aula e possui três paredes, voltadas para o exterior, todas com janelas. A parede da fachada leste possui três janelas, que corresponde a 47% de sua superfície; a parede da fachada sul possui uma janela, que ocupa 18% de sua superfície; e, a oeste, encontra-se outra janela, que ocupa 21% da parede.

Durante a medição havia 23 alunos e uma professora. A medição começou com a turma em sala de aula com as atividades iniciadas, sendo que, em dois períodos, das 9h25min às 9h31min e das 10h16min às 10h35min, os alunos saíram da sala, e o ambiente ficou desocupado.

Foram registrados 12 eventos de ruído aeronáutico, sendo oito de grande porte. Conforme o gráfico da medição, inserido na Figura 5(c), os eventos de ruído aeronáutico, marcados com um retângulo, não possuem um destaque em relação às demais fontes sonoras, comparado ao gráfico das medições externas. O nível máximo medido foi de 94,8dB_A, às 11h, ocasionado pela fala da professora, chamando a atenção dos alunos.

3.2.2 *Medições internas nas bibliotecas*

A biblioteca do colégio CS localiza-se no segundo pavimento do bloco administrativo, com três paredes expostas para o exterior. Duas das paredes possuem janelas com área envidraçada equivalente a, aproximadamente, 53% da superfície da parede.

Durante a medição, a biblioteca foi ocupada por um pequeno grupo de alunos, no período das 14h06min às 15h22min. Foram registrados oito eventos de grande porte que podem ser verificados no gráfico inserido na Figura 6, destacados por retângulos. (Figura 6(a))

A biblioteca da escola LC ocupa uma das salas do pavilhão de madeira e possui uma das paredes voltadas para a quadra de esportes. A biblioteca ficou sem ocupação a maior parte do tempo, ocorrendo atividade com uma turma de alunos das 10h21min às 10h51min.

Durante a medição na biblioteca da escola LC, passaram 10 aeronaves de grande porte e três, de pequeno porte. Os eventos de ruído aeronáutico, das aeronaves de grande porte, estão assinalados com retângulos no gráfico da Figura 6(b). O maior nível máximo medido foi às 10h33min e foi causado pelo movimento de entrada na sala com a elevação no volume de voz por parte do grupo de alunos.

A biblioteca da escola CB fica no bloco administrativo, no pavimento térreo, e possui uma parede voltada para o exterior. A sala possui três janelas que correspondem a 47% da área da parede leste.

A medição foi realizada com a sala sem atividade dos alunos, porém, como as janelas são voltadas diretamente para o pátio, o movimento de pessoas, conversando do lado de fora, influenciaram no ambiente sonoro interno.

Foram registrados 13 sobrevôos de aeronaves, sendo nove de grande porte. O evento, não aeronáutico, de maior destaque foi o recreio, das 10h15min às 10h40min. Assim como no gráfico da medição da sala de aula, no gráfico referente à medição na biblioteca da escola CB, Figura 6(c), não possibilita a identificação dos eventos de ruído aeronáutico, apenas a partir de sua visualização. Porém, durante essa medição, o evento de maior nível máximo foi a passagem de um Boeing 737-200, às 11h34min, com um valor de 85,9 dB_A.

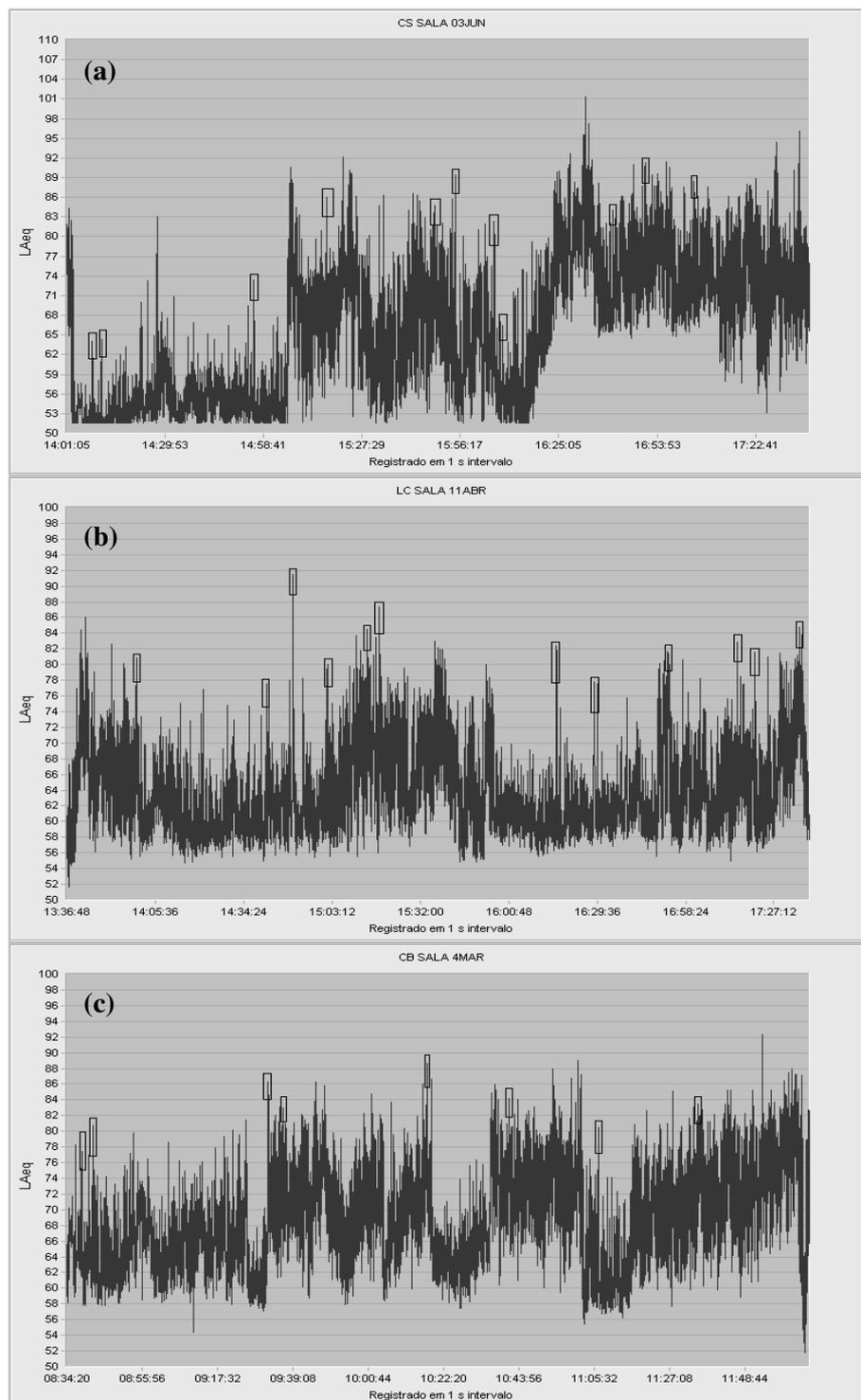


Figura 5: Gráficos das medições nas salas de aula das escolas (a) CS, (b) LC e (c) CB. (Fonte: NUNES, 2005)

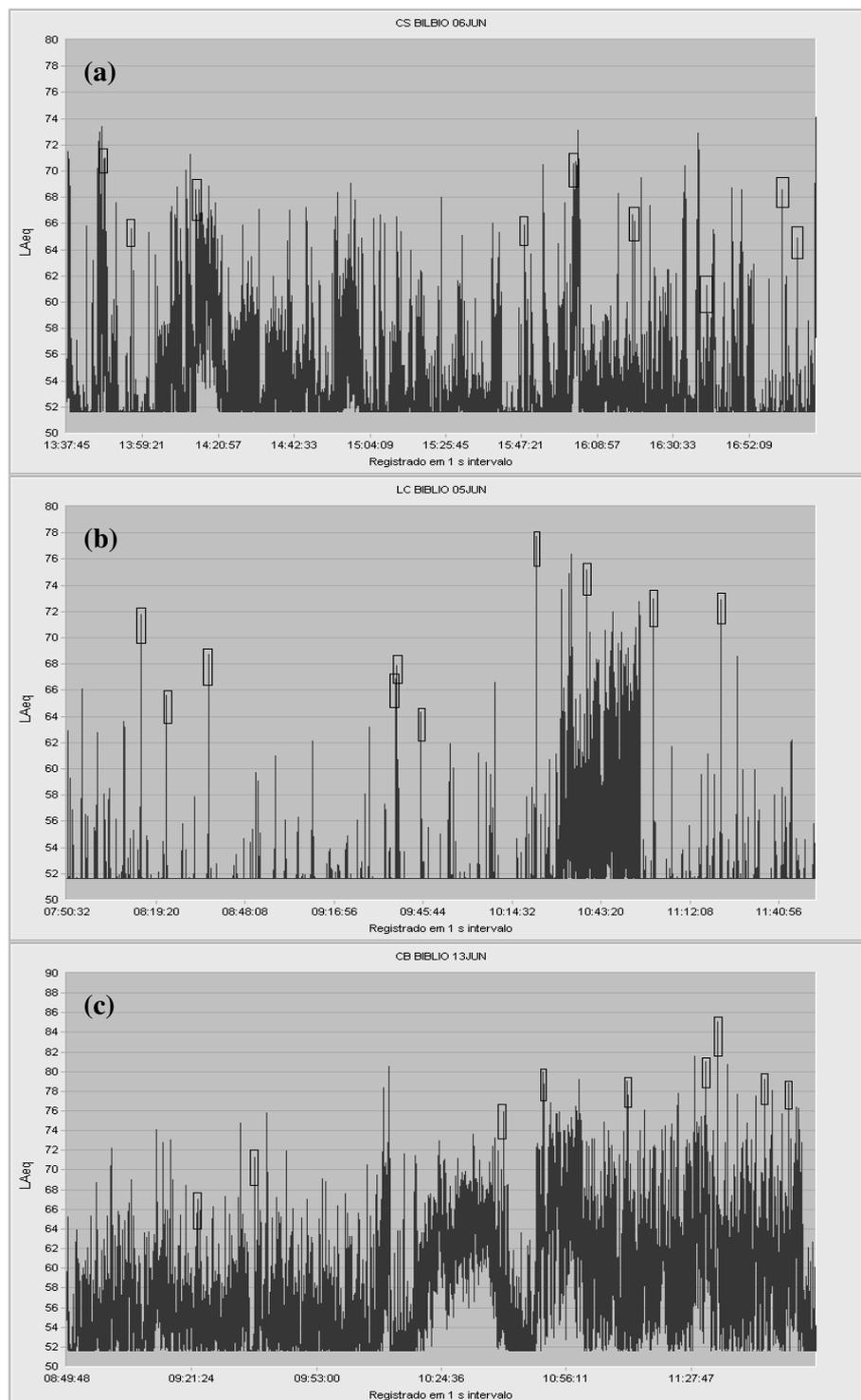


Figura 6: Gráficos das medições nas bibliotecas das escolas (a) CS, (b) LC e (c) CB. (Fonte: NUNES, 2005)

3.2.3 Considerações sobre as medições internas

As medições realizadas nas bibliotecas revelaram valores mais baixos que os encontrados nas salas de aula. A diferença dos valores, em L_{Aeq} , variou de 10,1 dB_A , na escola CB, até 20,2 dB_A , no colégio CS.

A NBR 12314 (ABNT, 1997) determina que os níveis de ruído recomendados para escolas, em ambientes de sala de aula e biblioteca, devam ser de 38 dB_A para o conforto acústico e estabelece um limite de 48 dB_A para um nível aceitável. No caso do ruído descontínuo, deve-se acrescentar 5 dB_A ao

valor de L_{eq} obtido na medição. Nesse caso, os níveis de ruído, nas salas de aulas, ficaram acima de 70 dB_A . A Tabela 2 mostra os dados das medições internas nos três estabelecimentos de ensino, onde são expostos os valores de L_{Aeq} medido (M) e calculado (C), com a adição recomendada pela NBR 12314 (ABNT, 1997).

Tabela 2: resultados das medições internas.

Escola	Local	Tempo de medição (hh:mm)	L_{Aeq}		L_{max} (dB_A)	L_{90} (dB_A)	L_{10} (dB_A)	Nº de eventos	
			M	C				GP	PP
LC	S.A.	04:02	68,4	73,4	93,0	57,6	71,7	14	05
	B	04:02	54,7	59,7	83,0	51,6	52,9	10	03
CB	S.A.	03:32	73,1	78,1	94,8	60,1	77,0	08	04
	B	03:09	63,0	68,0	85,9	51,6	66,0	09	04
CS	S.A.	03:37	76,4	81,4	105,3	52,1	79,0	11	02
	B	04:02	56,2	61,2	79,5	51,6	58,2	08	0

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

Dentro das salas de aula, os valores obtidos nas medições foram elevados. No entanto, deve-se considerar que a principal fonte de ruído foi o comportamento dos próprios alunos. Os fatores comportamentais não são isolados, representam um contexto de inserção cultural e sócio-econômica de cada pessoa.

A manifestação de incômodo, verificada nos resultados da análise das respostas dos questionários, foi grande nas três escolas. A análise estatística aponta que existe forte associação no incômodo manifestado nas três escolas, ou seja, o grau de incômodo é o mesmo nas escolas localizadas na zona I e no colégio localizado na zona II.

Neste estudo, verificou-se que os mais afetados pela exposição ao ruído do sobrevôo das aeronaves são os alunos na faixa etária entre 10 e 13 anos. Os resultados das análises também revelam que, nas escolas da zona I, os meninos manifestam maior insatisfação com o ambiente sonoro que as meninas. Pode-se afirmar, considerando uma possibilidade de erro de 5%, que o ruído aeronáutico é percebido como um fator de maior perturbação nas atividades escolares para os alunos do sexo masculino e com idade entre 10 e 13 anos.

5 REFERÊNCIAS

- ABNT. **Aeronáutica** – Critérios de ruído para recintos internos nas edificações submetidas ao ruído aeronáutico. NBR 12314. Rio de Janeiro, 1997. 6 p.
- ISO – International Organization for Standardization. **Acoustics: procedure for describing aircraft noise heard on the ground**, ISO 3891. Switzerland, 1978. 24 p.
- NUNES, M. F. O. **Avaliação da percepção do ruído aeronáutico em escolas**. Porto Alegre, 2005. 286 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- SIEGEL, S. **Estatística não-paramétrica para as ciências do comportamento**. São Paulo: Mc Graw-Hill do Brasil, 1977.
- WHO – World Health Organization – European Center for Environment and Health. Bonn Office. **Technical meeting on aircraft noise and health**. Bonn, 2001. Relatório.

6 AGRADECIMENTOS

Aos professores e funcionários das Escolas, mencionadas no trabalho, pela possibilidade de realização das medições.

Ao Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Caxias do Sul pela cessão dos equipamentos de medição.