

Análise do ruído de fundo no entorno de aeroportos urbanos em cidades brasileiras, Aeroporto de Congonhas, São Paulo

Fabio Scatolini¹, Cláudio Jorge Pinto Alves¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica. Departamento de Engenharia Civil. Instituto Tecnológico da Aeronáutica. São José dos Campos, SP, Brasil

RESUMO

OBJETIVO: Avaliar quantitativamente o ruído de fundo no entorno do aeroporto de Congonhas, com base em ampla amostragem e medições sem interrupção.

MÉTODOS: Locais de medição escolhidos a partir de curvas de ruído de 62 e 72 LDN (day-night level), em equipamentos urbanos de uso compatível com o residencial. Quinze locais foram avaliados por mais de 168 horas consecutivas cada um (sete dias). A compilação baseou-se em cruzamentos de dados do controle de tráfego aéreo e os resultados foram validados por meio de relatórios meteorológicos do aeroporto. Diagnósticos preliminares foram estabelecidos utilizando a NBR-13368. O ruído de fundo foi calculado com base no Sound Exposure Level (SEL). Os parâmetros estatísticos foram calculados em intervalos de uma hora.

RESULTADOS: Apenas quatro dos 15 locais avaliados apresentaram clara contribuição da operação de aeronaves no incômodo. Mesmo assim, é possível identificar ruído de fundo acima do regulamentar durante os períodos de baixa atividade ou de fechamento do aeroporto durante a noite.

CONCLUSÕES: Todos os locais avaliados apresentaram ruído de fundo acima do regulamentar entre 7:00h e 21:00h. Nos intervalos entre 6:00h-6:59h e 21:00h-22:59h, os dados de monitoramento, quando analisados em conjunto com as atuais características operacionais do aeroporto, ainda possibilitam a elaboração de medidas mitigadoras adicionais.

DESCRITORES: Aeroportos. Ruído dos Transportes, efeitos adversos. Medição de Ruído. Poluição Sonora. Área Urbana.

Correspondência:

Fabio Scatolini
Rua Antônio Basílio, 519/403 Tijuca
20511-190 Rio de Janeiro, RJ, Brasil
E-mail: fabio.scatolini@gmail.com

Recebido: 26 mai 2015

Aprovado: 29 nov 2015

Como citar: Scatolini F, Alves CJ. Análise do ruído de fundo no entorno de aeroportos urbanos em cidades brasileiras, Aeroporto de Congonhas, São Paulo. Rev Saude Publica. 2016;50:69.

Copyright: Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença de Atribuição Creative Commons, que permite uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que o autor e a fonte originais sejam creditados.



INTRODUÇÃO

O ruído gerado por aeronaves operando em aeroportos urbanos é motivo de muita insatisfação e incômodo para as pessoas que residem nas suas vizinhanças. Os efeitos fisiológicos indiretos advindos dessa atividade antrópica, principalmente os relacionados a interferências no sono noturno, fazem com que aeroportos importantes na Europa tenham suas operações interrompidas por algumas horas durante a madrugada, como o de Frankfurt na Alemanha, o de Gatwick no Reino Unido, entre outros. Não raro, ocorre competição do impacto econômico sobre o ambiental^{9,21}, levando administrações de aeroportos a buscar conciliação entre ambos^{12,13,16}.

A exposição contínua a níveis médios de ruído com intensidade acima de 65 dB(A) pode causar distúrbios psicofisiológicos diversos¹⁰, independentemente da idade, tais como distúrbios do sono, diminuição da performance laboral, hipertensão e agravamento de doenças vasculares^{3,19}.

Entretanto, desde a adoção de limites de emissão de ruído mais restritivos para aeronaves civis em 2001 pela Organização de Aviação Civil Internacional (OACI)^a, o ruído não aeronáutico, também conhecido como “ruído de fundo”, ganhou importância na determinação de diagnósticos de poluição sonora no entorno de aeroportos, no que tange ao planejamento das respectivas medidas mitigadoras. Em países tropicais como o Brasil, a intensidade do ruído urbano em geral encontra-se em elevação¹⁴. Em países europeus, o oposto pode ser encontrado com frequência¹.

Ainda que o ruído aeronáutico não possa, no curto prazo, ser reduzido significativamente na fonte, sistemas de monitoramento de ruído em aeroportos continuam sendo uma ferramenta útil para melhorar as políticas ambientais em administrações de aeroportos²⁰. Tais sistemas auxiliam na identificação de períodos críticos diários relacionados a incômodo dos residentes¹⁷ e permitem ajustar curvas, contornos de ruído ou planos de zoneamento de ruído, obtidos por meio de modelos matemáticos e métricas de incômodo¹¹, além de auxiliarem o controle de tráfego aéreo no desenvolvimento de trajetórias de mínimo incômodo¹⁵.

As métricas que determinam incômodo sonoro causado por aeronaves geralmente não consideram o ruído de fundo, o que resulta frequentemente na determinação de áreas mais problemáticas não consistentes com a realidade local. De fato, mesmo o Documento OACI 9829^b, que apresenta e descreve o conceito “Abordagem Equilibrada”, amplamente aceito e defendido por todos os atores envolvidos no problema, não faz considerações sobre ruído de fundo. Por isso, essas discrepâncias têm sido melhor gerenciadas pelo uso de sistemas de monitoramento de ruído, cujos dados compilados e questionários de opinião associados, aplicados aos residentes⁸, fornecem uma boa visão do problema.

O objetivo deste estudo foi avaliar de forma mais objetiva o ruído de fundo relacionado à operação de aeroportos urbanos no Brasil. É proposto um procedimento de identificação de eventos de ruído aeronáutico, dentre o ruído total do ambiente, dispensando o uso de questionários. O aeroporto de Congonhas, São Paulo, SP, foi utilizado como estudo de caso, pois permanece fechado por sete horas diariamente, desde 1995, fazendo com que funcione nas demais horas do dia próximo da sua capacidade máxima. Foi adotada uma metodologia alternativa (coletores móveis) para as medições necessárias, de forma a otimizar tanto o uso do equipamento quanto o tempo das amostragens, sem prejuízo da precisão.

MÉTODOS

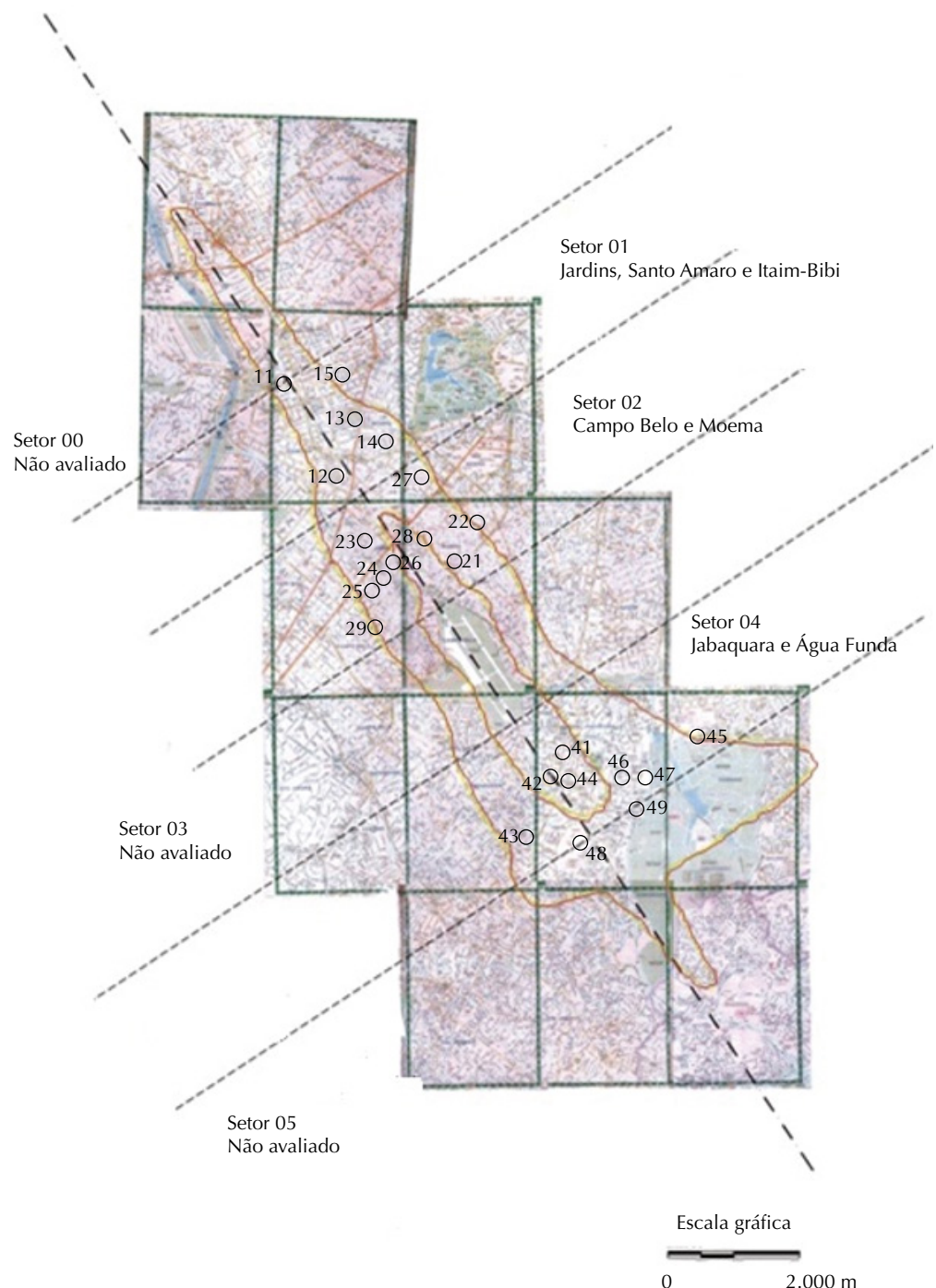
Foi estabelecido inicialmente o alcance do estudo, a partir do aeroporto de Congonhas, para propósito de monitoramento. Foram utilizadas curvas de ruído segundo a métrica LDN (day-night level), adotada formalmente pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) conforme o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil 161 (RBAC 161). Utilizando o *software*

^a International Civil Aviation Organization. International Standards and Recommended Practices. Annex 16: environmental protection. Vol. 1: Aircraft noise. Quebec: International Civil Organization; 2001.

^b International Civil Aviation Organization. DOC 9829: Balanced approach guidance. Montreal: International Civil Aviation Organization; 2007.

INM (*Integrated Noise Model*) do FAA (*Federal Aviation Administration*, Estados Unidos da América) foram calculadas e desenhadas, para este estudo, duas curvas fechadas em volta dos limites do aeroporto, que representam a união de pontos com o mesmo LDN (Figura 1).

Os valores das curvas interna e externa são, respectivamente, 72 e 62 LDN. Por definição da métrica, esses valores equivalem a níveis simulados de ruído de 67,8 e 57,8 LEq (nível médio de ruído, em dB(A)), respectivamente, em um período de 24 horas e produzido exclusivamente por aeronaves. Esses valores (72 e 62 LDN), embora diferentes do que preconiza a ANAC^c para os Planos de Zoneamento de Ruído em aeroportos, são mais compatíveis com a regulamentação nacional^{d,e}, que estabelecem impacto sonoro “significativo” para valores medidos acima de 3 dB(A) do limite permitido ou do ruído de fundo (o que for maior).



^c Agência Nacional de Aviação Civil. RBAC 161: planos de zoneamento de ruído. Brasília (DF): Agência Nacional de Aviação Civil; 2012. Preconiza valores de LDN para as curvas interna e externa de, respectivamente, 75 e 65. (citado 2015 jan 15). Disponível em: http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-161-emd-01/@@display-file/arquivo_norma/RBAC161EMD01.pdf

^d Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR-10151: Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Rio de Janeiro (RJ): Associação Brasileira de Normas Técnicas; 2000.

^e Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR-13368: Ruído aeronáutico - Monitoramento. Rio de Janeiro (RJ): Associação Brasileira de Normas Técnicas; 1995.

Figura 1. Curvas de ruído para o aeroporto de Congonhas (62 e 72 LDN), e localização dos 23 pontos pré-selecionados para medição de ruído.

A Figura 1 apresenta um mapa com as curvas de ruído produzidas para a pesquisa.

Após o acidente aeronáutico ocorrido em julho de 2007 (TAM 3054), o número permitido de operações com aeronaves no aeroporto de Congonhas foi limitado a 34 por hora, podendo chegar a 40 nas horas-pico (início da manhã e final da tarde), ainda que a infraestrutura instalada comporte até 50 operações por hora. O INM foi alimentado com as informações relevantes sobre tráfego aéreo, de forma a considerar a capacidade máxima estabelecida pela regulamentação (210.000 operações/ano), e considerando ainda que 12,0% das operações ocorre no período noturno (entre 22:00h e 6:59h), pois o aeroporto fecha diariamente às 23:00h e reabre às 6:00h.

Vinte e três locais foram pré-selecionados com a ajuda de mapas contendo o arruamento detalhado e foram visitados antes do início das medições. Desses, foram escolhidos 15 para receber o equipamento de medição, levando em consideração, principalmente, a predominância do uso residencial nos arredores e a exposição potencial ao ruído. O perímetro de 62 LDN foi subdividido em seis “setores”, traçando-se cinco linhas ortogonais ao eixo da pista do aeroporto, distantes um comprimento de pista uma da outra (aproximadamente 2.000 metros). Os Setores 00, 03 e 05 foram previamente desconsiderados para o estudo, ou porque o relevo da região favorece uma forte atenuação do ruído de aeronaves ou porque as aeronaves sobrevoam as residências a altitudes maiores. Dentro dos setores 01, 02 e 04, os 15 locais de medição foram escolhidos de forma semelhante à descrita por Carvalho et al.⁵ (2014), que adotou a determinação de “pontos sensíveis” (atividades de cunho público ou coletivo, compatíveis com o uso residencial, como educação e saúde).

As medições foram realizadas entre maio e outubro de 2009. Cada local foi monitorado por, no mínimo, sete dias consecutivos sem interrupção. Os dados obtidos naquela ocasião ainda representam a situação atual, uma vez que nem a organização urbana e nem as características do aeroporto apresentaram modificações que possam interferir no comportamento das fontes de ruído nas áreas de entorno. O aeroporto continua operando desde 2007 rigorosamente com as mesmas características que limitam a sua operação em parâmetros inferiores à demanda e à capacidade instalada. O tráfego de veículos, por sua vez, somente sofrerá modificações que possam diminuir sua emissão de ruído quando forem concluídas todas as obras de infraestrutura que estão em andamento no momento, particularmente a Linha Ouro do metrô – Monotrilho Morumbi-Jabaquara.

Foram utilizadas cinco estações de monitoramento de ruído com medidores e analisadores Larson Davis 824A mais acessórios, que operam sem assistência permanente, perfazendo três campanhas de medição de cinco locais cada. Os medidores foram programados para registrar todas as unidades de medida derivadas do dB(A) permitidas pelo equipamento^f, além de armazenar todos os instantâneos de ruído, tomados a intervalos de um segundo, de forma a permitir a elaboração de cálculos posteriores, quando necessário.

O equipamento foi programado para detectar as características de duração e intensidade sonora dos sobrevoos aeronáuticos (decolagens e pousos), em cada local, e registrar o ruído produzido separadamente da medição de ruído total, que são muito peculiares quando comparados com outras fontes móveis. Cada registro dessa natureza, chamado de “evento” pela memória do equipamento, teve seus instantâneos a cada segundo também registrados, permitindo o cálculo do LEq e, principalmente, do *Sound Exposure Level* (SEL)⁷ de cada sobrevoos, identificado por meio de cruzamentos de dados com os relatórios de Torre de Controle, fornecidos pelo administrador do Aeroporto (Infraero). Por ser um aeroporto que opera uma frota pouco diversificada, não são necessários processos mais elaborados de segregação^{2,6}.

Os valores de SEL dos eventos aeronáuticos foram acumulados em períodos de uma hora e, após as medições, subtraídos logaritmicamente dos valores de SEL do ruído total, para se obter o ruído de fundo em cada período. Considerou-se como resultados mais relevantes os dos eventos aeronáuticos registrados entre 6:00h e 12:00h do domingo, porque esse

^f Nível médio (LEq), Nível de exposição sonora (SEL), Níveis percentis (Ln), Níveis máximos instantâneos (Lmax) e Mínimos instantâneos (Lmin), entre outras.

Tabela. Resultados do monitoramento – aeroporto de Congonhas.

Local de medição	No. de horas da amostragem	Leq do ruído total (dB/hora)	Leq mín–Leq máx (dB–hora)	Média de sobrevoos por hora	Leq do ruído de fundo (dB/hora)	Média das diferenças nominais (dB)	Observações
Setor 01							
11 - Biblioteca Municipal Anne Frank	56	61,3	53,8–65,5	14	55,8	5,4	Área exclusivamente residencial. Ruído de fundo 1 dB(A) acima do limite.
13 - Clínica São Germano	56	59,9	53,8–64,1	14	57,3	2,6	Área de uso misto. Ruído total no limite do permitido.
12 - EMEF Maria Aux. D'Alquimin Bastos	71	65,3	59,5–67,6	15	58,1	7,2	Local abaixo do eixo da pista. Área de uso misto. Tráfego de moderado a intenso.
Setor 02							
23 - EE Napoleão de Carvalho Freire	59	60,6	54,8–64,1	14	56,5	4,1	Área exclusivamente residencial. Ruído de fundo 1,5 dB(A) acima do limite.
27 - Colégio Franciscano Nossa Sra. Aparecida	58	54,7	42,5–63,7	14	54,7	ZERO	Medido durante as férias escolares. Área de uso misto. Ruído de aeronaves bloqueado por edifícios próximos.
25 - Clínica Ortopédica Pinheiros	45	61,4	56,5–64,4	18	56,5	4,8	Área de uso misto. Pavimentação de paralelepípedos. Tráfego de moderado a intenso.
21 - Centro Educacional Brandão	118	62,6	53,4–72,9	16	61,8	0,8	Área de uso misto. Relevo favorável à redução do ruído de aeronaves. Ruído de fundo 1,8 dB(A) acima do limite.
26 - Colégio Augusto Laranja	112	65,5	59,9–70,8	16	62,4	3,1	Área exclusivamente residencial. Local abaixo do eixo da pista. Ruído de fundo 2,4 dB(A) acima do limite.
28 - Universidade Ibirapuera	118	63,8	58,6–69,7	16	62,5	1,3	Área de uso misto com predominância comercial. Linhas de ônibus. Ruído de fundo 2,5 dB(A) acima do limite.
29 - EMEF Chiquinha Rodrigues	113	60,7	52,3–69,1	16	57,0	3,7	Área de uso misto. Pavimento de paralelepípedos. Tráfego de moderado a intenso.
Local de medição	No. de horas da amostragem	Média aritmética do ruído total (dB/hora)	Méd mín – Méd máx (dB–hora)	Média de sobrevoos por hora	Média aritmética do ruído de fundo (dB/hora)	Média das diferenças nominais	Observações
Setor 04							
48 - EMEF Armando de Arruda Pereira	64	62,9	58,8–70,8	18	58,7	4,2	Área de uso residencial. Relevo desfavorável à atenuação de ruído. Local muito sensível entre 19:00 h e 21:00 h, quando com cabeceira invertida. Ruído de fundo 3 dB(A) acima do limite.
41 - Faculdade Colégio Montessori	70	65,7	53,8–71,1	17	64,8	0,9	Área de uso misto. Rota de ônibus. Tráfego moderado. Medido durante as férias escolares.
44 - Hospital Nossa Sra. de Lourdes	51	61,3	56,7–68,1	17	59,2	2,1	Área de uso misto. Local abaixo do eixo da pista. Tráfego de acesso ao hospital moderado e desorganizado, mesmo nos fins de semana.
45 - Instituto de Botânica	70	53,7	41,2–63,1	16	ND	0	Aeronaves decolando em grande altitude. Sem tráfego de veículos. Ruído de aeronaves imperceptível.
49 - Escola Nossa Sra. das Graças	21	67,1	61,6–79,5	17	62,9	4,2	Muita influência do ruído da rodovia próxima. Pequena amostragem por causa de atividade de manutenção próxima ao equipamento. Ruído de fundo 7 dB(A) acima do limite.

EMEF: Escola Municipal de Ensino Fundamental; EE: Escola Estadual; Méd Min: Média dos mínimos instantâneos; Méd Max: Média dos máximos instantâneos; ND: Não detectado

tende a ser o período da semana de menor ruído de tráfego nas cercanias do aeroporto de Congonhas. Isso possibilita melhor isolamento dos eventos, resultando em um cálculo mais preciso do SEL e que, por sua vez, pode ser extrapolado para outros períodos nos demais dias da semana, quando o ruído de fundo se eleva, dificultando a identificação e a segregação dos eventos. Como a operação de aeronaves de pequeno porte (com capacidade para até 30 passageiros) está limitada a somente quatro operações por hora (pousos mais decolagens), considerou-se para elas o mesmo valor médio de SEL dentre os registrados pelos modelos de aeronaves mais ruidosos que utilizam o aeroporto. Aproximadamente 80,0% do tráfego é realizado com aeronaves Airbus da série 320 e Boeing da família 737, muito semelhantes em tamanho e emissão de ruído^g.

O período de amostragem de sete dias consecutivos foi escolhido por captar todos os eventos relevantes na rotina de uma cidade. Após esse período, os níveis de ruído ambiente tendem a se repetir. Assim, é possível alcançar bons diagnósticos preliminares sem necessidade de prolongar as medições. A análise dos dados de ruído de cada local medido levou em consideração a regulamentação da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)^e, que ajuda a diagnosticar a situação sem recorrer a questionários de opinião (mais subjetivos).

Foram avaliados ainda os respectivos *Meteorological Aerodrome Report* (METAR), elaborados pelo controle de tráfego aéreo, excluindo da análise os períodos que apresentaram condições meteorológicas desfavoráveis previstas pela NBR 10151^d (vento acima de 9 km/h ou chuva) ou inversões de curta duração no sentido das trajetórias de pouso e decolagem.

RESULTADOS

A Tabela resume os resultados encontrados para os 15 locais avaliados. Em média, cada local obteve 70 horas de medição consideradas válidas, das 168 efetivamente realizadas. Dois fatores reduziram as amostras: o período diário de fechamento da pista do aeroporto e os períodos de uma hora em que as condições meteorológicas se apresentaram desfavoráveis (chuva ou vento que invertia o sentido de operação da pista). Dentre as medições válidas, observou-se que o ruído de fundo apresentou valores acima do recomendado pela regulamentação nacional em sete dos 15 locais (pontos 11, 21, 25, 28, 29, 48 e 49). Estes locais estão próximos a grandes avenidas e recebem um ruído significativo, gerado por carros e motocicletas buscando caminhos alternativos às vias principais, normalmente congestionadas.

Nos oito locais restantes, quatro apresentaram diferenças entre o ruído de aeronaves e ruído de fundo inferiores de 3 dB(A) (pontos 13, 27, 41 e 45), causadas pela existência de obstáculos à propagação do ruído de aeronaves, por apresentar relevo favorável à atenuação ou porque as aeronaves sobrevoam o local a grandes altitudes. Somente nos últimos quatro locais existe uma clara contribuição das aeronaves no incômodo sonoro, devido à proximidade com o aeródromo ou à baixa altitude dos sobrevoos (pontos 12, 23, 26 e 44).

DISCUSSÃO

Mesmo nos pontos onde houve grande contribuição do ruído de aeronaves no ruído total, observou-se que, entre 9:00 h e 21:00 h, o LEq horário para o ruído total apresentou valores acima de 65 dB(A), com o LEq horário do ruído de fundo acima de 60 dB(A). Isso acontece devido ao ruído de tráfego urbano de veículos (que aumenta com o número de veículos em circulação), sobretudo das motocicletas^h. De 2001 a 2012, o número de automóveis de passeio e de utilitários leves licenciados na cidade de São Paulo dobrou, enquanto a quantidade de motocicletas foi multiplicada por quatro. Outro fator relevante é que os modelos de motocicletas de até 175 cilindradas (os mais vendidos) podem emitir até 3 dB(A) a mais que os automóveisⁱ. A Figura 2 apresenta os LEq horários do ruído total em um dos quatro locais de maior contribuição do ruído aeronáutico (ponto 23). Observa-se que, mesmo durante os domingos, o ruído médio total se apresentou acima dos respectivos limites regulamentares

^g Ambas são aeronaves classificadas pelo Anexo 16 Vol 1 OACI como Capítulo 4 (aeronaves a jato com peso máximo de decolagem superior a 5.700 kg e cujo protótipo foi certificado após 2001)

^h Rodrigues JM. Evolução da frota de automóveis e motos no Brasil, 2001-2012: relatório 2013. Rio de Janeiro (RJ): Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia, Observatório das Metrópoles; 2013 (citado 2015 jan 15). Disponível em: http://www.observatoriodasmetrolopes.net/download/automo_tos2013.pdf

ⁱ Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 272: Limites de emissão de ruído para veículos novos. Brasília (DF): Conselho Nacional do Meio Ambiente; 2000.

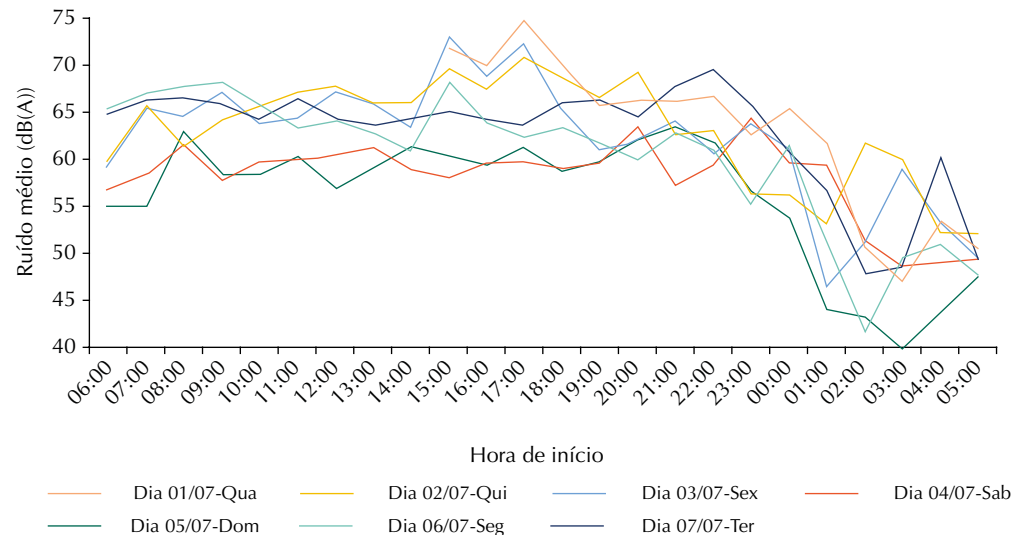


Figura 2. Comportamento do ruído médio horário total do ambiente no Ponto 23.

(níveis de critério LEq de 50 dB(A) entre 7:00h e 21:59h, período diurno, e 45 dB(A) entre 22:00h e 6:59h, período noturno).

Um forte decréscimo no ruído total do ambiente pode ser observado após 21:00h em quase todos os locais medidos. Esse fenômeno pode ser explicado não apenas pela redução de atividade do aeroporto (entre 21:00h e 23:00h), como também pela diminuição do tráfego nas rotas alternativas, ainda que as avenidas principais apresentem altos volumes. Durante a noite, o comportamento do motorista tende a ser o de permanecer nos corredores principais por razões de segurança (melhor iluminação, policiamento etc.). Isso mostra o potencial de o monitoramento de ruído do aeroporto auxiliar tanto na determinação da poluição sonora em função do período do dia⁴, quanto na busca de alterações peculiares nas características do ruído ambiente nos limites de fechamento do aeroporto¹⁷.

Dessa forma, com o auxílio do monitoramento de ruído, é possível observar fatos interessantes que favorecem o desenvolvimento de medidas mitigadoras adicionais à poluição sonora, mesmo em aeroportos que já sofrem grandes restrições operacionais, como o de Congonhas. No Ponto 23, destacado para a discussão neste artigo, funciona uma escola pública em área exclusivamente residencial e com baixo ruído de tráfego. A compatibilidade com os limites regulamentares somente foi verificada entre 1:00h e 6:00h. Como a atividade do aeroporto cessa às 23:00h, é possível inferir que o ruído de fundo do local é elevado não apenas nesse período, como também no decorrer de todo um dia.

No dia 5 de julho de 2009, domingo, entre 6:00h e 11:00h, a programação do equipamento para detectar eventos com aeronaves registrou 31 ocorrências com níveis instantâneos acima do nível de ruído ambiente por mais de 22 segundos consecutivos, e que foram atribuídos a aeronaves em procedimento de pouso. Considerando toda a amostragem válida, foram registrados em média 14 sobrevoos por hora, calculando-se um SEL médio de 81,6 dB(A) para cada sobrevoos e 59 horas de medição válidas. Ao subtrair o ruído das aeronaves em cada hora válida de monitoramento do ruído total do ambiente, o resultado é o LEq do ruído de fundo, que é apresentado na Figura 3.

O LEq do ruído de fundo excede em 6 dB(A) o limite regulamentar em muitos dos períodos de uma hora válidos (Figura 3, linha verde), e as diferenças em relação ao LEq do ruído total (Figura 3, linha azul) são grandes (maiores que 3 dB(A)), o que configura forte influência da operação do aeroporto na poluição sonora, neste ponto em particular. As maiores diferenças entre o ruído total e o de fundo se encontram nos limites de fechamento do aeroporto, nas duas últimas horas de operação à noite (entre 21:00h e 23:00h) e principalmente no início

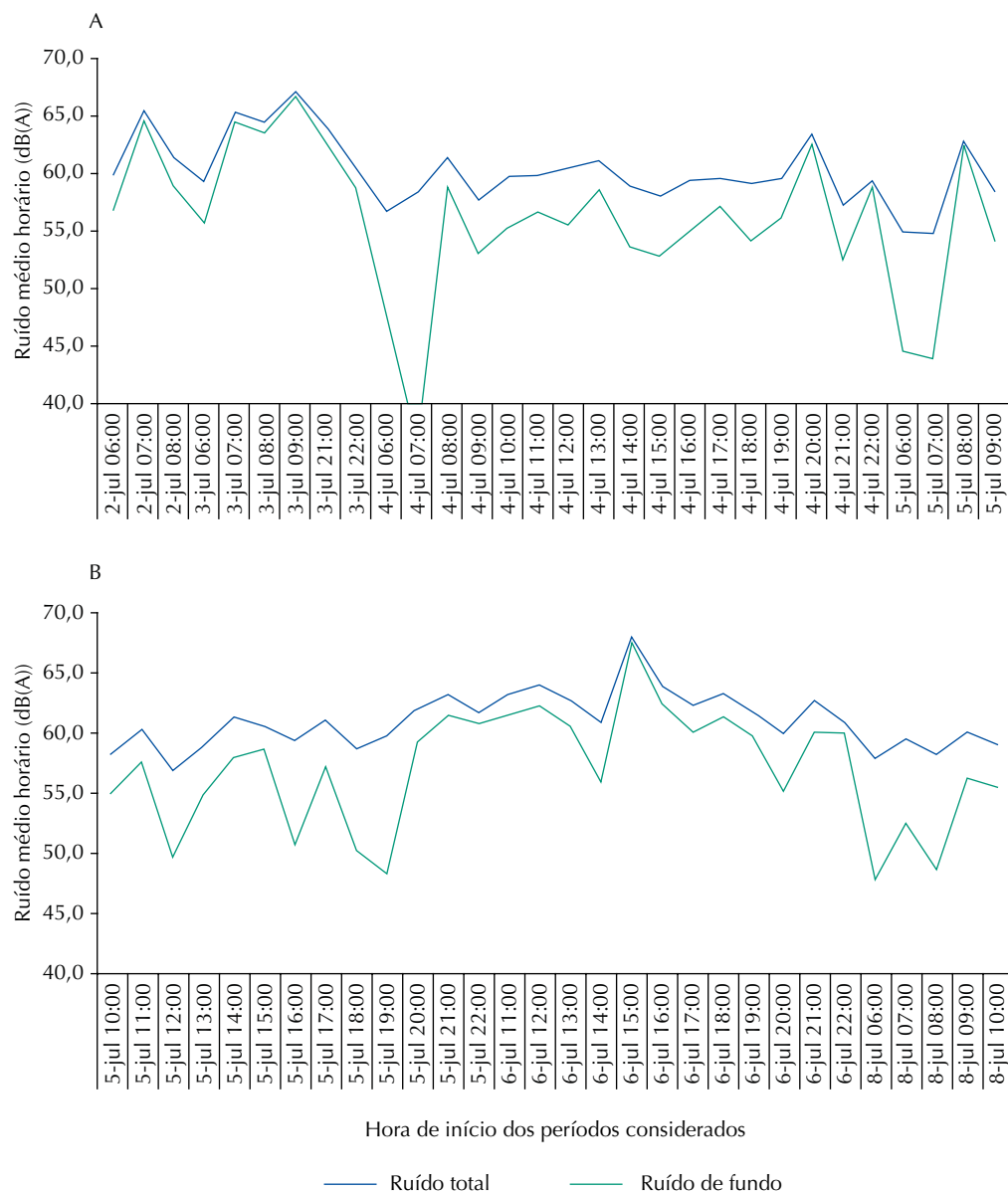


Figura 3. Diferenças nominais entre ruído ambiente total e ruído de fundo para o Ponto 23: 3A – parte 1, 3B – parte 2 (amostragem descontínua).

da manhã (entre 6:00h e 8:00h), quando o ruído de fundo ainda é baixo em intensidade e o aeroporto inicia a sua operação com “força total”.

Desde 2007, o aeroporto de Congonhas está limitado a atender destinos distantes até 1.000 km, o que favorece a operação de aeronaves turboélice, mais eficientes no consumo de combustível e mais silenciosas. Embora elas transportem menos passageiros que as aeronaves B737 NG e A320, é possível pensar em uma substituição de frota nas últimas e nas primeiras horas de operação do aeroporto, caso haja uma ocupação menor das aeronaves nestes horários¹⁸. Consequentemente, as diferenças entre o ruído aeronáutico e o ruído de fundo diminuiriam, reduzindo assim o impacto sonoro. Em maior ou menor grau, essa aproximação entre ruído de fundo e aeronáutico foi recorrente nos demais 14 locais monitorados para este estudo.

Portanto, da forma como se apresenta o ruído de fundo no entorno do aeroporto de Congonhas, é possível que esse equipamento urbano opere entre 7:00h e 21:00h na sua atual configuração, sem gerar maiores impactos sonoros. Essa janela diária permanece independentemente de variações sazonais como ocorre, por exemplo, na Coreia do Sul¹² e na Polônia¹⁴. Ainda, os parâmetros de diagnóstico preconizados na NBR 13368⁹ se mostraram eficientes o suficiente

para dispensar o uso de questionários aplicados à população, que constituem fontes de informação mais subjetivas.

Contudo, o ruído total do ambiente é uma situação preocupante, pois os limites nacionais regulamentares de poluição sonora são desrespeitados em quase todas as horas do dia, independentemente do dia da semana, e estando o aeroporto aberto ou fechado. Ou seja, mesmo que fosse possível desativar o aeroporto de Congonhas permanentemente, o problema da poluição sonora continuaria.

Observa-se, ainda, que muito do ruído de fundo registrado está relacionado ao aumento da circulação de motocicletas, que vêm sendo utilizadas em substituição ao transporte público deficiente. Este fato eleva o potencial de prejuízos à saúde pública em vários outros aspectos, pois a regulamentação permite que motocicletas emitam mais ruído e contaminantes do ar do que os demais veículos. Além disso, motocicletas aumentam os custos de atendimentos de urgência em decorrência do aumento do número de acidentes de trânsito envolvendo motociclistas. Trata-se, portanto, de um círculo vicioso que prejudica cada vez mais a saúde da população.

REFERÊNCIAS

1. Arana M. Are urban noise pollution levels decreasing? *J Acoust Soc Am*. 2010;127(4):2107-9. DOI:10.1121/1.3337228
2. Asensio C, Ruiz M, Recuero M. Real-time aircraft noise likeness detector. *Appl Acoust*. 2010;71(6):539-45. DOI:10.1016/j.apacoust.2009.12.005
3. Babisch W, Ising H, Gallacher JEJ. Health status as a potential effect modifier of the relation between noise annoyance and incidence of ischaemic heart disease. *Occup Environ Med*. 2003;60(10):739-45. DOI:10.1136/oem.60.10.739
4. Brooker P. Aircraft noise annoyance estimation: UK time-pattern effects. *Appl Acoust*. 2010;71(7):661-7. DOI:10.1016/j.apacoust.2010.01.010
5. Carvalho LA, Slama JG, Nassi CD. A complementary metric to define a buffer zone in Brazilian airports. *J Transport Literature*. 2014;8(4):316-28. DOI:10.1590/2238-1031.jtl.v8n4a12
6. Genescà M, Romeu J, Pamies T, Sanches A. Real-time aircraft fly-over noise discrimination. *J Sound Vibrat*. 2009;323(1-2):112-29. DOI:10.1016/j.jsv.2008.12.030
7. Harris CM. Handbook of noise control. 2nd ed. New York: McGraw Hill; 1991. ch 34, 35, 38, 39.
8. Lim C, Kim J, Hong J, Lee S. Effect of background noise levels on community annoyance from aircraft noise. *J Acoust Soc Am*. 2007;123(2):766-71. DOI:10.1121/1.2821985
9. Lu C. The economic benefits and environmental costs of airport operations: Taiwan Taoyuan International Airport. *J Air Transp Manage*. 2011;17(6):360-3. DOI:10.1016/j.jairtraman.2011.02.006
10. Maschke C. Preventive medical limits for chronics traffic expose. *Acustica*. 1999;85:444-8. DOI:10.1121/1.426504
11. Mioduszewski P, Ejsmont JA, Grabowski J, Karpinski D. Noise map validation by continuous noise monitoring. *Appl Acoust*. 2011;72(8):582-9. DOI:10.1016/j.apacoust.2011.01.012
12. Morrell P, Lu CHL. Aircraft noise social cost and charge mechanisms - a case study of Amsterdam Airport Schiphol. *Transp Res. Part D*. 2000;5(4):305-20. DOI:10.1016/S1361-9209(99)00035-8
13. Nero G, Black JA. A critical examination of an airport noise mitigation scheme and an aircraft noise charge: the case of capacity expansion and externalities at Sydney (Kingsford Smith) airport., *Transp Res. Part D*. 2000;5:433-61. DOI:10.1016/S1361-9209(00)00010-9
14. Paz EC, Ferreira AMC, Zanin PHT. Estudo comparativo da percepção do ruído urbano. *Rev Saude Publica*. 2005;39(3):467-72. DOI:10.1590/S0034-89102005000300019
15. Prats X, Puig V, Quevedo J, Nejari F. Multi-objective optimization for aircraft departure trajectories minimizing noise annoyance. *Transp Res. Part C*. 2010;18:975-89. DOI:10.1016/j.trc.2010.03.001
16. Püschel R, Evangelinos C. Evaluating noise annoyance cost recovery at Düsseldorf International Airport. *Transp Res. Part D*. 2012;17:598-604. DOI:10.1016/j.trd.2012.07.002

17. Quehl J, Basner M. Annoyance from nocturnal aircraft noise exposure: laboratory and field specific dose-response curves. *J Environm Psicol.* 2006;2692:127-40. DOI:10.1016/j.jenvp.2006.05.006
18. Scatolini F, Alves CJP, Eller RAG. Easing the concept “Balanced Approach” to airports with densely busy surroundings – The case of Congonhas Airport. *Appl Acoust.* 2016;105:75-82. DOI: 10.1016/j.apacoust.2015.11.017
19. Stansfeld SA, Matheson MP. Noise pollution: non-auditory effects on health. *Br Med Bull.* 2003;68(1):243-57. DOI:10.1093/bmb/ldg033
20. Suau-Sanchez P, Pallares-Barbera M, Paul V. Incorporating annoyance in airport environmental policy: noise, societal response and community participation. *J Transp Geogr.* 2011;19(2):275-84. DOI:10.1016/j.jtrangeo.2010.02.005
21. Yan HK, Wang N, Wei L, Qjang F. Comparing aircraft noise pollution and cost -risk Effects of inland and offshore airports: The case of Dalian International Airport, Dalian, China. *Transp Res. Part D.* 2013;24:37-43. DOI:10.1016/j.trd.2013.05.005

Contribuição dos Autores: Concepção do estudo, coleta e análise dos dados, elaboração do manuscrito: FS. Revisão do manuscrito: CJP. Ambos os autores aprovaram a versão final do manuscrito e são responsáveis pelo seu conteúdo.

Conflito de Interesses: Os autores declaram não haver conflito de interesses.