ANÁLISE DO "RUÍDO DE FUNDO" NO ENTORNO DO AEROPORTO DE CONGONHAS

Fábio Scatolini, M. Sc.
ITA- Aeronautics Institute of Technology
Praça Mal. Eduardo Gomes, 50, 12228-901, São José dos Campos – SP / Brasil
55-21-3496-0768, fabio.scatolini@gmail.com

Cláudio Jorge Pinto Alves, D. Sc.
ITA- Aeronautics Institute of Technology
Praça Mal. Eduardo Gomes, 50, 12228-901, São José dos Campos – SP / Brasil
55-12-3947-6818, claudioj@ita.br

RESUMO / ABSTRACT

Este estudo faz um diagnóstico do ruído não aeronáutico nos arredores do Aeroporto de Congonhas, São Paulo-SP, enfatizando a necessidade de implementar e operar em bases permanentes um sistema de monitoramento de ruído. São apresentados e discutidos resultados de uma campanha de monitoramento envolvendo 15 locais no seu entorno, entre 2009 e 2010. A maioria deles apresentou níveis de ruído de fundo acima do recomendado pela regulamentação nacional. Como nem as características do tráfego aéreo, nem as do tráfego urbano de veículos mudaram significativamente desde então, os resultados levam a concluir que, apesar do aeroporto operar próximo à sua capacidade máxima nos últimos 15 anos, o ruído de fundo cria uma "janela" diária dentro da qual o administrador pode trabalhar a operação do aeroporto sem maiores preocupações com a poluição sonora

Palavras-chave: Impactos ambientais, poluição sonora, monitoramento de ruído, ruído de fundo, restrições ambientais

This study makes a diagnosis of non-aircraft noise at surrounding areas of Congonhas Airport, São Paulo City, emphasizing the need to implement and operate a noise monitoring system on a permanent basis. Results of a monitoring campaign, with measurements at 15 locations, evaluated between 2009 and 2010, are presented and discussed. Most of them presented background noise levels above the permitted limits by national regulation. As both air traffic characteristics and urban vehicle traffic have not been changed significantly since then, the results lead to think, although the airport is already operating near its maximum capacity for a long time, the background noise creates a daily "window", within which the airport operator can manage the aircraft operation without further concerns about noise pollution.

Keywords: Environmental impacts, sound pollution, noise monitoring, background noise, environmental restrictions

1. INTRODUÇÃO

O ruído gerado por aeronaves operando em aeroportos urbanos ainda é motivo de muita insatisfação e incômodo para as pessoas que residem nas suas vizinhanças. Ainda que a sua exposição não seja capaz de produzir efeitos fisiológicos diretos (perda de acuidade auditiva), os efeitos indiretos advindos dessa atividade antrópica, principalmente os relacionados às interferências no sono durante a noite, 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 entre o impacto econômico e o ambiental (*14) (*23), forçando administrações aeroportuárias a buscarem conciliação entre ambos (*16) (*17) (*20).

Entretanto, desde a adoção de limites de emissão de ruído mais restritivos para aeronaves civis em 2001 pela OACI (Organização de Aviação Civil Internacional, Anexo 16, volume 1, Capítulo 4), 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 de medidas mitigadoras. Em países tropicais como o Brasil, a intensidade do ruído urbano em geral encontra-se em elevação (*18). Em países europeus, o oposto pode ser encontrado com frequência (*4).

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 aeroportos (*22). Tais sistemas auxiliam na identificação de períodos críticos diários relacionados ao incômodo dos residentes (*6), permitem ajustar contornos de ruído ou planos de zoneamento de ruído, obtidos por meio de modelos matemáticos e métricas de incômodo (*15) e auxiliam o controle de tráfego aéreo no desenvolvimento de trajetórias de mínimo incômodo (*19).

As métricas que determinam incômodo sonoro causado por aeronaves quase sempre não consideram o ruído de fundo, o que resulta frequentemente numa determinação de áreas mais problemáticas não consistentes com a realidade local. De fato, o documento OACI 9829 (*11), 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, estas discrepâncias têm sido mais bem gerenciadas pelo uso de sistemas de monitoramento de ruído, cujos resultados compilados e associados a questionários de opinião, aplicados aos residentes (*13), fornecem uma boa visão do problema.

O objetivo deste estudo foi mostrar que o ruído de fundo relacionado à operação de aeroportos representa um importante papel no diagnóstico da poluição sonora em 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 (de 23:00h às 05:59h), fazendo com que funcione nas demais horas do dia próximo de sua capacidade máxima. Foi adotada ainda uma estratégia alternativa para realizar as medições de ruído necessárias (coletores móveis), de forma a otimizar tanto o uso do equipamento quanto o tempo necessário para validar as amostras, sem prejuízo da precisão.

2. MÉTODOS

2.1. Escopo / Área de alcance do estudo

Para determinar a área a ser monitorada, foram utilizadas "curvas de ruído" segundo a métrica LDN (Day-Night Level), adotada formalmente pela ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil), por meio do RBAC 161 (Regulamento Brasileiro de Aviação Civil) (*3). Utilizando o software INM (Integrated Noise Model) do FAA (Federal Aviation Administration-EUA), foram calculadas e desenhadas duas curvas fechadas em volta dos limites do aeroporto, que representam a união de pontos com o mesmo valor de LDN, e que são apresentadas na Figura 1.

Os valores de LDN adotados para as curvas interna e externa foram, respectivamente, 72 e 62 LDN. Pela definição matemática da métrica, estes valores correspondem a 65,6 e

55,6 LEq (média em dB(A)), também respectivamente, previstos em um período de 24 horas consecutivas e produzidos exclusivamente por aeronaves. Embora sejam diferentes dos valores que a ANAC preconiza (*3) para elaboração de planos de zoneamento de ruído em aeroportos, tais valores são mais compatíveis com a regulamentação nacional (*1) (*2), que estabelecem incômodo significativo para valores medidos acima de 3 dB(A) do limite permitido ou do ruído de fundo (o que for maior).

2.2. Perfil de operação do aeroporto adotado

O Aeroporto de Congonhas encontra-se desde 1995 com sua operação limitada a 17 horas diárias (de 06:00h às 22:59h) por razões ambientais. Consequentemente, e por sempre ter sido um aeroporto muito demandado, foi comum vê-lo operar próximo da capacidade máxima do seu sistema de pistas e pátios, que pode chegar tecnicamente a 50 operações por hora (pousos+decolagens).

Entretanto, após o acidente aeronáutico que lá ocorreu em julho de 2007 (TAM 3054), e ainda por imposição de restrições adicionais de segurança de voo em aeródromos ("safety"), que constam no Anexo 14 da OACI, o número permitido de operações com aeronaves no Aeroporto de Congonhas foi limitado pela ANAC a 34 por hora, podendo chegar a 40 nas horas-pico (início da manhã e final da tarde). O INM foi alimentado com as demais informações necessárias sobre tráfego aéreo (frota, distribuição dos movimentos por horário, detalhes das trajetórias de voo e distribuição de aeronaves nessas trajetórias), de forma a considerar a capacidade máxima estabelecida pela regulamentação (210.000 operações/ano), sendo 12% dela ocorrendo no período noturno (de 22:00h às 06:59h), mais ponderado pela métrica LDN.

2.3. Seleção dos pontos de medição

Após a obtenção dos contornos de ruído, a área determinada pela curva de 62 LDN foi dividida em seis "setores", com linhas ortogonais ao eixo da pista, distantes um comprimento de pista uma da outra. (aproximadamente 2000 metros). A seguir foram selecionados 23 locais com a ajuda de mapas contendo o arruamento detalhado, e todos foram visitados antes do início das medições. A Figura 1 também assinala a localização relativa ao aeroporto de cada um deles. Após as visitas de abordagem e verificação, foram escolhidos 15 locais para receber o equipamento de medição, levando em consideração, principalmente, a predominância do uso residencial nos arredores e a exposição potencial ao ruído.

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 o solo a grandes altitudes efetivamente. Dentro dos setores 01, 02 e 04, os 15 locais de medição foram selecionados de forma semelhante à descrita por CARVALHO, L.A. et al (2014) (*7).

2.4. Amostragem e parâmetros de medição considerados

As medições de ruído foram realizadas entre maio e outubro de 2009, em três campanhas de cinco locais cada. 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 nem as características operacionais do aeroporto apresentaram modificações que pudessem interferir no comportamento das fontes de ruído nas áreas de entorno.

Foram utilizadas estações de monitoramento de ruído com medidores/analisadores Larson Davis 824 e acessórios, que operam de forma autônoma, após instalados e configurados. Os medidores foram programados para registrar todas as unidades derivadas do decibel permitidas pelo equipamento, 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 ainda para detectar as características de duração e intensidade sonora que caracterizam um sobrevoo de aeronave em cada local (muito peculiares quando comparadas com outras fontes móveis), com o objetivo de registrar separadamente o ruído de aeronaves do ruído total do ambiente. Cada registro dessa natureza, chamado de "evento" pela memória do equipamento, teve seus instantâneos a cada

segundo também registrados, permitindo o cálculo da média (LEq-Equivalent Sound Level) e principalmente da integral (SEL-Sound Exposure Level) (*10) de cada sobrevoo, identificado por meio de cruzamentos de dados com os relatórios de Torre de Controle (Formulários ATS-100), fornecidos pelo administrador do aeroporto (INFRAERO). Por ser um aeroporto que opera uma frota pouco diversificada, não são necessários processos mais elaborados de segregação (*5) (*9).

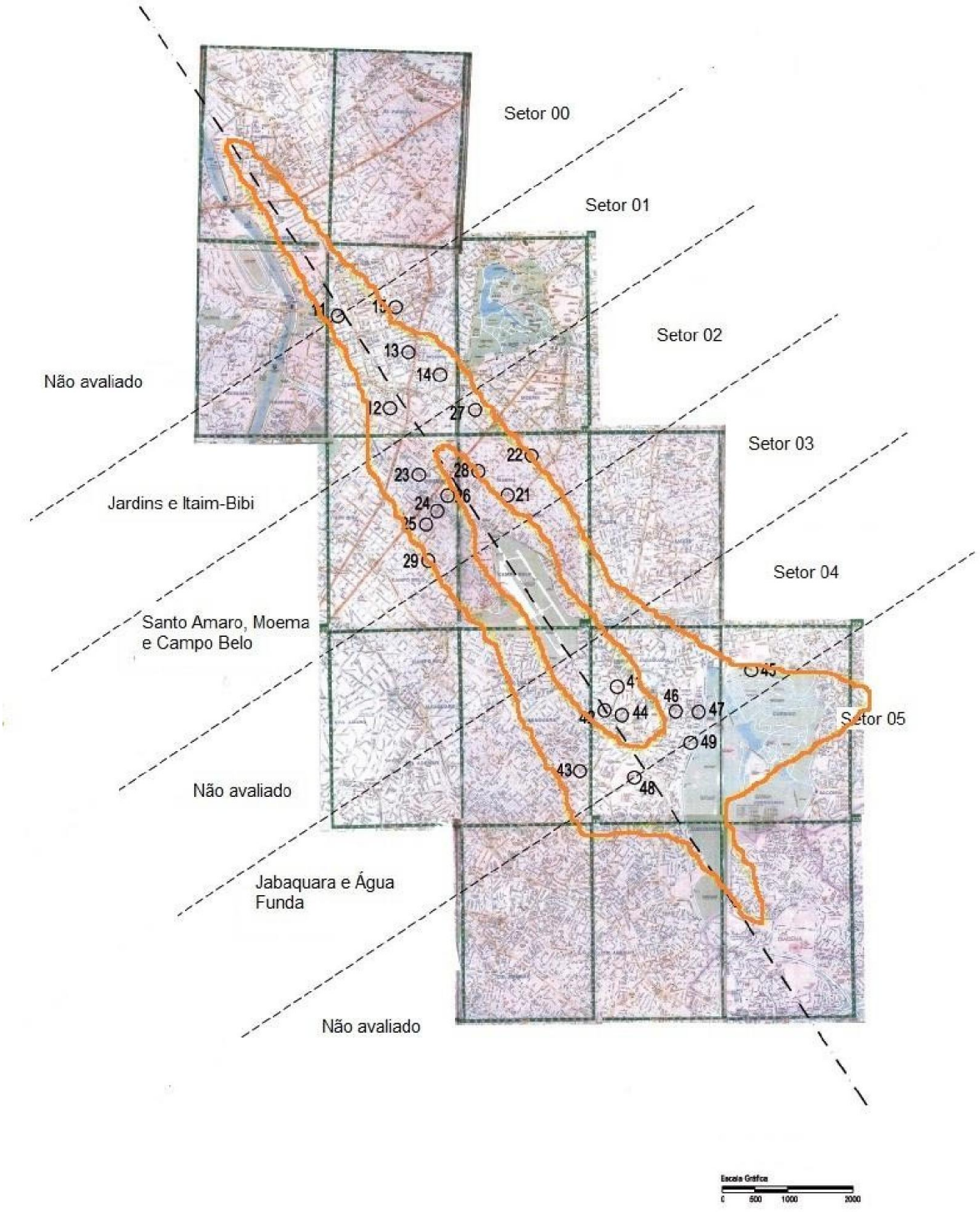


Figura 1: Curvas de ruído para o Aeroporto de Congonhas (62 e 72 LDN) e a localização dos 23 pontos de medição préselecionados

Os valores de SEL dos eventos aeronáuticos foram acumulados e agrupados em períodos de uma hora e, após as medições, subtraídos logaritmicamente dos valores de SEL do ruído total, para que se obtivesse o "ruído de fundo" em cada período. Considerou-se como resultados mais relevantes os dos eventos aeronáuticos registrados entre 06:00h e 12:00h dos domingos, porque esse tende a ser o período da semana de menor ruído de tráfego nas cercanias do aeroporto. Isso possibilita um melhor isolamento dos eventos pelo equipamento, resultando num 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 e dificulta a identificação. 80% do tráfego aéreo é realizado por aeronaves Airbus da série 320 e Boeing da família 737 NG, muito semelhantes em tamanho e emissão de ruído.

A amostragem de sete dias consecutivos foi escolhida por conseguir captar todos os eventos relevantes na rotina de uma grande área urbana. Após este período, os níveis de ruído do ambiente tendem a se repetir, tornando desnecessário estender as medições para se chegar a bons diagnósticos preliminares. A análise de dados de ruído de cada local levou em consideração a regulamentação ABNT (*2) (*1), que ajuda a diagnosticar sem a necessidade de recorrer a questionários de opinião (mais subjetivos), conforme apresentado no item 2.1.

Foram avaliados ainda os respectivos METAR ("Meteorological Aerodrome Report"), elaborados pelo controle de tráfego aéreo, visando excluir da análise os períodos que apresentaram condições meteorológicas desfavoráveis (vento acima de 9 Km/h ou chuva) ou inversões de curta duração no sentido de operação da pista de pouso e decolagem (menos de uma hora).

3. RESULTADOS / ANÁLISE

A Tabela 1 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 com meteorologia desfavorável. Dentre as medições válidas, observou-se que o ruído de fundo apresentou valores acima do recomendado pela regulamentação nacional em sete pontos de medição (11, 21, 25, 28, 29, 48 e 49). São áreas que estão próximas 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 tiveram percepção de moderada a baixa do ruído de aeronaves (pontos 13, 27, 41 e 45), causada pela existência de obstáculos à propagação sonora, por apresentarem relevo favorável à atenuação de ruído, ou ainda porque as aeronaves não sobrevoam o local diretamente. Somente nos últimos quatro locais (pontos 12, 23, 26 e 44) existe uma clara contribuição das aeronaves no incômodo sonoro, devido à proximidade com o aeroporto e a consequente baixa altitude dos sobrevoos.

Tabela 1 – Resumo de resultados do monitoramento de ruído

Ponto de medição	Amostra (horas)	Média Do Ruído Total (dB(A)/h)	Média min / Media max (dB(A)/h)	Média de sobrevoos por hora	Média do ruído de fundo (dB(A)/h)	Média nomnal das diferenças (dB(A))
11- Biblioteca Mun. Anne Frank	56	61,3	53,8 / 65,5	14	55,8	5,4
	Área de uso 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
	Uso misto. Nível de ruído total no no máximo permitdo.					
12- Esc. Estadual Maria Auxiliadora	71	65,3	59,5 / 67,6	15	58,1	7,2
	Localizado sob o eixo da pista. Uso misto. Tráfego de moderado a intenso.					

Ponto de medição	Amostra (horas)	Média do ruído total (dB(A)/h)	Média min / Media max (dB(A)/h)	Média de sobrevoos por hora	Média do ruído de fundo (dB(A)/h)	Média nomnal das diferenças (dB(A))
D´Alquimin Bastos						
23- Esc. Estadual Napoleão de Carvalho Freire	59	60,6	54,8 / 64,1	14	56,5	4,1
	Área de uso exclusivamente residencial. Ruído de fundo 1,5 dB(A) acima do limite.					
27- Colégio N. S. Aparecida	58	54,7	42,5 / 63,7	14	54,7	ZERO
	Avaliado durante as férias escolares de inverno. Uso misto. Ruído de aeronaves bloqueado por edifícios vizinhos.					
25- Clínica Ortopédica Pinheiros	45	61,4	56,5 / 64,4	18	56,5	4,8
	Área de uso misto. Pavimento da rua antigo, com blocos de pedras. 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. Geografia favorável para redução de 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 de uso exclusivamente residencial. Localizado sob o 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. Rota de muitas linhas de ônibus. Ruído de fundo 2,5 dB(A) acima do limite.					
29- Esc. Estadual Chiquinha Rodrigues	113	60,7	52,3 / 69,1	16	57,0	3,7
	Área de uso misto. Pavimento da rua antigo, com blocos de pedras. Tráfego de moderado a intenso.					
48- Esc. Estadual Armando de Arruda Pereira	64	62,9	58,8 / 70,8	18	58,7	4,2
	Área de uso exclusivamente residencial. Geografia desfavorável para atenuação de ruiído ou de sua percepção. Muito sensível entre 19:00h e 21:00h, com inversão de cabeceira. Ruído de fundo 3 dB(A) acima do limite.					
41- Colégio Montessori	70	65,7	53,8 / 71,1	17	64,8	0,9
	Área de uso misto. Rota de linhas de ônibus. Tráfego moderado. Avaliado durante as férias escolares de inverno.					
44- Hospital N. S. de Lourdes	51	61,3	56,7 / 68,1	17	59,2	2,1
	Área de uso misto. Localizado sob o eixo da pista. Tráfego de acesso ao hospital confuso, mesmo nos fins de semana.					
45-Instituto Estadual de Botânica	70	53,7	41,2 / 63,1	16	undetermined	ZERO
	Aeronaves em decolagem sobrevoam o local a grandes altitudes. Sem tráfego de veículos. Ruído aeronáutico imperceptível.					
49- Escola N. S. das Graças	21	67,1	61,6 / 79,5	17	62,9	4,2
	Área de uso exclusivamente residencial. Ruído de rodovia próxima ao local muito marcante. Amostragem pequena devido a atividades de manutenção do edifício próximas ao equipamento. Ruído de fundo 7 dB(A) acima do limite.					

Mesmo nos pontos onde houve grande contribuição do ruído de aeronaves no ruído total, observou-se que, entre 09:00h e 21:00h, a média horária para o ruído total apresentou valores acima de 65 dB(A), com médias de ruído de fundo acima de 60 dB(A). Isto ocorreu devido ao ruído do tráfego urbano de veículos, que aumenta proporcionalmente ao número de veículos em circulação, com destaque para a quantidade de motocicletas. Analisando as Tabelas 2 e 3, deduz-se que, de 2001 a 2012, o número de automóveis de passeio e utilitários leves licenciados na cidade de São Paulo dobrou, enquanto que a quantidade de motocicletas foi multiplicada por quatro (*12). Os modelos de motocicletas com motores de até
175 centímetros cúbicos (os mais vendidos) podem emitir nominalmente, por regulamentação, até 3 dB(A) a mais que os automóveis (o dobro de ruído) (*8). Isto

significa que cada automóvel acrescentado na frota circulante equivale a uma elevação de até nove automóveis na emissão potencial de ruído. [1]

Tabela 2: Veículos licenciados na cidade de São Paulo-SP
Fonte: INCT (*12)

	Veículos Licenciados		Crescimento anual nominal	
Ano	Carros + Utilitários Leves	Motos	Carros + Utilitários Leves	Motos
2001	4929116	400432	-----	-----
2002	5173798	455855	244682	55423
2003	5382866	516284	209068	60429
2004	5601665	577672	218799	61388
2005	5853966	582641	252301	4969
2006	6171192	784012	317226	201371
2007	6570932	939100	399740	155088
2008	7022643	1110104	451711	171004
2009	7464500	1214521	441857	104417
2010	7881929	1330459	417429	115938
2011	8292812	1444624	410883	114165
2012	8675738	1526579	382926	81955

Tabela 3: Limites de emissão de ruído para veículos novos
Fonte CONAMA (*8)

Categoria	Descrição	Nível de Ruído (dB(A))		
		Ciclo Otto	Ciclo Diesel	
			Inj. Direta	Inj. Indir.
A	Veículo de passageiros até 9 assentos	74	75	74
Motocicletas	Até 80 cm cúbicos	75	-x-	-x-
	De 81 a 125 cm cúbicos	77	-x-	-x-
	De 126 a 175 cm cúbicos	77	-x-	-x-
	De 176 a 350 centímetros cúbicos	80	-x-	-x-
	Acima de 350 cm cúbicos	80	-x-	-x-

A Figura 2 apresenta as médias de ruído total em um dos quatro locais de maior contribuição do ruído aeronáutico (ponto 23). Observa-se que nem durante o domingo o ruído médio total apresentou valores abaixo dos respectivos limites regulamentares (níveis de critério: 50 dB(A) entre 07:00h e 21:59h-diurno e 45 dB(A) entre 22:00h e 06:59h-noturno)

Um forte decréscimo no ruído total do ambiente pode ser observado após as 21:00h em quase todos os locais medidos. Um fenômeno explicado não apenas pela redução da atividade no aeroporto, como também pela diminuição do tráfego nas rotas alternativas, ainda que as avenidas principais continuem apresentando 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.). Isto evidencia uma possibilidade do monitoramento de ruído auxiliar na determinação dos seus efeitos em função do período do dia, conforme apresentado por BROOKER, P. (2010) (*6), ou ainda da existência de alterações peculiares do ruído nos limites de fechamento do aeroporto (*21).

[1] A emissão somente ocorre quando a motocicleta efetivamente circula. Entretanto, essa foi e ainda é uma forte tendência na cidade de São Paulo, uma vez que foi economicamente vantajoso por muitos anos financiar uma motocicleta e utilizá-la para deslocamentos pendulares, em substituição ao uso do transporte público deficiente.

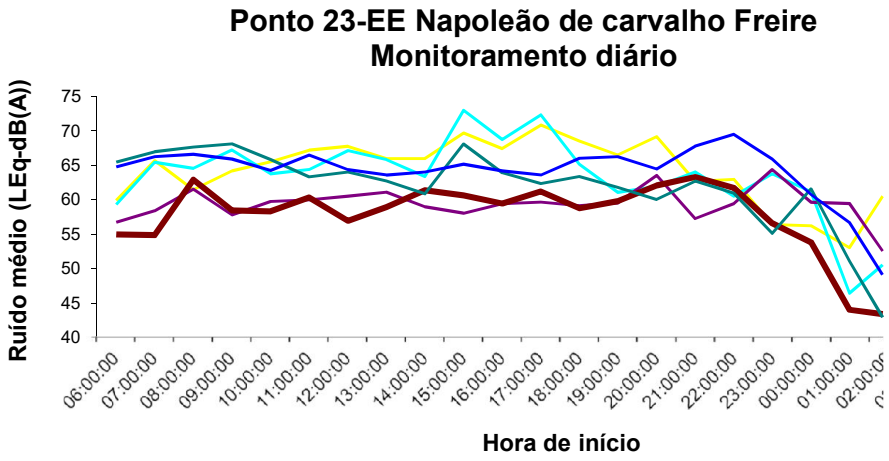


Figure 1: Comportamento do ruído total do ambiente (média horária) no ponto 23

O monitoramento de ruído também fornece subsídios para reforçar o pleito da maioria dos moradores do entorno, que se sentem mais incomodados entre 06:00h e 07:00h e entre 21:00h e 23:00h. Este é um argumento frequentemente levantado em audiências públicas, que discutem a poluição sonora causada pelos aeroportos da Região Metropolitana de São Paulo. No ponto 23, destacado para a discussão neste artigo, funciona uma escola pública estadual em área exclusivamente residencial e com baixo tráfego de veículos. A compatibilidade com os limites regulamentares somente foi verificada entre 01:00h e 06:00h. Como a atividade do aeroporto cessa às 23:00h, e somente é retomada às 06:00h, é possível inferir que o ruído de fundo do local é também elevado durante a noite.

No dia 5 de julho de 2009, domingo, entre 06:00h e 11:00h, a programação do equipamento de medição para detectar eventos 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 (59 horas), 14 sobrevoos em média foram registrados por hora, calculando-se um SEL médio de 81,6 dB(A) por sobrevoo. Quando se subtrai o ruído das aeronaves em cada hora válida de medição do respectivo ruído total do ambiente, o resultado é o LEq do ruído de fundo, que é apresentado na Figura 3

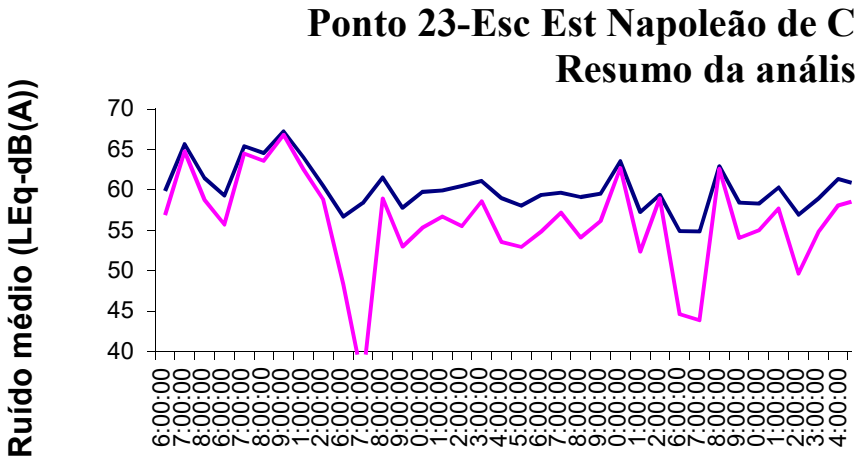


Figure 3: (Amestragem decontínua) Diferenças nominais entre ruído ambiente total e ruído de fundo para o ponto 23

A média de ruído de fundo excede em 6 dB(A) o limite regulamentar em muitos dos períodos de uma hora válidos, e as diferenças em relação às médias de ruído total são grandes, o que configura uma forte influência do funcionamento do aeroporto na percepção do incômodo sonoro neste ponto em particular. As maiores diferenças são encontradas nos limites de fechamento do aeroporto, principalmente no início da manhã (entre 06:00h e 08:00h).

Todavia, a população não é unânime em se manifestar contrária à operação do aeroporto. A grande maioria pleiteia um período de fechamento duas horas maior que o atual, com abertura passando de 06:00h para 07:00h e fechamento passando de 23:00h para 22:00h. Além de permitir u´a maior adequação do aeroporto à regulamentação nacional sobre poluição sonora, este pleito, de certa forma, se alinha aos resultados das medições realizadas. Em maior ou menor grau, esta foi uma situação recorrente nos demais 14 locais monitorados para este estudo.

4. CONCLUSÕES

Da forma como se apresenta, o ruído de fundo no entorno do Aeroporto de Congonhas oferece condições para que este equipamento urbano opere entre 07:00h e 21:00h, sem gerar maiores impactos ambientais decorrentes da poluição sonora. Esta espécie de "janela" diária ocorre independentemente de variações sazonais, como ocorre na Coreia do Sul (*13) e na Polônia (*15), por exemplo. Os parâmetros de diagnóstico preconizados na NBR 13368 (*2) se mostraram ainda suficientemente eficientes para dispensar o uso de questionários de opinião, aplicados à população residente no entorno, e que são uma fonte de informação mais subjetiva, ainda que sejam muito utilizados em estudos desta natureza.

Mesmo com fechamento diário e completo de 7 horas de duração, observa-se que a grande maioria da população do entorno não pleiteia o fechamento definitivo do aeroporto, sendo a demanda mais frequente a extensão do horário de fechamento por mais duas horas, de 07:00h às 22:00h, de forma a adequá-lo à regulamentação nacional para poluição sonora em geral. Isto comprova, de certa forma, alguma tolerância da população para com o aeroporto, encontrada com frequência em países menos desenvolvidos, devido aos benefícios que podem advir da instalação de um equipamento urbano tão complexo quanto um aeroporto.

Observa-se ainda que muito do ruído de fundo registrado está relacionado ao aumento da circulação de motocicletas, muito utilizadas pela população em substituição ao transporte público deficiente (horários irregulares, superlotação, desconforto, etc.).

Este fato também eleva o potencial de prejuízos à saúde pública e em vários outros aspectos. Motocicletas podem emitir nominalmente, por regulamentação, mais ruído e contaminantes do ar do que automóveis. Consequentemente, aumentam a incidência de casos de doenças respiratórias, as perdas de produtividade em função do "stress" adicional produzido pela poluição sonora, e os gastos públicos com atendimentos de urgência, em decorrência do aumento dos acidentes de trânsito que envolvem motocicletas, entre outros.

Trata-se, portanto, de um círculo vicioso, que prejudica cada vez mais a segurança do transporte, o meio ambiente e a saúde da população. Esta é mais uma razão para que a poluição sonora deva ser levada mais a sério, tanto por autoridades aeronáuticas quanto pelos responsáveis por políticas urbanas, fato que somente se concretizará quando atividades de monitoramento de ruído forem obrigatórias.

5. AGRADECIMENTOS

Este estudo é parte da pesquisa de doutorado desenvolvida pelo primeiro autor, que agradece ao Instituto Tecnológico Aeroespacial (ITA) pela oportunidade e à CAPES (Ministério da Educação) pelo apoio financeiro.

6. REFERÊNCIAS

1 ABNT (2000) *NBR 10151 – Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade.* Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de janeiro.

2 ABNT (1995) *NBR 13368 – Ruído aeronáutico – Monitoramento*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.

3 ANAC (2012) *RBAC 161 – Planos de zoneamento de ruído*. Agência Nacional de Aviação Civil, Brasília.

4 Arana, M., (2010) Are the urban noise levels

decreasing? *Journal of Acoustical Society of America,* v. 127, (4), p. 2107-2109.
5 Ascensio, C., Ruiz, M. e Recuero, M. (2010) Real-time aircraft noise likeness detector. *Applied Acoustics*, v. 71, p. 539-545.
6 Brooker, P. (2010) Aircraft noise annoyance estimation: UK time-pattern effects, *Applied Acoustics*, v. 71, p. 661-667.
7 Carvalho, L. A., et al (2014) A complementary metric to define a buffer zone in Brazilian airports, *Journal of Transport Literature*, v. 8, (4), p. 316-328.
8 CONAMA (2000) *Resolução 272: Limites de emissão de ruído para veículos novos*. Conselho Nacional de Meio Ambiente, Brasília
9 Genescà, M., Romeu, J., Pamies, T. e Sanches, A. (2009) Real-time aircraft fly-over noise discrimination, *Journal of Sound and Vibration*, v. 323, p. 112-129.
10 Harris, C. M. (1991) *Handbook of Noise Control*, 2nd Edition, McGraw Hill, New York, ch 34, 35, 38 e 39.
11 ICAO (2007) *DOC 9829: Balanced Approach Guidance*, International Civil Aviation Organization, Montreal
12 INCT (2013) *Relatório-Evolução da frota de automóveis e motos no Brasil, 2001-2012*, Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro
13 Lim, C. e Kim, J. (2007) Effect of background noise levels on community annoyance from aircraft noise, *Journal of the Acoustical Society of America*, v. 123, p. 766-771.
14 Lu, C. (2011) The economic benefits and environmental costs of airport operations: Taiwan Taoyuan International Airport, *Journal of Air Transport Management*, v. 17, p. 360-363.
15 Mioduzewski, P., Ejsmont, J. A., Grabowski, J. e Karpinski, D. (2011) Noise map validation by continuous noise monitoring, *Applied Acoustics*, v. 72, p.582-589.
16 Morrel, P. e Lu, C. (2000) Aircraft noise social cost and charge mechanisms – a case study of Amsterdam Airport Schiphol, *Transportation Research Part D*, v. 5, p. 305-320.
17 Nero, G. e Black, J. A. (2000) A critical examination of an airport mitigation scheme and an airport noise charge: the case of capacity expansion and externalities at Sidney (kingsford Smith) airport. *Transportation Research Part D*, v. 5, p. 433-461.
18 Paz, E. C., Ferreira, A. M. C. e Zanin, P. H. T. (2005) Estudo comparativo da percepção do ruído urbano, *Revista de Saúde Pública da USP*, v. 39, (3), p. 467-472.
19 Prats, X., et al (2010) Multi-objective optimization for aircraft departure trajectories minimizing noise annoyance, *Transportation Research Part C*, v. 18, p. 975-989.
20 Pushell, R. e Evangelinos, C. (2012) Evaluating noise annoyance cost recovery at Düsseldorf International Airport, *Transportation Research Part D*, v.17, p. 598-604.
21 Quehl, J. e Basner, M. (2006) Annoyance from nocturnal noise exposure : Laboratory and field specificdose-response curves, *Journal of Environmental Psicology*, v. 26, p. 127-140.
22 Suau-Sanches, P., Pallares-Barbera, M. e Paul, V. (2011) Incorporating Annoyance in airport environmental policy: noise, societal response and community participation, *Journal of Transport Geography*, v.19, p. 275-284
23 Yan, H. K., Wang, N., Wei, L. e Qjang, F. (2013) Comparing aircraft noise pollution and cost-risk effects of inland and offshore airports: The case of Dalian International Airport, Dalian, China, *Transportation Research Part D*, v. 24, p. 37-43.