

Análise dos efeitos do ruído aeronáutico em zonas residenciais circunvizinhas ao Aeroporto Internacional de Brasília

[Analysis of the effects of aircraft noise in residential areas surrounding the Brasilia International Airport]

Edson Benício Carvalho Júnior*, Sérgio Luiz Garavelli, Armando Mendonça Maroja

Universidade de Brasília (UNB), Brazil, Universidade Católica de Brasília (UCB), Brazil, Universidade de Brasília (UNB), Brazil

Submitted 18 Mar 2011; received in revised form 17 Jul 2011; accepted 26 Jan 2012

Resumo

Esse trabalho teve por objetivo analisar a percepção de incômodo causado pelo ruído aeronáutico em zonas residenciais circunvizinhas ao Aeroporto Internacional de Brasília (SBBR). O estudo foi dividido em duas partes. Na primeira, foram realizadas medições acústicas em três áreas e o nível de ruído determinado pelos parâmetros: Leq, Lmax, Lmin, RF, SEL e IPR. Na segunda parte, aplicou-se, um questionário adaptado do projeto Eurocontrol (European Organisation for the Safety of Air Navigation). Os resultados das medidas de campo indicam regiões com qualidade acústica comprometida e com potencial de incômodo, principalmente no período noturno. Da análise dos questionários obteve-se que os pesquisados do sexo feminino mostraram-se mais incomodados com o ruído de automóveis e aviões e percebem de forma mais vigorosa o barulho do tráfego rodoviário e aéreo. Também constatou-se insatisfação quanto às interferências provocadas pelo barulho das aeronaves na realização de atividades cotidianas e indicaram como reações associadas ao ruído dores de cabeça, distúrbios no sono, estresse e dificuldade de concentração. Destaca-se que na região com menor ruído ambiente os respondentes são mais sensíveis ao barulho dos aviões e os valores dos parâmetros acústicos medidos justificam as reações negativas dos respondentes ao ruído aeroviário. Além disso, verificou-se uma relação direta entre a percepção de incômodo e desconforto com os níveis de pressão sonora medidos.

Palavras-Chave: poluição sonora; ruído aeronáutico; zonas urbanas.

Abstract

This study aimed to analyze the perception of discomfort caused by aircraft noise in residential areas surrounding the Brasilia International Airport (SBBR). The study was divided into two parts. At first, noise measurements were conducted in four residential zones and the sound pressure level determined by the parameters: Leq, Lmax, Lmin, RF, SEL and IPR. In the second part, we applied a questionnaire adapted from the project Eurocontrol (European Organisation for the Safety of Air Navigation). The results of field measurements indicate regions with soundscape compromised and with potential of nuisance, especially at night. Was obtained, from analysis of questionnaires, that the respondents female sex if showed more sensitive by the noise of cars and planes and realize more intensity the noise from road and air traffic. It was found dissatisfaction with the interference caused by the noise of aircraft in daily activities and indicated as reactions noise-related: headaches, sleep disorders, stress and difficulty concentrating. It is noteworthy, that in the region with lower noise, the respondents are more sensitive to the noise of airplanes and the values of acoustic parameters measured would justify the negative reactions of respondents to the air transportation noise. Moreover, there was a direct relationship between the perception of annoyance and discomfort with the sound pressure levels measured.

Key words: noise pollution; aircraft noise; urban areas.

* Corresponding Author. Email: edsonbenicio@gmail.com.

Recommended Citation

Carvalho Júnior, E. B., Garavelli, S. L. and Maroja, A. M. (2012) Análise dos efeitos do ruído aeronáutico em zonas residenciais circunvizinhas ao Aeroporto Internacional de Brasília. *Journal of Transport Literature*, vol. 6, n. 4, pp. 59-81.

■ JTL|RELIT is a fully electronic, peer-reviewed, open access, international journal focused on emerging transport markets and published by BPTS - Brazilian Transport Planning Society. Website www.transport-literature.org. ISSN 2238-1031.

This paper is downloadable at www.transport-literature.org/open-access.

1. Introdução

O rápido aumento do número de veículos motorizados tem causado um sensível acréscimo no número de reclamações da população em relação ao ruído gerado nas cidades, tanto no Brasil como no resto do mundo. Trabalhos realizados em várias localidades têm revelado que o ruído de tráfego é o maior contribuinte para os níveis de pressão medidos e a maior causa de incômodo em áreas urbanas (LACERDA *et al.*, 2005, CARVALHO Jr., 2008; NUNES e RIBEIRO, 2008).

O ruído do tráfego também possui relação direta com distúrbios no sono, doenças cardíacas, hipertensão, desordens mentais e distúrbios na cognição infantil tais como inteligibilidade da fala, compreensão, memória, motivação, atenção, resolução de problemas e dificuldade na resolução de testes (BABISCH, W., B. BEULE, *et al.*, 2004; JARUP, L. *et al.*, 2005; HARALABIDIS *et al.*, 2008; JAKOVLJEVIC, B., *et al.*, 2009; SOBOTOVA, L. *et al.*, 2010).

Além do tráfego rodoviário, outra fonte de ruído que agrava a paisagem acústica de ambientes urbanos é o tráfego aéreo. O ruído proveniente da operação de aeronaves é facilmente identificável e frequentemente afeta o meio ambiente e regiões próximas a aeroportos com energia sonora excessiva (GROUP, 2003). Não por acaso, já é um dos distúrbios mais comumente relatados em áreas residenciais (PEPPER, 2003).

Pesquisas desenvolvidas com o intuito de verificar os efeitos do ruído de aeronaves sobre zonas residenciais próximas a aeródromos destacam que o ruído é um dos impactos mais censuráveis do desenvolvimento de um aeroporto e deve ser minimizado por meio de medidas efetivas de controle (TECHNOLOGY, 2003).

Os ruídos noturnos procedentes de aviões e automóveis aumentam a pressão sanguínea das pessoas, mesmo daquelas que estão dormindo. O estudo, realizado em habitantes que vivem próximos de terminais aéreos europeus, mediu a pressão sanguínea de 140 voluntários depois de expostos a níveis de pressão sonora superiores a 35 dB(A). Os dados foram coletados a cada quinze minutos, inclusive enquanto os voluntários dormiam, e instrumentos foram utilizados para estabelecer o impacto dos ruídos na saúde. Entre os ruídos medidos, figuram os procedentes do tráfego nas ruas e dos aviões que aterrissavam e decolavam. Concluíram que a pressão sanguínea aumentou em média de 6,2 milímetros de mercúrio para a pressão

sanguínea sistólica (alta), e de 7,4 milímetros para a diastólica (baixa), ou seja, verificou-se que quanto maior é o nível de pressão sonora (NPS), mais a pressão sobe independente dos voluntários estarem dormindo ou acordados, motivo pelo qual viver próximo aos aeroportos pode representar um problema para a saúde (HARALABIDIS *et al.*, 2008).

Entretanto, o efeito mais óbvio da exposição ao ruído durante a noite é a perturbação do sono com possível detrimento de eficiência durante o dia e até mesmo prejuízo à saúde em longo prazo. O ruído intermitente causa a fragmentação do sono (por exemplo, barulho de vôo de aeronave, tráfego de estrada com veículos separados) ou, em casos de ruído quase-contínuo (por exemplo, barulho de tráfego de rodovia). Ambos os tipos de ruído apresentam, como resultado, a diminuição do tempo em que pessoas encontram-se em sono profundo e também afetam as fases iniciais do sono (ISING *et al.*, 2002). Ressalta-se que a gravidade dos distúrbios do sono induzida pelo ruído depende da magnitude da exposição e, atualmente, milhares de pessoas podem ser expostas a dois ou mais modos de tráfego ao mesmo tempo, pois essa é a regra nas proximidades dos aeroportos (BASNER, MÜLLER, GRIEFAHN, 2010).

No contexto da poluição causada pelas operações aeroviárias, tem-se o Aeroporto Internacional de Brasília, cuja sigla ICAO (*International Civil Aviation Organization*) é a SBBR, que já é o terceiro em movimentação de aeronaves e de passageiros no Brasil. Por sua localização geográfica, recebe e distribui mais de 400 voos por dia, movimentando mais de 14 milhões de passageiros por ano para 44 destinos em todas as regiões do país (INFRAERO 2011).

Para atender essa demanda foi construída uma segunda pista, concluída em 2005, de pousos e decolagens ampliando a capacidade operacional do aeroporto para 555 mil pousos e decolagens por ano. Estima-se que em 2018 este aeródromo atenda cerca de 25 milhões de passageiros por ano (INFRAERO, 2011).

Esse aumento do fluxo aeroviário versus o adensamento populacional em áreas lindeiras ao SBBR sugere uma situação conflituosa entre os atores envolvidos em regiões circunvizinhas a esse aeroporto (operadores de aeroportuários, governos locais e comunidade). Para Faburel (2005) o ruído aeroviário representa o foco principal das discussões entre esses diversos atores, já que o ruído aeronáutico possui grande potencial de incômodo e interfere diretamente

na realização de atividades cotidianas tais como estudar, se comunicar, assistir TV, dormir, descansar, etc. (LIM, C. *et al*, 2007, NUNES, M. e RIBEIRO, H., 2008, CARVALHO Jr, 2008).

Dessa forma, o presente estudo procurou analisar a percepção de incômodo e desconforto de moradores de quatro zonas residenciais próximas ao SBBR. Para tanto, efetuou-se medições dos níveis de pressão sonora provenientes da operação de aeronaves bem como aplicou-se um questionário para verificação da percepção do ruído. Os resultados das medições acústicas e da análise da percepção de incômodo estão expressos na Seção 4. Na Seção 2 encontra-se a caracterização da área de estudo e na Seção 3, o método e materiais.

2. Caracterização da área de estudo

Com auxílio do mapa de ruído do SBBR, apresentado no Anexo, fornecido pela INFRAERO, definiu-se as regiões administrativas do Park Way (zona 1), Núcleo Bandeirante (zonas 2 e 3) e Riacho Fundo I (zona 4) como áreas de estudo. Essas localidades estão identificadas na Figura 1.



Figura 1: Zonas residenciais de realização do estudo e localização do SBBR. Fonte: Google Earth (2009).

A Figura 2 apresenta os pontos selecionados para as medições acústicas com maiores detalhes. Destaca-se que a zona 1 é estritamente residencial e as demais são áreas mistas, com vocação comercial e administrativa.



Figura 2: Localização dos pontos escolhidos para medições acústicas. Fonte: Google Earth (2009).

Ressalta-se que essas áreas não se encontram no entorno imediato do SBBR estando a distâncias que variam de 3 km a 7 km em linha reta.

3. Método e materiais

Esse estudo foi dividido em duas partes. A primeira correspondeu às medidas físicas de campo nos locais previamente determinados na Figura 1. Avaliou-se os parâmetros sonoros: Leq (Nível de pressão sonora equivalente), Lmin, Lmax, Ruído de Fundo (RF), SEL (*Sound Exposure Level*), e o Índice Ponderado de Ruído (IPR). Estes índices foram comparados com os limites estabelecidos nas normas brasileiras NBR 10.151 (ABNT, 2000), NBR 12.859 (ABNT, 1993) e NBR 13.368 (ABNT, 1995).

O Leq corresponde ao nível obtido a partir do valor médio quadrático da pressão sonora referente a todo o intervalo de medição. Já o Lmin é o valor mínimo do nível de pressão sonora durante o tempo medido e o Lmax o máximo. Elaborar uma análise do Lmax e do Lmin permite a obtenção de comparações que possam melhorar o entendimento da análise dos dados. Além disto, o Lmax é um bom índice, principalmente no que diz respeito ao ruído de aeronaves, onde há picos de ruído (VALLET, 2002 *apud* GROUP, 2003).

O Ruído de Fundo é definido como o nível de pressão sonora equivalente ponderado em “A”, no local e horário considerados, na ausência do ruído gerado pela fonte sonora em questão (ABNT, 2000). Já o Nível de Exposição Sonora (SEL) representa todos os níveis de pressão sonora dentro de um intervalo de interesse, ou seja, SEL é um valor que indica o nível constante, de duração de 1s, que tem igual quantidade de energia que o nível equivalente do ruído medido. Este é um índice útil para calcular os níveis sonoros que resultam de qualquer combinação de fontes sonoras.

O IPR (referendado pela portaria nº. 1141/GM5/87) é o método adotado pelo Brasil para o cálculo do incômodo produzido por aeronaves, tendo como referência os contornos IPR 75 e 65 dB(A) para as curvas de nível de ruído (isofônicas) utilizadas no Plano Básico de Zoneamento de Ruído (PBZR). É definido como sendo o nível médio de ruído, ponderado na escala “A”, para um período de 24h, aplicando-se um acréscimo de 10 dB(A) nos níveis de ruído que ocorrem no período noturno (ICAO, 2002 *apud* VALIM, 2006). Determinar o valor desse índice contribui com o entendimento das possíveis reações das comunidades afetadas pelo ruído aeroviário.

Para a obtenção das medidas, utilizou-se um equipamento modelo SIP95 da 01dB, calibrado com o equipamento *Sound Level Calibrator* TES – 1356. O intervalo de tempo de medição foi de uma hora e foram registrados os horários da passagem de cada aeronave.

Destaca-se que foram realizadas 26 horas de medidas válidas de um total, aproximado, de 60 horas. Essas medidas ocorreram entre Julho de 2007 e Maio de 2008 sendo que na zona 1 conseguiu-se 10 h de medição, na zona 2 seis horas, na zona 3 sete horas e na zona 4 três horas.

Na segunda parte do estudo utilizou-se uma avaliação subjetiva com a aplicação de questionário, em que o instrumento foi adaptado para o contexto brasileiro do Eurocontrol (*European Organisation for the Safety of Air Navigation – EUROCONTROL*, 2009). Esse centro de pesquisa europeu elaborou um instrumento que possibilita a verificação do incômodo proveniente da operação de aeronaves em aeródromos e é parte de uma pesquisa mais ampla, baseada no 5A (Atitudes para Aborrecimento causado por Aeronaves Ao redor de Aeroportos), que visa alcançar uma maior compreensão de todas as formas de incômodos originadas por ruído ao redor de aeroportos. O modelo aplicado contém especificadamente

perguntas fechadas com a utilização de uma escala de Likert. Ressalta-se que foram aplicados dez questionários como pré-teste com o intuito de identificar possíveis dificuldades de compreensão das perguntas.

Selecionou-se um total de 105 pesquisados que residem próximo ao Aeroporto Internacional de Brasília. A amostragem foi não-probabilística, ou seja, intencional, de conveniência, onde os sujeitos foram escolhidos aleatoriamente pelo pesquisador. O número de respondentes permite uma análise confiável e significativa da percepção da população acerca do incômodo provocado pelo ruído aeroviário.

3.1 Procedimentos para análise dos dados

Para análise dos dados obtidos nas medições físicas utilizou-se o *software* dBTRAIT da 01 dB por permitir a verificação dos espectros das medidas em bandas de oitava, bem como fornece os seguintes descritores acústicos: Leq, Lmax, Lmin, RF e SEL. O Leq pode ser calculado pela fórmula (BISTAFA, 2006):

$$Leq = 10 \times \log \left[\frac{1}{T} \int_0^T 10^{L_p(t)/10} dt \right] dB. \quad (1)$$

Da equação tem-se que T é o intervalo de tempo de registro e $L_p(t)$ é o nível sonoro no instante t . Já o IPR é um índice elaborado a partir do Leq nos períodos diurno (L_d) e noturno (L_n). É determinado pela expressão:

$$IPR = 10 \times \log \left[\frac{1}{24} \left(15 \times 10^{L_d/10} + 9 \times 10^{(L_n+10)/10} \right) \right]. \quad (2)$$

Nesta expressão, o número 24 corresponde às horas medidas, 15 ao período diurno e 9 ao noturno, sendo que o período noturno deve começar depois das 22h e não deve terminar antes das 7h do dia seguinte.

Para a análise dos dados obtidos com a aplicação do questionário utilizou-se o SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*). Testes estatísticos, correlações de Pearson (r) e Spearman (ρ), foram efetuados com o intuito de elaborar relações entre as variáveis com auxílio do. Também obteve-se o nível de significância de cada correlação (p), bem como

elaborou-se tabelas de distribuição de frequência e gráficos. A confiabilidade do questionário foi determinada pelo alfa de Cronbach e o valor encontrado foi de 0,942.

4. Resultados e discussões

4.1 Análises das medições dos níveis de pressão sonora

A Tabela 1 resume os dados obtidos nos locais estudados identificando os seguintes parâmetros: Leq, RF, Lmax, Lmin e SEL médio.

Tabela 1. Resultado das medidas realizadas em dB(A)

Região pesquisada	Leq (Diurno)	Leq (Noturno)	RF (Diurno)	RF (Noturno)	Lmax	Lmin	SEL Médio
Zona 1	56	56	48	42	71 < Lmax < 79	31 < Lmin < 42	81
Zona 2	64	60	53	48	78 < Lmax < 81	44 < Lmin < 51	86
Zona 3	62	58	50	43	78 < Lmax < 87	30 < Lmin < 52	85
Zona 4	61	59	48	44	68 < Lmax < 83	37 < Lmin < 49	80

Os valores obtidos para o ruído de fundo, tanto no período diurno quanto no noturno, em todos os locais, estão em conformidade com a NBR 10.151, já que essa norma estabelece que em áreas estritamente residenciais o Leq não deve passar de 55 dB(A) no período diurno e de 50 dB(A) no noturno (após as 22h). Em regiões com vocação residencial e comercial o Leq durante o dia deve ser de, no máximo, 60 dB(A) e à noite de 55 dB(A). Da Tabela 1, percebe-se que os limites do Leq na zona 1 é superior ao instituído nessa norma. Já nos pontos 2, 3 e 4 o Leq encontra-se em desconformidade.

Com esses valores de Leq, segundo a classificação do IAC (Instituto de Aviação Civil) para reações, ter-se-ia um número grande de pessoas seriamente exposta ao ruído aeronáutico, pois para um Leq superior a 55 dB(A) esperam-se reações comunitárias contra as autoridades e as atitudes podem variar de fortes ameaças a ações vigorosas (STEVENS e PIETROSANTA *apud* IAC, 1981).

Os valores do Lmax indicam picos de ruído elevados, durante o sobrevôo das aeronaves, em todas as áreas analisadas. Nota-se que, principalmente nas zonas 2 e 3, o Lmax é bem expressivo, o que caracteriza uma possível situação de poluição do ambiente sonoro com consequências nos processos de comunicação e concentração em atividades de escrita, leitura e no sono como pode-se verificar nas figuras 3 e 4. Ressalta-se que esses locais estão bem

próximos à curva de nível de ruído 2 da pista 1 do SBBR (Anexo). Verifica-se que as zona 1 e 4 apresentam melhor qualidade da paisagem acústica, pois o L_{min} manteve-se em um nível relativamente razoável e essas áreas estão mais distante do SBBR.

A NBR 13.368/95 prescreve o método para monitoração de ruído gerado por aeronaves e determina que o Leq encontrado durante as medições deva ser comparado com a Tabela 2.

Tabela 2. Avaliação do incômodo gerado pelas operações aeroportuárias.

Reclamações esperadas	Leq - Diurno	Leq - Noturno
Sem reação ou queixas esporádicas	$Leq < 65$	$Leq < 55$
Queixas generalizadas – possíveis reações da comunidade	$65 < Leq < 75$	$55 < Leq < 65$
Ações comunitárias vigorosas	$Leq > 75$	$Leq > 65$

Comparando as tabelas 1 e 2 verifica-se que no período diurno nenhuma região pesquisada apresentaria uma qualidade acústica, proveniente do tráfego aéreo, comprometida ao ponto de implicar em reclamações. Por outro lado, no período noturno, todas as zonas residenciais apresentariam características incomodativas oriundas da operação de aeronaves capazes de suscitar queixas generalizadas com possíveis ações comunitárias.

Os resultados para o SEL apresentam-se elevados e chama-se a atenção para os possíveis distúrbios causados pelo ruído à população exposta, pois se o SEL for de 71 dB(A) ou de 95 dB(A), respectivamente, entre 3% e 10% da população vizinha a aeroportos apresentaria problemas no sono. Um SEL de 70 dB(A), obtido na parte externa da residência, durante 10 a 15 minutos por noite, indica a possibilidade de efeitos adversos à saúde sendo necessário se providenciar proteção acústica nas residências e nos locais de trabalho a fim de minimizar os efeitos do ruído (FICAN, 1992 *apud* GROUP 2003). Considerando esses valores para o SEL pode-se uma situação de poluição sonora em todas as zonas pesquisadas.

Confrontando os resultados obtidos para o IPR com os valores das isofônicas oficiais do SBBR (anexo 1) tem-se que a curva de nível de ruído 2 reporta-se a um IPR 65 (portaria nº. 1141/GM5/87), ou seja, não deve-se permitir em sua área de abrangência a instalação de residências, hospitais, ambulatórios, consultórios médicos, escolas, creches, hotéis e igrejas. A proibição dessas atividades é reforçada pela NBR 12.859, onde um IPR superior a 60 resultaria em um grande volume de reclamações por parte da comunidade afetada. É

importante observar que o IPR deve ser calculado como uma medida de longo prazo (24 horas) e nesse trabalho adaptou-se o IPR para uma hora de medição.

Entretanto, a resolução CONAMA nº. 001/90 estabelece que a emissão de ruídos em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas não deve ser superior aos considerados aceitáveis pela NBR 10.151. A Tabela 3 sumariza uma comparação entre o IPR medido e os valores permitidos segundo essa norma (calculados por meio das equações 2 e 3). Para atender a legislação ambiental, o IPR, da isofônica 2, deveria variar de 43, em áreas de sítios e fazendas, a 70 em áreas predominantemente industriais.

Tabela 3. Valores encontrados para o IPR e comparações com as normas NBR 10.151 e NBR 12.859.

Local	IPR medido	IPR*	Relação entre o IPR e a reação das comunidades - NBR 12.859
Zona 1	62	58	IPR menor que 53: Nenhuma reclamação é esperada. Ambiente pouco ruidoso.
Zona 2	67	63	
Zona 3	65	63	IPR entre 53 e 60: É esperado grande volume de reclamações por parte dos residentes. Ambiente medianamente ruidoso.
Zona 4	59	63	
			IPR > 60: São esperadas reclamações generalizadas por parte dos residentes. É possível ação comunitária em prol da redução do nível de ruído.

* IPR determinado com os valores do Leq estabelecidos na NBR 10.151.

Considerando os resultados da Tabela 3, percebe-se que, em todas as áreas, os valores do IPR apontam para uma possível reação por parte dos moradores. Destaca-se que as curvas de nível de ruído de um aeroporto devem ser utilizadas com outros fatores relativos ao planejamento de uso e ocupação do solo, com objetivo de fornecer um quadro que auxilie nas decisões relativas à aceitabilidade do ruído ambiental no entorno de aeroportos para diversos tipos de uso e de atividades humanas (BISTAFA, 2006).

Nesse contexto, as medidas obtidas para o IPR aproximam-se do estabelecido para a curva de ruído 2 do SBBR (IPR 65). Destaca-se que somente a zona 2 está dentro da isofônica 2, as zonas 1 e 3 estão muito próximas e a zona 4 mais afastada. Mesmo com o IPR medido correspondendo satisfatoriamente ao estabelecido na portaria nº. 1141/GM5/87 é necessário ressaltar que, segundo a NBR 12.859, valores do IPR superiores a 60 teriam como consequência intensas reclamações por parte de residentes próximos ao SBBR. Assim, chama-se a atenção para uma atualização da área de abrangência da curva 2, pois essa pode não estar correspondendo à realidade do cenário de poluição proveniente do tráfego aéreo

local principalmente após o aumento significativo de operações aeroviárias nos últimos 5 anos.

Também se faz importante destacar que os resultados dos parâmetros acústicos analisados indicam que, os ruídos das aeronaves possuem potencial de incômodo podendo afetar a qualidade de vida dos residentes circunvizinhos ao SBBR.

4.2 Análise e discussão dos dados provenientes do questionário

Entre os pesquisados, 43% eram do sexo masculino, e 57%, do sexo feminino. A faixa etária predominante foi de 30 a 35 anos. A Tabela 4 apresenta a porcentagem (resultado da soma do grau indicativo “muito” com “extremamente”) dos respondentes que consideraram o barulho, proveniente do tráfego rodoviário e aeroviário, agente impactante na qualidade de vida. Os dados dessa tabela indicam uma grande preocupação dos entrevistados com o barulho, sendo que o ruído dos aviões foi indicado como o que produz maior impacto nas zonas 1 e 4. Ressalta-se que os resultados das zonas 2 e 3 são apresentados juntos devido esses locais estarem situados na mesma cidade.

Tabela 4. Pesquisados que consideraram impactante o ruído aéreo e rodoviário

	Zona 1	Zonas 2 e 3	Zona 4
Ruído rodoviário	64%	70%	28%
Ruído aeroviário	78%	65%	32%

Os residentes das zonas 2 e 3 reagiram ao ruído rodoviário de forma mais intensa que o aeronáutico. Infere-se que isso ocorra devido ao elevado tráfego de veículos automotores nas vias internas da cidade e pela região ser margeada por grandes rodovias que apresentam fluxo intenso durante todo o período diurno e em boa parte do noturno.

Na área 4, as duas modalidades descritas de ruído mostraram-se menos impactantes, mas não menos incômodas. Nessa localidade, verificou-se que 28% tiveram a impressão de que o ruído rodoviário é um fator impactante e 32% apontaram o ruído aeronáutico como tal. Essas porcentagens são menores em relação aos valores obtidos para as outras localidades e a razão pode ser o moderado fluxo de veículos automotores nas vias internas e, além disso, observou-se que o número de eventos aeronáuticos nessa localidade é menor do que nos outros locais avaliados.

Destaca-se que na região com menor Leq, zona 1, os pesquisados são foram mais sensíveis ao barulho dos aviões e os valores dos parâmetros acústicos medidos justificam as reações negativas dos respondentes ao ruído aeroviário. Uma possível explicação pode ser devido ao fato de que o ruído ambiente é relativamente baixo nesta região ressaltando, assim, a passagem dos aviões gerando uma percepção de desconforto.

A Tabela 5 mostra a correlação de Spearman (ρ) entre os elementos que impactam na qualidade de vida, no caso ruído rodoviário e aeroviário e o quanto os respondentes estavam satisfeitos com esses fatores. Na primeira correlação, observa-se uma forte relação entre as perguntas ($\rho = -0,739$) e pode-se inferir que quanto mais intenso o ruído do trânsito, menor a satisfação dos pesquisados. E ainda, as mulheres mostraram-se mais insatisfeitas e perceberam de forma mais vigorosa o barulho proveniente do tráfego rodoviário ($r = -0,792$) que os homens ($r = -0,650$).

Tabela 5. Fatores que impactam a qualidade de vida

Quanto você está satisfeito com tráfego rodoviário x Ruído do tráfego rodoviário que chega até sua residência	ρ^*
Todos os respondentes	-0,739
Respondentes Femininos	-0,792
Respondentes Masculinos	-0,650
Quanto você está satisfeito com ruído aeronáutico x Ruído aeronáutico que chega até sua residência	ρ
Todos os respondentes	-0,720
Respondentes Femininos	-0,741
Respondentes Masculinos	-0,659

* As correlações apresentaram significância $p < 0,01$

Dessa tabela, observa-se que quanto maior o ruído gerado pelas aeronaves menor a satisfação dos entrevistados e também que as pessoas do sexo feminino mostraram-se mais insatisfeitas com o ruído aeroviário ($\rho = -0,741$) que as do sexo masculino ($\rho = -0,659$).

A Tabela 6 sumariza a frequência relativa de duas situações encontradas pelos pesquisados quando estão em suas residências. A primeira coluna (F_1) representa o percentual dos avaliados que responderam “freqüentemente” e “todo o tempo” quando questionados se em casa notam o ruído proveniente destas fontes e a segunda coluna (F_2) é referente à pergunta: “quão barulhenta são estas fontes”. Destacam-se os carros de som (58%) e as aeronaves (71%), como as fontes de barulho que mais se fazem notar. Vale observar que o tráfego

rodoviário e as motocicletas também são apontados significativamente como fontes de ruído percebidas quando os respondentes acham-se em casa.

Tabela 6. Notam o ruído quando estão em casa

Fontes	F₁%	F₂%
Ruído proveniente de motocicletas	37	32
Ruído proveniente de carro de som	50	58
Ruído proveniente de tráfego rodoviário	41	43
Ruído proveniente de aeronaves	75	71

A Tabela 7 apresenta os valores obtidos para a correlação de Pearson (r) entre a percepção do ruído proveniente de algumas fontes emissoras, quando o respondente encontra-se em casa e quão ruidosas são estas fontes. Os resultados demonstram um vínculo entre a percepção do ruído e a identificação das fontes mais ruidosas, onde se sobressai a relação encontrada para as aeronaves ($r = 0,748$), ou seja, os pesquisados identificam os aviões como aparelhos ruidosos e percebem o barulho desta fonte quando estão em suas residências.

Tabela 7. Percepção do ruído em casa × quão ruidosas são as fontes

Fontes emissoras	r
Motocicletas	0,641
Carro de som	0,688
Tráfego rodoviário	0,662
Tráfego aeroviário	0,748

* As correlações apresentaram significância $p < 0,001$

Os entrevistados, ao serem indagados sobre quanto o ruído das fontes listadas na Tabela 8 os perturbou nos últimos 12 meses, mostraram-se aborrecidos com o barulho proveniente, principalmente, de carros de som e de aviões. A porcentagem dos que se sentiram “descontentes” com os que marcaram “muito descontentes” revela que 44% incomodaram-se com as perturbações do ruído proveniente dos carros de som e 60%, com os emitidos por aeronaves.

Chama-se a atenção para o fato de ser muito mais fácil administrar o impacto do ruído originado de carros de som, bastando, essencialmente, vontade política para impor uma fiscalização que coíba os abusos. Entretanto, quando a fonte de barulho é um aeródromo, as ações mitigadoras para se amenizar o barulho são mais complexas, pois atualmente o ruído aeroviário é considerado o principal problema ambiental na aviação civil por afetar

diretamente a qualidade de vida de inúmeras pessoas que residem nas vizinhanças dos grandes aeroportos, que normalmente não são diretamente beneficiadas pelas atividades aeroportuárias (COPPI, 2005).

Vale destacar o dado que 60% dos entrevistados sentem-se incomodados com o barulho dos aviões. Pode-se relacionar essa informação com os valores medidos para o Leq e aqui é importante ressaltar que a percepção dos respondentes quanto ao incômodo mostrou-se contrária ao que seria esperado tomando como referência os limites para o Leq expressos na NBR 13.368. No entanto, esse dado de 60% condiz com os valores para o Leq estabelecidos na NBR 10.151 que determina um Leq máximo de 60 dB(A), durante o dia, e de 55 dB(A), à noite, em áreas com vocação residencial e comercial.

Tabela 8. No último ano, o quanto o ruído perturba e aborrece

FONTES DE RUÍDO	Muito Satisfeito	Satisfeito	Indiferente	Descontente	Muito descontente
Alarmes de carros	10%	36%	31%	18%	6%
Vizinhos	14%	32%	33%	13%	8%
Cachorros latindo	11%	31%	40%	13%	6%
Crianças brincando	21%	24%	43%	9%	3%
Ruído (barulho) de motocicletas	14%	25%	32%	20%	9%
Ruído (barulho) de carro de som.	9%	20%	27%	27%	17%
Pessoas fazendo barulho tarde da noite	11%	30%	32%	24%	4%
Ruído (barulho) do tráfego rodoviário	15%	25%	25%	25%	9%
Trens	67%	16%	10%	6%	1%
Aeronaves	4%	13%	23%	26%	34%
Sirene de veículos de emergência	14%	41%	33%	10%	3%
Construções / Fábricas	54%	30%	13%	3%	0

O aborrecimento registrado pelos pesquisados são coerentes com resultados de outras pesquisas, por exemplo, no trabalho de Lim *et al.* (2007) 51% dos entrevistados declararam serem altamente incomodados com o ruído de aeronaves e 24% bastante incomodados. Um estudo da Espanha apontou que 62% dos pesquisados consideraram-se significativamente afetados pelo barulho do tráfego aéreo (GARCIA, *et al.*, 1993). Raylander e Björkman (1997) apontam que 48% dos sujeitos entrevistados, em algumas áreas analisadas, relataram estarem muito irritados com o ruído dos aviões.

Também foi perguntado o quão ruidoso os respondentes consideravam o lugar onde moram, os resultados estão na Tabela 9. Observa-se que os indagados qualificaram o barulho das

regiões onde residem como muito elevado, pois o resultado da soma do grau “muito” e do grau indicativo “extremamente” foi de 43%, 36% e 31%, respectivamente, para as zonas residenciais 1, 2 e 3.

Os residentes da zona 1 são os que mais perceberam o ruído, isso se pode creditar à região possuir um fluxo de veículos automotores moderado em relação as demais áreas e também pelas características de uso e ocupação do solo, sendo a região 1 essencialmente destinada a empreendimentos residenciais. Pode parecer paradoxal, mas este local é o que apresenta melhor qualidade acústica dentre os avaliados (ver tabela 1).

Tabela 9. Quão ruidoso você considera o lugar onde mora

Região	Não tem ruído	Ligeiramente	Moderadamente	Muito	Extremamente
Zona 1	0%	21%	36%	36%	7%
Zona 2 e 3	0%	17%	47%	28%	8%
Zona 4	0%	24%	45%	24%	7%

A tabela 10 mostra a correlação estabelecida entre o quão ruidoso o respondente considera ser a localidade onde mora e o quanto o barulho nesse lugar o incomoda. Nota-se que quanto mais ruidosa a região, maior o incômodo ($\rho = 0,723$). As pessoas do sexo feminino, mais uma vez, perceberam de forma mais intensa o ruído em suas residências ($\rho = 0,800$) que as do sexo masculino ($\rho = 0,567$) e quanto mais barulhento o entrevistado considera o lugar onde reside, maior o incômodo. Ressalta-se que 63% das mulheres participantes da pesquisa trabalham fora de casa.

Tabela 10. Correlação entre a percepção do ruído e o incômodo

O quão ruidoso é o lugar onde você mora × Quanto o ruído no lugar onde você mora o incomoda	ρ^*
Todos os respondentes	0,723
Respondentes Femininos	0,800
Respondentes Masculinos	0,567

* todas as correlações apresentaram significância $p < 0,01$

Esses dados vão de encontro a pesquisas que atentam para o fato de que as mulheres são mais susceptíveis a uma paisagem sonora comprometida. Por exemplo, Nunes (2008) pesquisou a interferência do ruído do tráfego urbano na qualidade de vida em uma zona residencial de Brasília (DF). Como resultado, encontrou-se que pessoas do sexo feminino revelam-se mais sensíveis ao barulho. Gonçalves e Moraes (2004) em estudo realizado na cidade de Feira de Santana (Bahia) concluíram que não foi observada associação estatisticamente significativa

entre as variáveis sexo e nível de incômodo, embora observa-se maior tendência do sexo feminino se sentir mais incomodado pelo ruído urbano. Igualmente, as conclusões de Fields (1993) indicam que mais de 90% dos pesquisados, sejam homens ou mulheres, reagem de forma similar ao ruído no ambiente residencial. No entanto, seus dados lhe permitiram concluir que as mulheres são mais intolerantes ao ruído intenso.

Em seguida, buscou-se verificar qual o impacto causado pelo ruído rodoviário e aeronáutico em alguns hábitos cotidianos. A Figura 3 exibe as porcentagens de respondentes para as atividades rotineiras apresentadas no questionário. Nota-se que os investigados consideram o ruído aeronáutico significativamente impactante e isso talvez ocorra devido à natureza do ruído emitido por essas fontes. Um tráfego rodoviário fluido é considerado como gerador de ruído do tipo contínuo (COELHO *et al.*, 1996 *apud* NAGEM, 2004). Já o tráfego aéreo produz ruído intermitente, ou seja, o nível do ruído cresce e decresce rapidamente. Em relação à variação do ruído com o passar do tempo, geralmente um ruído intermitente perturba mais do que um som contínuo (MAEKAWA & LORD, 1994 *apud* NAGEM, 2004).

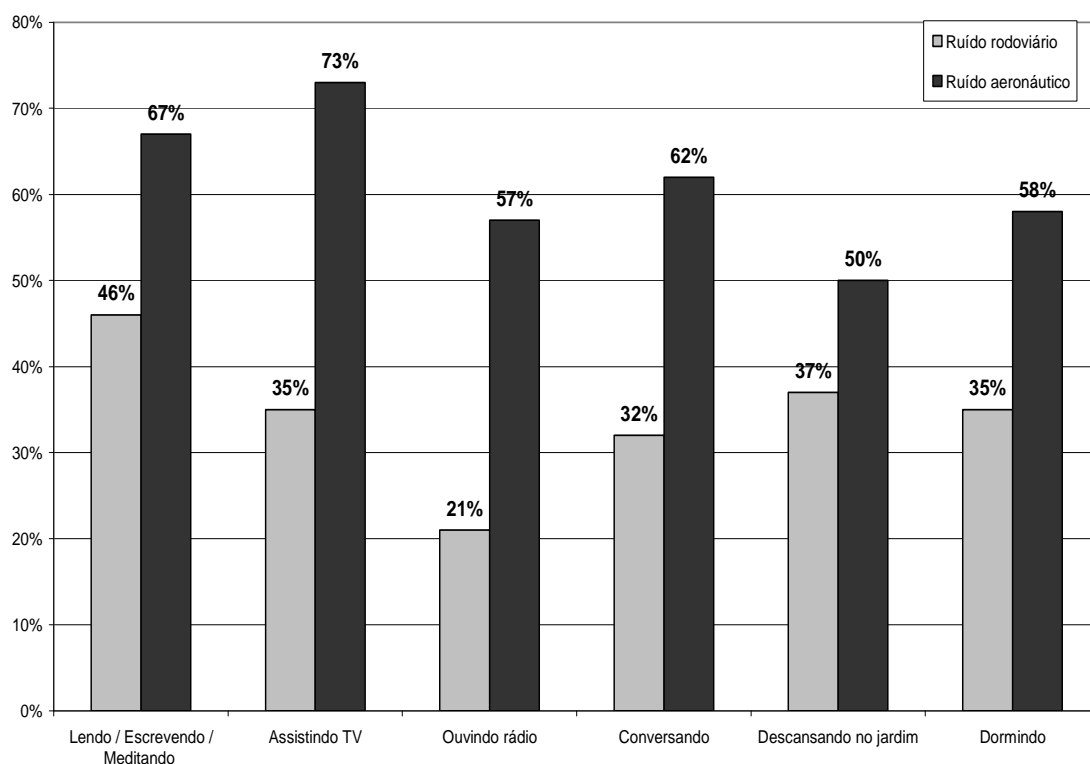


Fig. 3. Impacto causado pelo ruído rodoviário e aeronáutico nas atividades cotidianas

As porcentagens expressas devido ao impacto causado pelo ruído rodoviário, na Figura 3, também são significativos. Essa modalidade de ruído incomoda fortemente atividades rotineiras, como dormir, assistir TV e concentrar-se (LAM *et al.*, 2008). Nunes (2008) também chega à mesma conclusão afirmando que o ruído do tráfego compromete a qualidade de vida e o bem-estar da população, pois, além de gerar incômodos, interfere na realização de atividades básicas e rotineiras.

A Figura 4 registra o aborrecimento causado pelo barulho das aeronaves em atividades cotidianas. Dessa figura, depreende-se que o ruído aeronáutico é capaz de interferir significativamente no processo de comunicação, na concentração em atividades de escrita e leitura, no sono, além de provocar sobressaltos (sustos).

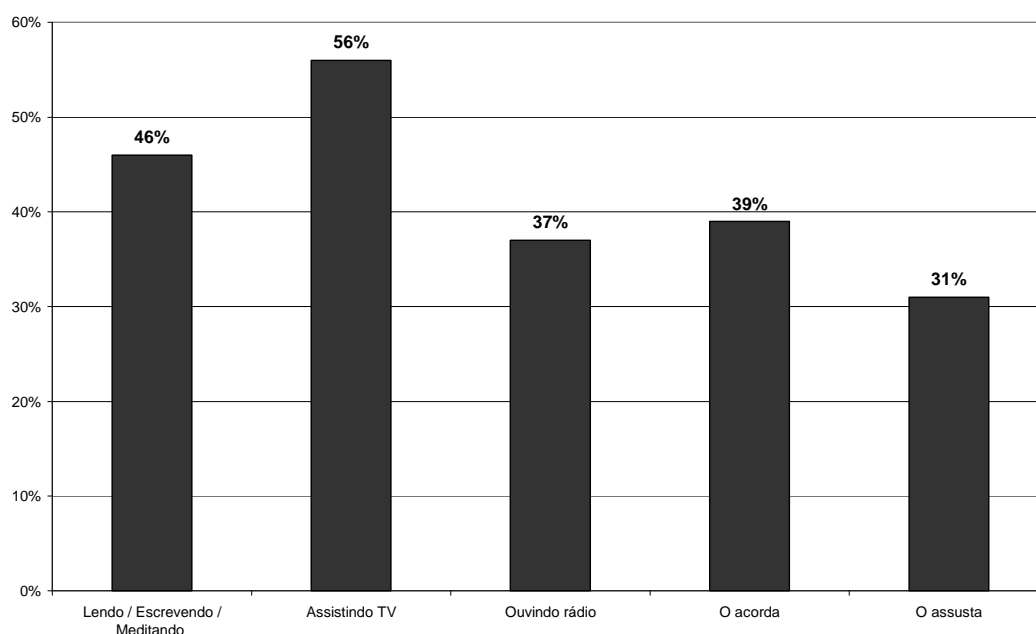


Fig. 4. Aborrecimentos causados pelo ruído aeronáutico nas atividades cotidianas

Considerando o grande desconforto causado pelas interferências do ruído das aeronaves, efetuou-se a correlação de Pearson entre o quão barulhento os pesquisados consideraram as aeronaves e quanto o ruído aeronáutico perturbava os respondentes quando estes estavam em casa. Os resultados estão expressos na Tabela 11 e mostram uma correlação positiva expressiva para as zonas 2, 3 e 4 e, além disso, uma forte correlação entre as variáveis para a zona 1 ($r = 0,819$). Isso indica que quanto mais barulho os aviões produzem, mais incomodados e aborrecidos ficam os pesquisados destacando-se os residentes da zona 1.

Tabela 11. Ruído percebido e a perturbação causada pelas aeronaves

Zonas	r*
1	0,819
2 e 3	0,760
4	0,748

*todas as correlações apresentaram significância $p < 0,01$

A forte correlação encontrada para a área 1 reafirma o resultado de que nessa região, grande parte dos investigados (93%) mostraram-se descontentes com essa fonte de ruído. Isso talvez ocorra devido ao fato dessa região registrar o menor valor para o Leq ($50,0 < \text{Leq} < 58,5$), entre as investigadas, ou seja, com um ruído ambiental mais próximo ao que recomenda a NBR 10.151 o evento passagem de aviões ressaltou a percepção de desconforto significativamente.

Também buscou-se identificar se o ruído aeroviário aborrece os pesquisados em alguns períodos específicos. Os resultados mostraram que das 08 às 19 horas, 31% sentiam-se incomodados, das 19 às 23 horas são 44% e das 23 às 6 horas são 32%. Dessa forma, os respondentes consideram-se mais aborrecidos à noite, período em que, geralmente, as pessoas estão em suas casas e querem descansar.

Ao serem indagados sobre para quem já reclamaram a respeito do barulho dos aviões, somente 0,8% registraram seu descontentamento na INFRAERO, 0,8% na central de atendimentos do SBBR, 4% para associações de moradores e 1,2% para Secretaria de Meio Ambiente. Denota-se, que os pesquisados não sabem para quem reclamar e nem como reclamar o desconforto originado pelo ruído do tráfego aéreo.

Em relação ao impacto do ruído na saúde, os pesquisados responderam que 26% se sentem afetados sendo, que 4%, do total, admitiram ter dores de cabeça, 8,4% distúrbios no sono, 9,2% estresse e 5,2% dificuldade de concentração.

O dado referente aos que apresentam distúrbio no sono é muito importante, pois existe uma significativa progressão de queixa de insônia relacionada com o tempo de exposição ao ruído, devido a grande intolerância a sons intensos, nervosismo, irritação e zumbido (Fiorini *et al*, 1991 *apud* RIOS, 2003). Segundo a Associação Americana de Distúrbio do Sono (AASM, 2001) cerca de 5% das insônias são causadas por fatores externos ao organismo, principalmente pelo ruído.

Conclusões

No que concerne aos dados provenientes das medições físicas, tem-se que os valores dos descritores acústicos obtidos estão acima do limite estabelecido pela legislação brasileira. Comparando o Leq e o IPR, é provável que reações possam ocorrer por parte dos residentes, principalmente, das zonas 1, 2 e 3. O IPR na Zona 4 indica uma região menos impactada pelo ruído aeronáutico. Nos pontos 2 e 3, o ambiente sonoro é mais comprometido que nos demais locais e as atuais curvas de nível de ruído do SBBR podem não corresponder à realidade do cenário de poluição proveniente do tráfego aéreo local, isto é, podem estar desatualizadas. Conclui-se que os resultados das medidas de campo indicam um potencial de incômodo principalmente no período noturno.

Já a análise subjetiva permite concluir que as pessoas do sexo feminino mostraram-se mais insatisfeitas e perceberam de forma mais vigorosa o barulho do tráfego veicular e aeroviário. Vale ressaltar que 63% das mulheres participantes da pesquisa trabalham fora de casa, logo o argumento de sãs mais incomodadas porque passam mais tempo em casa não pode ser aplicado.

Também foi observado que quanto maior o barulho das aeronaves maior a insatisfação dos respondentes que, além disso, consideraram os aviões aparelhos ruidosos.

Nota-se claramente um quadro de descontentamento quanto às interferências provocadas pelo ruído aeronáutico e rodoviário na realização de atividades rotineiras, tais como ler, assistir TV, conversar e dormir. Os principais efeitos informados pelos entrevistados foram: dores de cabeça, distúrbios no sono, estresse e dificuldade de concentração. Assim, os resultados dos questionários confirmam a tendência de incômodo apontada pelos dados das medidas de campo.

Os valores dos parâmetros acústicos obtidos mostraram-se expressivos justificando as reações negativas dos pesquisados ao ruído aeroviário, ou seja, constatou-se a existência de uma relação direta entre a percepção de incômodo e desconforto com os níveis de ruído medidos. Considerando esses resultados é, então, possível concluir que os respondentes identificaram o ruído aeronáutico como agente aborrecedor e capaz de interferir significativamente em atividades cotidianas e na saúde.

Conclui-se também que a percepção da população não depende somente da intensidade dos níveis de pressão sonora devidos às aeronaves, mas também do ruído de fundo do local e dos níveis de pressão sonora do tráfego veicular na região.

A situação de níveis de ruídos distanciados do que recomenda, especialmente, a legislação ambiental, juntamente com uma significativa percepção de incômodo permite inferir que o problema da poluição sonora causada pelo tráfego aéreo tende a alcançar uma dimensão conflituosa intensa, principalmente com o aumento da demanda de operações aeroviárias.

Apesar de não ter sido o objetivo do trabalho verificou-se que a percepção de incômodo, demonstrada pelos respondentes, melhor se correlaciona com os limites indicados na NBR 10.151. Constatou-se diferenças metodológicas entre as normas NBR 10.151, NBR 12.859 e NBR 13.368 para a determinação do incômodo gerado pelo ruído aeroviário. Além disso, observou-se a coexistência conflituosa entre uma portaria do Ministério da Aeronáutica e uma resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente. Dessa forma, seria importante estabelecer uma discussão para a elaboração de uma norma que tenha por primeiro objetivo resguardar a qualidade ambiental de populações expostas a ruídos aeronáuticos no Brasil. Também seria interessante reavaliar o IPR da curva de nível de ruído 2 adotando-se os limites 43 e 70.

Referências

- AASM (2001) The international classification of sleep disorders, revised: diagnostic and coding manual. *American Academy of Sleep Medicine*.
- ABNT (2000) *NBR 10.151* - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade. Associação Brasileira de Normas Técnicas Rio de Janeiro.
- ABNT (1993) *NBR 12.859* - Avaliação do impacto sonoro gerado por operações aeronáuticas. Associação Brasileira de Normas Técnicas Rio de Janeiro.
- ABNT (1995) *NBR 13.368* - Ruído gerado por aeronaves - monitoração. Associação Brasileira de Normas Técnicas Rio de Janeiro.
- Babisch, W., B. Beule, *et al.* (2004) The impact of annoyance from different noise sources in the risk of myocardial infarction - results from the NaRoMi study. *The 33rd International Congress and Exposition on Noise Control Engineering*. Czech Republic - Prague: Inter-noise.
- Babisch, W. (2002) The Noise/Stress concept, Risk Assessment and Research Needs. *Noise & Health*, v.4, p.11.

- Basner, M., Müller, U., Griefahn, B. (2010) Practical guidance for risk assessment of traffic noise effects on sleep. *Applied Acoustic*. 71: 518 – 522 p.
- Bistafa, S. R. (2006) *Acústica aplicada ao controle do ruído*. São Paulo, Edgard Blücher.
- Brasil. Portaria MAer. n. 1141/GM5 (1987) – Dispõem sobre zonas de proteção e aprova o Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromos, o Plano Básico de Zoneamento de Ruído, o Plano Básico de Proteção de Helipontos e o Plano de Zona de Proteção de Auxílios à Navegação Aérea e dá outras providências. *Ministério do Estado da Aeronáutica*.
- Brasil. Resolução CONAMA n. 001 (1990). Dispõe sobre critérios e padrões de emissão de ruídos, de atividades industriais. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, de 02/04/90, Seção I, Pág. 6.408.: Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.
- Carvalho Júnior, E. B. C. (2008) Ruído ambiental e seus efeitos: o ruído aeronáutico no entorno do Aeroporto Internacional de Brasília. (*Dissertação de Mestrado*). Programa de pós-graduação em Planejamento e Gestão Ambiental, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 135 p.
- Coppi, M., A. D. L. Vollaro, *et al.* (2005) Evaluation of the Noise pollution around the Italian Airports. *The 2005 Congress and Exposition on Noise Control Engineering - Inter-noise*. Rio de Janeiro – Brasil.
- Eurocontrol (2009) *European Organisation for the Safety of Air Navigation* . Disponível em: <http://www.eurocontrol.int/corporate/public/subsite_homepage/index.html> . Acesso em: 21 mar. 2009.
- Fields, J.M. (1993) Effect of personal and situational variables on noise annoyance in residential areas. *Journal of Sound and Vibration*, v. 93, n. 5, pp. 2753-2763.
- Garcia, A., Faus, L.J., Garcia, A. M. (1993) The Community Response to Aircraft Noise around Six Spanish Airports. *Journal of Sound and Vibration*, v.164, p.45-52.
- Gonçalves, F., A. P., Moraes, L. R. S. (2004) Incômodo do Ruído Urbano em Residentes e Trabalhadores de Logradouros da Cidade de Feira de Santana, Bahia, Brasil. In: *XXIX Congresso Interamericano de Engenharia Sanitaria Y Ambiental*, San Juan.
- Group, W. A. (2003) Nighttime noise criteria and land-use guidelines for the city of high point. *Wyle Report*. Arlington, Virginia: 36 p.
- Haralabidis, A. S., Dimakopoulou, K., Vigna-Taglianti, F., *et al.* (2008) Acute effects of night-time noise exposure on blood pressure in populations living near airports. *European Heart Journal*. 29: 658-664 p.
- IAC (1981) *Instituto de Aviação Civil*. Métodos de avaliação dos níveis de ruído e de incômodo gerados pela operação de aeronaves em aeroportos. *Ministério da Aeronáutica*. Rio de Janeiro, Brasil.
- INFRAERO (2011). *Empresa Brasileira de Infra-estrutura Aeroportuária*. Disponível em: <<http://www.infraero.gov.br/>>. Acesso em: 21 mar.
- Ising, H., W. Babisch, *et al.* (2002) Exposure and effect indicators of Environmental Noise. Berlin - Germany: *WHO*.
- Jakovljevic, B., Paunovic, K., Belojevic, B. (2009) Road-traffic noise and factors influencing noise annoyance in an urban population. *Environment International*. 35, 552 – 556 p.
- Jarup, L., Dudley, M. L., Babisch, W. *et al.* (2005) Hypertension and Exposure to Noise near Airports (HYENA): Study Design and Noise Exposure Assessment. *Environmental Health Perspectives*. 113: 1473-1478 p.
- Lacerda, A., Magni, C., Morata, T., Marques, J., Zannin, P. (2005) Ambiente urbano e percepção da poluição sonora. *Ambiente & Sociedade*. vol. VIII. nº. 2 jul./dez.

- Lam, K., *et al.* (2009) Annoyance response to mixed transportation noise in Hong Kong. *Applied Acoustics* 70: 1-10.
- Lim, C., *et al.* (2007) The relationship between civil aircraft noise and community annoyance in Korea. *Journal of Sound and Vibration*, v. 299, n. 3, pp. 575 - 586.
- Nagem, M. P. (2004) Mapeamento e análise do ruído ambiental: diretrizes e metodologia. (*Dissertação de Mestrado*). Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 133 p.
- Nunes, M., Ribeiro, H. (2008) Interferências do ruído do tráfego urbano na qualidade de vida: zona residencial de Brasília/DF. *Cadernos Metrópoles*. 19: 319-338.
- Pepper, C. B., Nascarella, M. A. *et al.* (2003) A review of the effects of aircraft noise on wildlife and humans, current control mechanisms, and the need for further study. *Environmental Management*. 32: 418-432.
- Rios, A. L. (2003) Efeito tardio do ruído na audição e na qualidade do sono em indivíduos expostos a níveis elevados. (*Dissertação de Mestrado*). Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 155 p.
- Sobotova, L., Jurkovicova, J., Stefanikova, Z *et al.* (2010) Community response to environmental noise and the impact on cardiovascular risk score. *Science of The Total Environment*, 408: 1264 – 1270 p.
- Rylander, R., Björkman, M. (1997) Annoyance by aircraft noise around small airports. *Journal of Sound and Vibration*, v. 205, n. 4, 533 – 537 p.
- Technology (2003) Parliamentary Office of Science and Technology. *Aircraft Noise*.
- Valim, F. C. (2006) Análise das diferentes formas de atenuação do ruído aeronáutico. (*Dissertação de Mestrado*). Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília. 155p.
- WHO (2001) World Health Report. *Occupational and community noise*. Geneva - Switzerland.

Anexo



Figura 5: Mapa de isofônicas do SBBR. Fonte: INFRAERO (2009)