

**CONSTATAÇÕES E SUGESTÕES PARA MELHORAR O CONFORTO E A  
INTELIGIBILIDADE ACÚSTICA PARA OS USUÁRIOS DO AEROPORTO  
TOM JOBIM, RJ/BRASIL**

PACS: 43.55.Gx

Maria Lúcia Grillo; Luiz Roberto Baptista e Jeanne Denise Barros  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Rua São Francisco Xavier 524, sala 3034D, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, CEP 20.550-013, Tel:  
55-21-23340844, e-mail: mluciag@uerj.br; maestroluizroberto@ig.com.br e jeanne@ime.uerj.br

**ABSTRACT**

Airports are generally, traffic places and often confused, particularly with respect to acoustics part which interferes with the understanding of messages, often poorly expressed and not suitable sound systems. In addition, the messages are executed very fast and hard to understand. Usually people are strained through the trip and everything should occur more calm and understandable way. Sound measurements are made and solutions proposed in our work which has as its source the International Airport of Rio de Janeiro, Tom Jobim, which is also known as Galeão.

**RESUMO**

Os aeroportos são de uma maneira geral, lugares de trânsito e normalmente confusos, principalmente no que diz respeito à parte acústica, que interfere no entendimento das mensagens, muitas vezes mal formuladas e com sistemas de som não adequados. Além disso, as mensagens são executadas muito rápidas e difíceis de serem entendidas. Normalmente as pessoas estão meio tensas pela viagem e tudo deveria ocorrer de maneira mais calma e compreensível. Medições sonoras são feitas e soluções propostas no nosso trabalho que tem como fonte o Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro, o Tom Jobim, que também é conhecido como Galeão.

**INTRODUÇÃO**

Segundo consta no site, o Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro/Galeão - Antônio Carlos Jobim está localizado na Ilha do Governador, a 13 km do centro da cidade do Rio de Janeiro, no Estado do Rio de Janeiro. Desde 1945 passou a ser, oficialmente, Aeroporto

Internacional. Em 1992, devido ao grande evento ECO 92, foram reformadas e ampliadas todas as instalações do Terminal 1, que passou a ter capacidade para sete milhões de passageiros por ano. Nessa mesma época foram iniciadas as obras de construção do Terminal 2, inaugurado em julho de 1999, com capacidade de atender oito milhões de passageiros ao ano. (AEROPORTO INTERNACIONAL ANTÔNIO CARLOS JOBIM, site)

No ano de 2012 foi lançado o "Programa de Investimentos em Logística: Aeroportos", um conjunto de medidas para melhorar a qualidade dos serviços e de toda a infraestrutura dos aeroportos e ampliar a oferta de transporte aéreo à população brasileira. Esse trabalho foi motivado pela concessão e privatização do aeroporto do Rio de Janeiro. Essa concessão, de 25 anos (prorrogável uma vez por até 5 anos), tem como objetivo a ampliação, a manutenção e a exploração do aeroporto, promovendo melhorias no atendimento e nos níveis de qualidade de todos os serviços prestados. Essas melhorias visavam em especial os eventos esportivos de 2014 (Copa do Mundo) e de 2016 (Olimpíadas Mundiais). Espera-se, com a conclusão das obras, uma capacidade para atender até 44 milhões de passageiros por ano, nos 2 terminais.

Os dois terminais possuem um total de 171 balcões de check-in, que operam 24 horas por dia. Há ainda um projeto para a construção de mais dois terminais de passageiros. Este aeroporto é o segundo com maior movimento do país. Em 2012 foram contabilizados 17,5 milhões de passageiros e o crescimento anual projetado de 2012 a 2038 é de 4,9% por ano, passando a 60,4 milhões. O investimento atual estimado é de R\$ 5,7 bilhões, com a construção de estacionamento com capacidade mínima de 1.850 veículos, até 31 de dezembro de 2015 e a ampliação do Terminal 2 com no mínimo 26 pontes de embarque, construção de novo terminal de cargas e novo pátio de estacionamento de aeronaves, até 30 de abril de 2016 e até 2021 a construção de novo sistema de pistas independentes. (PROGRAMA DE INVESTIMENTOS EM LOGÍSTICA: AEROPORTOS - site)

Tabela 1: movimento anual de aviões, passageiros e carga 2010-2014 - Aeroporto Tom Jobim

Movimento Anual de Aeronaves (Pousos + Decolagens)							
Ano	Regular		Não Regular			Total	Var. % Anual
	Doméstico	Internacional	Doméstico	Internacional	Executiva/Geral		
2010	960.597	23.731	324.579	9.436	591.865	1.910.208	-
2011	1.086.104	25.807	326.902	8.678	607.672	2.055.163	7,59
2012	1.112.798	22.147	332.538	6.552	647.376	2.121.411	3,22
2013	1.052.773	17.106	319.102	4.815	619.595	2.013.391	-5,09
2014	1.027.096	19.318	316.664	4.570	610.341	1.977.989	-1,76

Movimento Anual de Passageiros (Embarcados + Desembarcados)							
Ano	Regular		Não Regular			Total	Var. % Anual
	Doméstico	Internacional	Doméstico	Internacional	Executiva/Geral		
2010	81.582.496	1.565.290	1.984.218	216.885	1.372.957	86.721.846	-
2011	94.453.774	1.799.112	1.940.519	238.401	1.472.718	99.904.524	15,20
2012	99.463.973	1.835.499	2.042.965	185.437	1.509.354	105.037.228	5,14
2013	100.194.159	1.730.120	2.659.516	112.058	1.224.884	105.920.737	0,84
2014	106.300.034	2.067.224	3.057.154	154.923	1.176.176	112.755.511	6,45

Movimento Anual de Carga Aérea e Correios (t) (Carregada + Descarregada + Trânsito)						
Ano	Regular		Não Regular		Total	Var. % Anual
	Doméstico	Internacional	Doméstico	Internacional		
2010	359.880	43.113	73.374	58.410	534.777	-
2011	502.548	53.102	53.672	59.072	668.393	24,99
2012	451.295	55.435	53.448	49.338	609.516	-8,81
2013	455.550	65.178	45.669	30.408	596.804	-2,09
2014	469.165	69.187	38.790	18.887	596.030	-0,13

O ambiente sonoro exterior de um aeroporto é conhecidamente ruidoso, e no momento os aviões não dispõem de recursos técnicos capazes de diminuir o ruído tão prejudicial à saúde, que depende do tempo de exposição ao ruído. O Manual de Implementação de Aeroportos, escrito pelo Instituto de Aviação Civil e pelo Comando da Aeronáutica apresenta a necessidade

de controlar o ruído gerado por aeroportos no seu entorno. Há inúmeros estudos para melhoria do ambiente sonoro no exterior de aeroportos, especialmente do Tom Jobim, sem dúvida muito importantes. A norma brasileira NBR 10.151 estabelece as condições acústicas adequadas em áreas habitadas, em ambientes externos. A NBR 12.314 estabelece critérios de ruído para recintos internos nas edificações submetidas ao ruído aeronáutico.

Nossa abordagem neste trabalho diz respeito ao ambiente interno do aeroporto, onde praticamente não se ouvem os motores dos aviões. Em todo o planejamento para otimização do aeroporto, não encontramos nenhuma referência a planejamento de melhoria no conforto acústico do ambiente interno, nem na NBR 10.152, norma referente à acústica em ambientes internos.

No ambiente interno existem ruídos produzidos por aparelhos de ar refrigerado, pelas conversas das pessoas e outros equipamentos. Além disso, há o problema de alto-falantes mal direcionados e muitas vezes impróprios para informar os usuários e o próprio ambiente mal construído acusticamente, com tetos medindo cerca de 20 a 25 metros de altura que visualmente parecem suntuosos e elegantes, mas que avaliados acusticamente são impróprios e confusos se não forem usados materiais adequados nos revestimentos de paredes, tetos e chão. A mensagem deveria chegar aos ouvidos dos usuários como se alguém falasse bem próximo do receptor. As taxas de embarque cobradas nos aeroportos são onerosas, mas são necessárias para uma série de serviços prestados lá, inclusive o conforto acústico.

Normalmente se presta pouca atenção ao que se ouve num mundo em que vivemos, extremamente visual. Mas nos aeroportos muitas vezes precisamos entender trocas de portões de embarque, algum problema com bagagem ou como aconteceu com um dos autores deste trabalho no Aeroporto Tom Jobim em 2014, quando se dirigia para Frankfurt, já na área de embarque. Dirigindo-se para o banheiro, onde o teto é bem mais baixo, pode entender a última chamada para comparecer urgente ao balcão do portão de embarque. Quando se encontrava na área de espera não havia entendido nada da mensagem. Felizmente foi uma grata surpresa, pois a companhia aérea alemã havia trocado a passagem da classe econômica para a classe executiva (3 vezes mais cara) como presente. Quase perdeu esta generosa oferta por falta de entendimento da mensagem proferida na sua própria língua materna. Este é apenas um exemplo real do problema da falta de inteligibilidade das mensagens no Galeão (Tom Jobim) e do excesso de ruídos que são provocados por outros fatores que não os dos aviões.

Muitas pessoas têm medo de voar e para muitos torna-se quase uma tortura viajar de avião. Seria muito melhor para todos os envolvidos na viagem aérea que tudo transcorresse na mais completa calma e conforto, pois isso vai ser decisivo na hora de escolher a companhia aérea para o voo e até mesmo evitar determinados aeroportos.

Identificamos problemas de inteligibilidade nas mensagens e também ruídos acima dos níveis considerados adequados pelas normas brasileiras. Além dos passageiros, há também inúmeros funcionários no aeroporto, que passam muitas horas por dia num ambiente com ruídos que prejudicam de várias maneiras suas atividades e sua saúde. Problemas semelhantes foram encontrados no Aeroporto Internacional Juscelino Kubitschek, de Brasília, pela empresa Anima Acústica, conforme pode ser visto em seu blog. (ANIMA ACUSTICA - BLOG)

**NORMA BRASILEIRA NA ÁREA DE ACÚSTICA DE INTERIORES - NBR 10.152**

A Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT, estabeleceu em 1987 quais são os níveis de ruído para conforto acústico, em diversos ambiente internos. Na tabela 2 estão listados os níveis adequados para cada ambiente. Nesta tabela o valor inferior representa o nível sonoro para conforto e o valor superior significa o nível sonoro aceitável para a finalidade. Os níveis superiores aos estabelecidos são considerados de desconforto, sem necessariamente implicar risco de dano à saúde.

Tabela 2 - Critério de Avaliação para ambientes internos, em dB (A)

<b>Locais</b>	<b>Conforto - Aceitabilidade dB(A)</b>
<b>Hospitais</b>	
Apartamentos, Enfermarias, Berçários, Centros cirúrgicos	35 - 45
Laboratórios, Áreas para uso do público	40 - 50
Serviços	45 - 55
<b>Escolas</b>	
Bibliotecas, Salas de música, Salas de desenho	35 - 45
Salas de aula, Laboratórios	40 - 50
Circulação	45 - 55
<b>Hotéis</b>	
Apartamentos	35 - 45
Restaurantes, Salas de estar	40 - 50
Portaria, Recepção, Circulação	45 - 55
<b>Residências</b>	
Dormitórios	35 - 45
Salas de estar	40 - 50
<b>Auditórios</b>	
Salas de concertos, Teatros	30 - 40
Salas de conferência, Cinemas, Salas de uso múltiplo	35 - 45
Restaurantes	40 - 50
<b>Escritórios</b>	
Salas de reunião	30 - 40
Salas de gerência, Salas de projetos e de administração	35 - 45
Salas de computadores	45 - 65
Salas de mecanografia	50 - 60
Igrejas e Templos (Cultos meditativos)	40 - 50
<b>Locais para esporte</b>	
Pavilhões fechados para espetáculos e atividades esportivas	45 - 60

Podemos ver que não há referência a ambientes internos de aeroportos. Consideramos então os níveis previstos para escolas (circulação) ou hotéis (portaria, recepção, circulação), que são de 45 a 55 dB(A).

**CONFORTO ACÚSTICO E INTELIGIBILIDADE DA FALA**

Os aeroportos são lugares de muitos passageiros, que precisam estar atentos aos horários e locais de embarque, caso contrário poderão perder seus voos. Devem ser também locais agradáveis, onde muitas vezes deverão permanecer algumas horas até o momento de embarque. O conforto acústico e a inteligibilidade da fala são então fatores importantes para que as atividades decorram de forma adequada e atinjam seus objetivos, principalmente para

os passageiros e os que trabalham no local. As condições acústicas adversas podem ser devido a tempos de reverberação não adequados para uma boa inteligibilidade ou mesmo níveis de ruído elevados, provenientes de diversas fontes.

Os níveis de ruído podem ser medidos com sonômetro, que pode fornecer o nível de pressão sonora, dado pela expressão:

$$L_P = 10 \log_{10} \left( \frac{P}{P_0} \right) [dB]$$

onde  $P$  é o valor eficaz da pressão em pascal (Pa) e  $P_0$  a pressão sonora de referência, com valor de  $20 \mu\text{Pa}$ . A pressão sonora medida é a diferença entre a pressão instantânea do ar na presença de ondas sonoras e a pressão atmosférica.

Segundo Silva (2013), o ouvido humano não é sensível de igual forma às várias frequências. Sons com o mesmo nível de intensidade e de frequências diferentes não são percebidos de igual forma, mas sim como se atuassem em níveis diferentes. Desta forma surgem as curvas de igual sensibilidade auditiva. Os sonômetros medem o nível de pressão sonora por frequência sem depender da sensibilidade. Para que a medida feita seja semelhante à audição humana foi necessário inserir filtros de ponderação. Os filtros tendem a atenuar o nível sonoro de acordo com as curvas de ponderação. Segundo Rossing (1990) a medida mais comum usada para níveis de pressão sonora é a ponderação A, isto é,  $L_P(A)$ , medida em dB(A).

Segundo Rossing (1990), outra medida usual de ruídos é o nível de pressão sonora equivalente,  $L_{Aeq}$ , em decibéis ponderados dB(A), que é definido como o nível em decibéis do ruído estacionário que poderia fornecer a mesma energia total no mesmo intervalo de tempo. Por exemplo, um único pico de 100 dB(A), com duração de 3,6 s é equivalente em energia a um ruído estacionário de 70 dB(A) durante 1 h. A vantagem de usar  $L_{Aeq}$  na descrição do ruído é a sua sensibilidade a picos rápidos de ruído, que podem gerar muito incômodo. (ROSSING, 1990:603)

O  $L_{Aeq}$  é dado pela equação:

$$L_{Aeq} = 10 \log_{10} \left[ \frac{1}{T} \int_t^{t+T} \frac{P_A^2(t)}{P_0^2} dt \right] = 10 \log_{10} \left[ \frac{1}{T} \int_t^{t+T} 10^{\frac{L_A(t)}{10}} (t) dt \right]$$

onde  $T$  é o período temporal em segundos,  $P_A$  é o nível de pressão sonora instantâneo ponderado em A e  $P_0$  é o nível de pressão sonora de referência ( $20 \mu\text{Pa}$ ).

Para que a mensagem chegue ao receptor de maneira clara, isto é, inteligível, é necessário que seja bem pronunciada e que não haja ruídos no ambiente. O tempo de reverberação pode interferir e, se a mensagem for emitida por um auto falante, depende da qualidade deste, bem como da sua posição (distância e direcionalidade).

## RESULTADOS E CONCLUSÕES

Foram feitas medidas dos  $L_{Aeq}$  em alguns locais do Terminal 2 do Aeroporto Internacional Antônio Carlos Jobim, no Rio de Janeiro:

- Próximo ao desembarque doméstico de passageiros encontramos valores que variaram de 58,7 dB(A) a 65,1 dB(A).
- Próximo ao desembarque internacional medimos valores que variaram de 63,2 dB(A) a 66,6 dB(A). Nesse local os valores mais elevados foram obtidos entre uma escada rolante e uma lanchonete.
- Próximo à porta de saída, que se abre a cada pessoa que sai, foram medidos valores de até 69 dB(A), um pouco mais elevados, devido ao trânsito de carros, bem como ao barulho dos aviões.

As medidas do  $L_{Aeq}$  foram feitas com um sonômetro marca Instrutemp, modelo ITDEC 4020, com duração de 10 s.

A região de embarque não possui auto falantes próximos. Há alguns auto falantes na região de embarque, porém a inteligibilidade não é boa. Há algumas mensagens que não são compreendidas, dependendo do local onde esteja a pessoa. Entrevistamos alguns passageiros e funcionários do aeroporto e todos mostraram ter a mesma sensação: muitas vezes não se entende as mensagens e foi observado que dentro do banheiro se entende melhor.

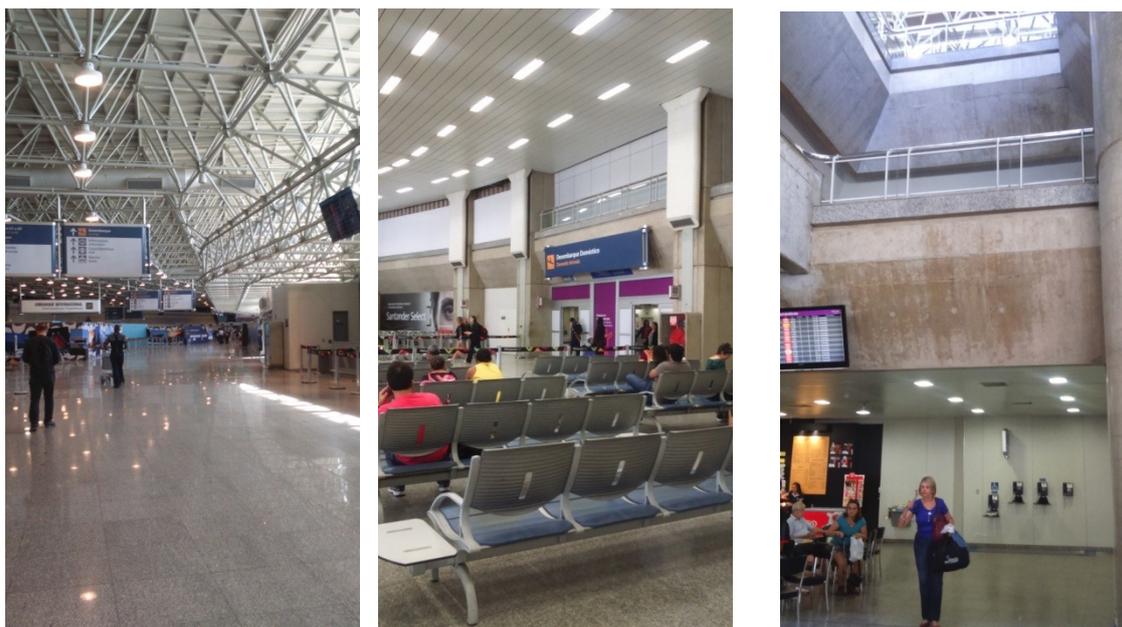


Figura 1: Interior do Terminal 2 do Aeroporto Internacional Tom Jobim do Rio de Janeiro

Na figura 1 vemos três locais do Terminal 2 do Aeroporto Tom Jobim. Os materiais utilizados em alguns revestimentos são bons refletores e a construção possui teto muito elevado, além de algumas regiões ainda mais elevadas que outras. O ambiente é caracterizado por um tempo de reverberação elevado para entendimento de palavras, principalmente se forem pronunciadas rapidamente, o que muitas vezes acontece, dificultando mais se não forem dadas no idioma original dos passageiros.

Nas medidas de níveis de pressão sonora equivalentes encontramos níveis considerados elevados, segundo a NBR 10.152. Como essa norma não considera interiores de aeroportos, comparamos com locais de circulação, portaria e recepção de hotéis e locais de circulação em escolas. Os valores de referência, conforme pode ser visto na tabela 2, são de 45 a 55 dB(A),

bem mais elevados que os valores obtidos. A norma NBR 12.314 de 1997 se refere a interiores de aeroportos, porém com atenção ao isolamento acústico necessário para preservar os passageiros e demais pessoas que ali circulam, dos ruídos dos aviões. Conforme já mencionamos anteriormente, não encontramos esse problema de forma relevante neste aeroporto, uma vez que as portas de saída normalmente estão fechadas e o leve incômodo devido aos aviões só ocorre do lado externo.

Agradecemos ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelos auxílios recebidos.

## REFERÊNCIAS

ABNT, *NBR 10152 - Níveis de ruído para conforto acústico*, válida a partir de março de 1987.

ABNT, *NBR 12.314 - Critérios de ruído para recintos internos nas edificações submetidas ao ruído aeronáutico*, válida a partir de 1997.

AEROPORTO INTERNACIONAL ANTÔNIO CARLOS JOBIM  
<http://www.aeroportoaleao.net> - acesso em 5 de setembro de 2015.

ANIMA ACÚSTICA  
<http://melhoracustica.com.br> - blog - acesso em 1 de setembro de 2015.

INSTITUTO DE AVIAÇÃO CIVIL, *Manual de Implementação de Aeroportos*, 2004.

PROGRAMA DE INVESTIMENTOS EM LOGÍSTICA: AEROPORTOS  
<http://www.logisticabrasil.gov.br/aeroportos1> - acesso em 5 de setembro de 2015.

ROSSING, T. D. *The Science of Sound*, Massachusetts: Addison-Wesley publishing Company, 1990.

SILVA, C. M. F. *O tempo de reverberação e a inteligibilidade da palavra* - Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil da Universidade do Porto, julho de 2013.