AVALIAÇÃO DE IMPACTO SONORO DECORRENTES DE TESTES DE MOTORES NO AEROPORTO DE BRASÍLIA

Lucas Martins Leite
Universidade Católica de Brasília- UCB
QS 07, LT 01, EPCT, Águas Claras, Brasília- DF, (61) 9 9593-0220, lukasml2007@gmail.com

Edson Júnior
Universidade Católica de Brasília- UCB
QS 07, LT 01, EPCT, Águas Claras, Brasília- DF, (61) 9 8402-3014, edsonbenicio@gmail.com

Sergio Garavelli
Centro Universitário de Brasília- CEUB
SEPN, 707/907 Via W 5 Norte, Asa Norte, Brasília- DF, sergio.garavelli@gmail.com

Aline Henrique Batista Ramos
Universidade Católica de Brasília- UCB
QS 07, LT 01, EPCT, Águas Claras, Brasília- DF, (61) 9 8553-2319, aline.ramos@catolica.edu.br

Bruna Vasconcelos
Universidade de Brasília- UNB
UNB, Brasília - DF, brunalameida_95@hotmail.com

Arthur Vasconcelos
Universidade de Brasília- UNB
UNB, Brasília - DF, rvasconcelos.arthur@gmail.com

Murilo Duarte
Universidade de Brasília- UNB
UNB, Brasília - DF, murilo.duartt@gmail.com

Viviane Judith Conte de Oliveira Pinto
Universidade Católica de Brasília- UCB
QS 07, LT 01, EPCT, Águas Claras, Brasília- DF, (61) 9 9935-2912, vivianejudith@hotmail.com

RESUMO

O presente estudo avaliou o impacto sonoro causado pelos procedimentos de testes de motores de aeronaves no Aeroporto Internacional de Brasília (sigla ICAO: SBBR). A metodologia foi baseada em simulações, na métrica acústica DNL (day-night-level), com o software INM 7.0d e elaboração de mapas acústicos num software SIG. Para os testes de motores foram adotadas as aeronaves Embraer ERJ 145 , B 737/800 e a Airbus A 320. Essas aeronaves apresentam um significativo percentual de operação diária no SBBR. Os testes de motores ocorrem nas cabeceiras das pistas do SBBR e no ponto remoto Tango T. Os ângulos analisados foram: 0, 30, 45, 60, 90, 180 e 270 graus em relação ao eixo perpendicular à pista. Foram realizadas sobreposições das curvas de ruído, em diferentes ângulos, e as áreas de cada curva foram comparadas no limite das

curvas de ruído DNL 55 – 80. Verificou-se diversas residências, no entorno das 4 cabeceiras, no interior da DNL 55 e DNL 60. Os ângulos de 0º, 45º e 60º, em relação ao eixo perpendicular à pista, foram os que apresentaram o menor impacto sonoro nas áreas no entorno do SBBR, dentre todas as angulações simuladas. Também foi observado que o melhor local para testes de motores, por não atingir a população vizinha é na pista 2, próximo à cabeceira 29L, em qualquer ângulo de posicionamento e a segunda melhor posição, que expõe o menor número de pessoas ao ruído, é a de 180º na cabeceira 11R.

Palavras-chave: Ruído aeronáutico, Curvas de ruído, Mapas acústicos, Testes de Motores e Zoneamento Sonoro.

ABSTRACT

The present study evaluated the noise impact caused by aircraft engine test procedures at the Brasilia International Airport (ICAO: SBBR). The methodology was based on simulations, in the acoustic metric DNL (day-night-level), with the software INM 7.0d and elaboration of acoustic maps in GIS software. For engine tests, the Embraer ERJ 145, B 737/800 and Airbus A 320 aircraft were adopted. These aircraft present a significant percentage of daily operation in the SBBR. The motor tests were performed in the headlands of the SBBR and in the remote Tango T point. The angles analyzed were: 0, 30, 45, 60, 90, 180 and 270 degrees with respect to the axis perpendicular to the track. Overlaps of the noise curves were performed at different angles, and the areas of each curve were compared at the edge of the DNL 55-80 noise curves. Several residences around the 4 headlands were located inside the DNL 55 and DNL 60. The angles of 0º, 45º and 60º, with respect to the axis perpendicular to the track, were the ones that presented the least sound impact in the areas around the SBBR, among all the simulated angulations. It has also been observed that the best place for motor tests, because it does not reach the neighboring population, is in lane 2, near head 29L, at any positioning angle and the second best position, which exposes the smallest number of people to noise, is the 180º at the head 11R.

Key words: Aeronautical noise, Noise curves, Acoustic maps, Motor tests and Sound zoning.

1. INTRODUÇÃO

Aeroportos são empreendimentos que possuem a função principal consiste em promover toda estrutura e suporte necessários às operações de aeronaves e ao embarque e desembarque de pessoas e cargas. Porém devido às grandes mudanças no padrão dos aeroportos ocorridas nas últimas décadas, atualmente um aeroporto possui funções tão amplas que vão muito além de simplesmente promover o suporte para o transporte aeroviário. A implantação de aeroportos consiste em algo muito complexo devido aos muitos recursos demandados e aos grandes impactos que causam na região. Impactos esses que têm consequências positivas para o desenvolvimento econômico, social, cultural e do turismo de uma região. Todavia, também apresenta impactos negativos como o ruído aeronáutico o que pode causar conflitos entre comunidade e autoridades aeroportuárias (BRASILEIRO et al, 2015).

O ruído afeta a qualidade de vida, perturba e interfere nas atividades das pessoas, tais como concentração, comunicação e impacto no sono. Estudos epidemiológicos indicam um maior risco de doenças cardiovasculares, incluindo hipertensão arterial e infarto, em pessoas cronicamente expostas a altos níveis de ruído de trafego rodoviário e de tráfego aéreo (WHO, 2011). A avaliação do impacto do ruído aeronáutico em áreas no entorno de aeroportos são baseados em simulações de curvas de ruído. Na legislação brasileira, essas curvas devem ser criadas para todo aeroporto, inclusive com os resultados para os testes de motores realizados pelas aeronaves. Os ruídos provenientes desses testes podem atingir áreas externas ao sítio aeroportuário e impactar sonoramente comunidades nas circunvizinhanças. Desse modo, o presente trabalho avaliou o impacto sonoro proveniente de testes de motores de aeronaves no entorno do sítio aeroportuário de Brasília.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O ruído aeronáutico consiste no som desagradável emitido nas operações de pouso, decolagem, taxiamento ou teste de motores das aeronaves em um aeródromo. Possuem altos níveis de pressão sonora à baixas frequências, afetando a população próxima do sitio aeroportuário, causando incômodos e outros efeitos adversos que vão desde problemas auditivos, como a diminuição da capacidade auditiva, zumbido temporário ou constante, sensação de abafamento do som ou até mesmo a perda definitiva da audição, (causada por exposições a sons acima de 85 dB por mais de oito horas diárias) (NUNES, 2006). Até problemas extra auditivos como aumento da pressão arterial, problemas cardíacos, estresse, problemas emocionais, problemas de ordem psicológica, e doenças do distúrbio do sono, são consideradas importantes consequências da exposição a ruídos (CARVALHO JR. et al, 2014).

O Brasil possui uma norma que dispõe sobre o ruído aeronáutico, a RBAC 161 (2013), que indica a métrica DNL (Nível Equivalente de Pressão Sonora dia e noite) para elaboração das curvas de ruído. Essas curvas são definidas como Plano Específico de Zoneamento de Ruído – PEZR. O RBAC possui por objetivo associar diferentes níveis de ruído aeroviário com o uso e ocupação do solo nas áreas próximas do entorno do aeródromo não sendo possível dimensionar o incômodo sonoro a que as pessoas estão expostas. O DNL representa a média de pressão sonora equivalente em 24 horas, devendo-se adicionar 10 dB para o período noturno, tendo em vista a maior sensibilidade das pessoas à recepção do ruído no período da noite que ocorre no intervalo das 22:00 às 7:00 horas. A DNL pode ser obtida a partir da equação 1 abaixo:

$$DNL = 10\ xlog\left[\frac{1}{24}\left(15x10^{\frac{Ld}{10}} + 9x10^{\frac{(Ln+10)}{10}}\right)\right] \quad (1)$$

Onde 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. Já Ld corresponde ao período diurno e Ln para o noturno (CARVALHO JR, 2015). No caso específico do Aeroporto Internacional de Brasília, por apresentar uma taxa média anual de movimento de aeronaves dos últimos 3 (três) anos superior a 7.000 (sete mil), deve ser aplicado um PEZR (Plano Específico de Zoneamento de Ruído) que adota

cinco escalas de graduação de ruído que são as curvas DNL de 85, 80, 75, 70 e 75.

3. METODOLOGIA

3.1. ÁREA DE ESTUDO

O Aeroporto Internacional de Brasília (SBBR) é um dos maiores e mais importantes aeroportos do país, estando em segundo lugar no número de movimentações. É considerado o maior hub doméstico do país, com capacidade para receber até 21 milhões de passageiros por ano. Sua localização o torna um importante centro de conexões do país. O aeroporto de Brasília é o único do país que possui duas pistas de pousos e decolagens com distância segura para operarem simultaneamente e passou a operar assim em 2015, tornando-se o único da América do Sul a trabalhar de tal forma (MTPAC, 2015). Os dados da Tabela 1 foram disponibilizadas pela INFRAMERICA atual empresa que opera o SBBR.

Segundo dados da ANAC de 2014, os testes de motores com aeronaves maiores que o A320 e B 737-800 têm 5 minutos de duração, com o motor funcionando a 60% de sua potência, com a aeronave posicionada a 180º, sendo 1 teste diurno e 1 teste noturno. Já com as aeronaves menores muda a orientação que passa a ser a 90º.

Tabela 1: Informações do aeródromo

Nome do aeródromo:	Aeroporto Internacional de Brasília Juscelino Kubitschek
Designador ICAO	SBBR
Operador Aeroportuário:	INFRAMÉRICA
Coordenadas geográficas do aeródromo (WGS 84)	47° 54' 55" W
	15° 51' 38" S
Cidade	Brasília
Estado	Distrito Federal
Elevação do aeródromo	1066 m
Temperatura de referência	31ºC
Velocidade média do vento	15 km/h

3.2. CURVAS DE RUÍDO

Para esse estudo foram realizados testes de motores das aeronaves que possuem maior número de operações no SBBR, que são Embraer ERJ 145, Boeing B-737/800 (bireator - 2 motores a jato) e o Airbus A320 (2 motores a jato), localizadas nas cabeceiras das pistas do SBBR e na pista 2 próximo à cabeceira 29L, nas seguintes posições: a 0º, 30º, 45º, 60º, 90º,180º e 270º, para elaboração de curvas de ruído em cada uma das posições. Em seguida, foi realizada análise dos alcances de cada curva de ruído para então determinar a melhor posição para os testes de motores por causar menor impacto sonoro ao entorno do sítio aeroportuário. Para obtenção das curvas de ruído, utilizou-se o software INM 7.0d. Após isso utilizou-se o software QGIS versão 2.18 com a base de dados do Google Earth para elaboração dos mapas acústicos. Os dados de entrada (inputs) necessários para as simulações foram disponibilizadas pela INFRAMERICA. Os principais dados são: localização das cabeceiras, tamanho da pista, temperatura média anual, velocidade dos ventos nas cabeceiras e altitude das pistas.

3.3. POPULAÇÃO CIRCUVIZINHA

A população que recebe a incidência dos ruídos provenientes das atividades do SBBR é principalmente, das cidades satélites de Brasília Lago Sul e Park Way, trata-se de áreas residenciais, com uma população com alto poder aquisitivo em que a renda per capta corresponde aos valores de R$ 8.117,53 no Lago Sul, 98% das residências possui automóveis e R$ 5.208,00 no Park Way, 92,38% das residências com automóveis, e 68,59% da população possui ensino superior completo no Lago Sul e 50,18% no ParkWay, com baixo índice de analfabetos, sendo 0,19% no Lago Sul e 0,66% no Park Way, segundo dados da PDAD de 2016.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No início da pesquisa, era esperado que as áreas que envolvem o aeroporto estariam sobre o domínio das curvas de ruído, e por consequência, estariam sofrendo um distúrbio sonoro acima do permitido pelas normas brasileiras. O motivo do pré-julgamento foi devido pouco conhecimento sobre a fonte geradora do ruído, aeronaves, da propagação da pressão sonora feita por elas e dos limites das zonas residências que envolvem a área de sitio aeroportuário. Após realização de pesquisas, e a elaboração de mapas de marcação de zonas, a avaliação sobre o impacto sonoro proveniente de teste motores de aeronaves apresentou resultado diferente, como podemos observar nas Figuras de 1 a 7.

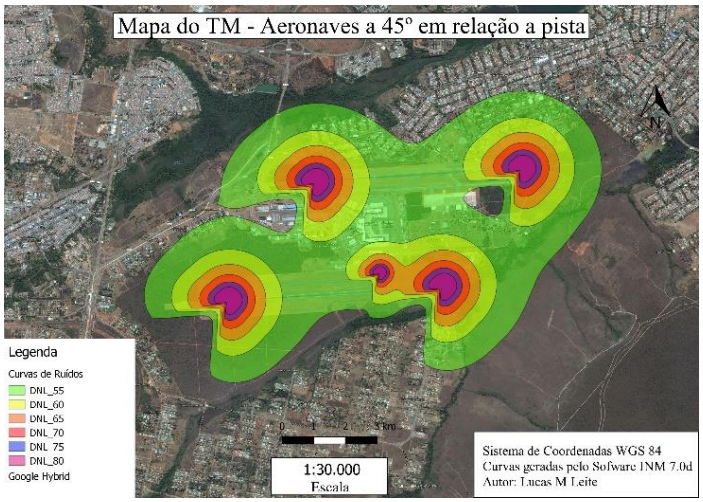


Figura 3: Curva de ruído para o ângulo 45º

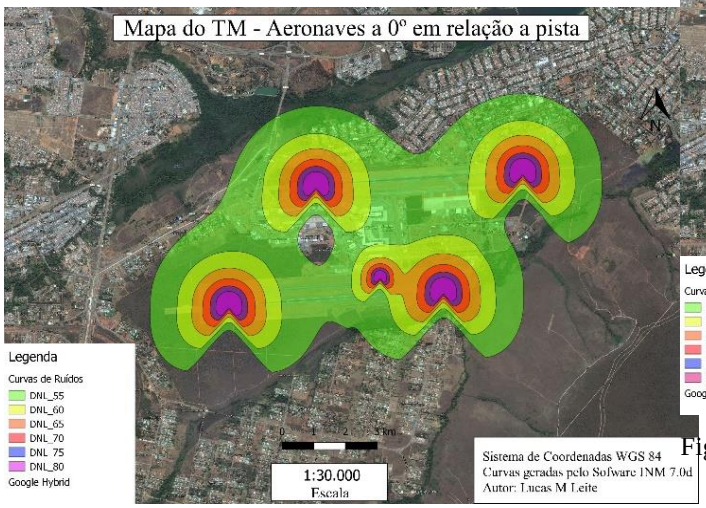


Figura 1: Curvas de ruído para ângulo de 0º

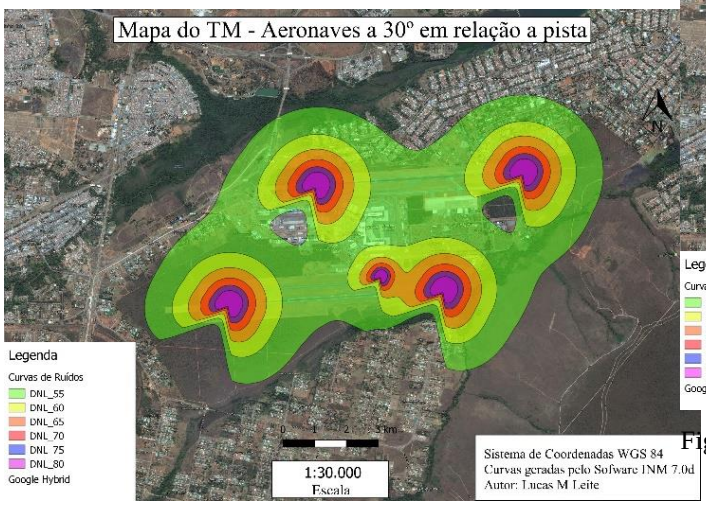


Figura 2: Curva de ruído para o ângulo 30º

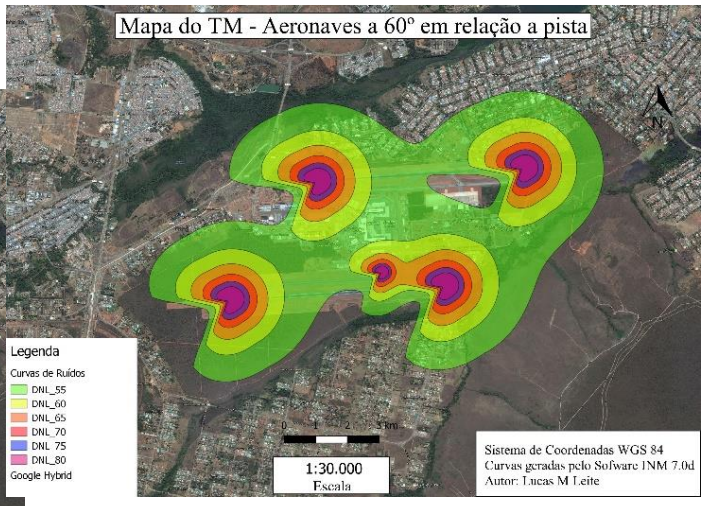


Figura 4: Curva de ruído para o ângulo 60º

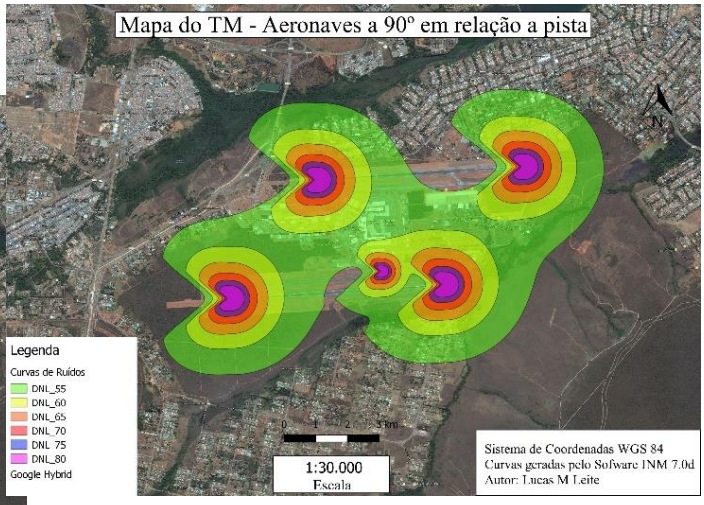


Figura 5: Curva de ruído para o ângulo 90º

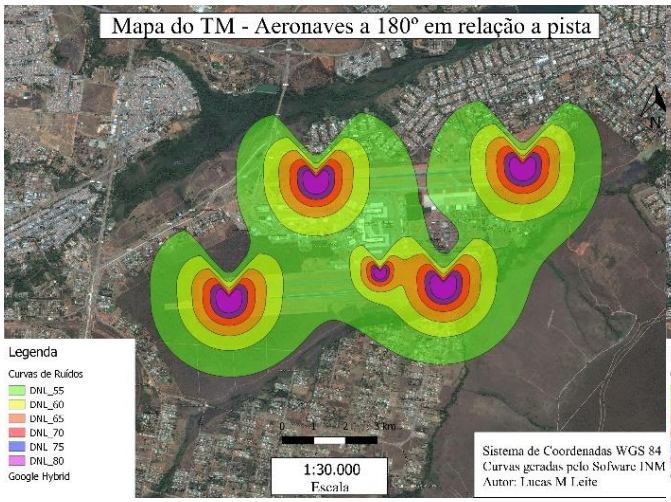


Figura 6: Curva de ruído para o ângulo 180º

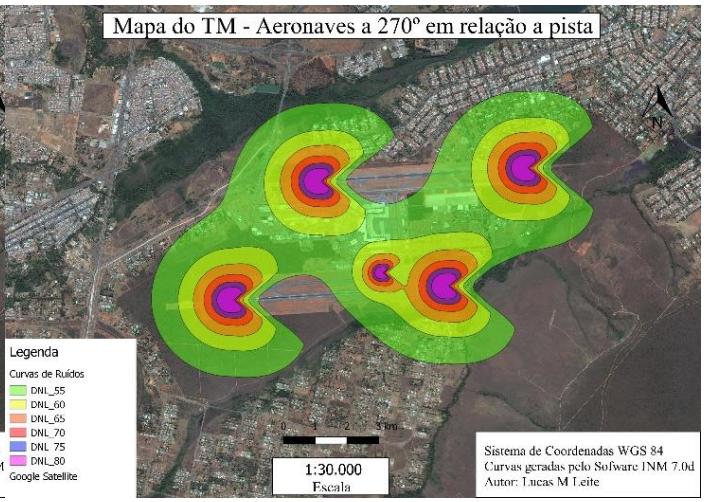


Figura 7: Curva de ruído para o ângulo 270º

Tabela 2: Informações do aeródromo

Angulação	Cabeceira	N.° médio de moradores por domicílio	N.° médio aprox. de pessoas atingidas em cada curva DNL				TOTAL
			55	60	65	70	
0°	11L	3,09	587	275	30	0	**892**
	29R		213	53	0	0	**266**
	11R	3,26	104	0	0	0	**104**
	29L		137	52	23	3	**215**
30°	11L	3,09	593	275	31	0	**899**
	29R		185	53	0	0	**238**
	11R	3,26	108	0	0	0	**108**
	29L		62	39	20	10	**131**
45°	11L	3,09	646	272	34	0	**952**
	29R		179	43	0	0	**222**
	11R	3,26	65	0	0	0	**65**
	29L		88	75	36	7	**206**
60°	11L	3,09	652	272	34	0	**958**
	29R		173	53	0	0	**226**
	11R	3,26	55	0	0	0	**55**
	29L		134	91	62	3	**290**
90°	11L	3,09	513	275	30	0	**818**
	29R		284	65	9	0	**358**
	11R	3,26	111	0	0	0	**111**
	29L		254	78	52	6	**390**
180°	11L	3,09	436	192	62	0	**690**
	29R		96	19	0	0	**115**

	11R	3,26	16	0	0	0	**16**
	29L		231	85	36	7	**359**
270°	11L	3,09	396	278	68	0	**742**
	29R		161	77	0	0	**238**
	11R	3,26	124	0	0	0	**124**
	29L		192	91	49	16	**348**

Após a avaliação das curvas de testes de motor com diferentes angulações, feitas sobre as quatro cabeceiras das pistas de pouso e decolagem e na pista 2 próximo à cabeceira 29L, é possível chegar a uma escolha de curvas de testes de menores impactos. O giro sobre seu epicentro faz com que seu alcance seja suficientemente grande e abranja a maior área residencial possível.

A melhor posição para teste de motores é na pista 2, próximo à cabeceira 29L para todas as angulações, e a segunda melhor e a curva de interferência mediana de 180° da cabeceira 11R.

Com as curvas da cabeceira 11R afetando uma área um pouco menor. A curva de 180° aparenta ser segunda angulação para testes de motor que menos gera interferência sonora além dos limites do sitio aeroportuário. Mesmo que as interferências geradas pelas outras angulações não sejam de grande relevância, se o fator decisivo é gerar o menor impacto, o teste das curvas na pista 2, próximo à cabeceira 29L se encaixa como melhor localização. É importante informar que mesmo com a melhor escolha feita, não quer dizer que não há transtorno gerado nas áreas afetadas.

5. CONCLUSÃO

Após análise dos dados feita para cada angulação da aeronave em relação ao eixo perpendicular à pista, para cada localização destinada a testes de motores do Aeroporto Internacional de Brasília, conclui-se que a melhor localização para os testes, por não expor a população vizinha aos ruídos é na pista 2, próximo a cabeceira 29L em qualquer ângulo de posição. A segunda melhor posição é na cabeceira 11R, quando a aeronave se encontra a 180º em relação ao eixo perpendicular à pista, expõe aproximadamente 16 pessoas ao ruído. E a pior posição por expor o maior número de pessoas ao ruído, é na cabeceira 11L quando a aeronave se encontra a 60º em relação ao eixo perpendicular a pista.

6. REFERÊNCIAS

BARROS, Pedro Henrique Alves. Simulação de testes de motores no Aeroporto Internacional de Guarulhos. 2015. 96 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

BRASIL. Anac. Agencia Nacional de Aviação Civil (anac) (Org.). 65,4% dos passageiros optaram pelo transporte aéreo em viagens interestaduais em 2016: Acompanhamento considera os serviços regulares dos modais aéreo e rodoviário. 2017. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/noticias/2017/65-4-dos-passageiros-optaram-pelo-transporte aereo-em-viagens-interestaduais-em-2016>. Acesso em: 04 dez. 2017.

BRASIL. Anac. SBBR – PEZR – Divulgação. Disponível em: < http://www.anac.gov.br/assuntos/setor-regulado/aerodromos/planejamento-aeroportuario/plantas/sbbr-pezr-divulgacao.pdf>. Acesso em: 14 set. 2018.

BRASIL. Desconhecido. Secretaria Nacional de Aviação Civil (Org.). Aeroporto de Brasília vai operar com duas pistas simultâneas: Procedimento inédito na América do Sul levará a aumento no número de voos de 60 a 80 a cada hora. Operação simultânea deve começar em novembro. 2015. Disponível em: <http://www.aviacao.gov.br/noticias/2015/07/aeroporto-de-brasilia-vai-operar-com-duas-pistas-simultaneas>. Acesso em: 04 dez. 2017.

BRASIL. Elio Sales. Secretaria Nacional de Aviação Civil (Org.). Aeroportos brasileiros têm expansão recorde: Investimento de R$ 11,3 bilhões aumenta capacidade em 70 milhões de passageiros por ano. 2014. Disponível em: <http://www.aviacao.gov.br/noticias/2014/06/aeroportos-brasileiros-tem-expansao-recorde>. Acesso em: 04 dez. 2017.

BRASILEIRO, Luzenira Alves, MARTINES Leonardo Trindade, FERNANDES, Livia Carolina. Influência de aeroportos no gerenciamento de cidades. Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades. São Paulo, v. 3, n. 17, p. 94-109, 2015.

CARVALHO JÚNIOR, Edson Benício; GARAVELLI, Sérgio Luiz; BARROS, A. G.; MAROJA, Armando de Mendonça; MELO, W. C.; SHIMOISHI, J. M.. Ruído Aeronáutico: Análise Comparativa das Metodologias Adotadas no Brasil e na Comunidade Europeia. In: 6o. Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional Integrado e Sustentável, 2014, Lisboa - PT. Anais do 6o. Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional Integrado e Sustentável, 2014. v. 1. p. 69-80.

CARVALHO JÚNIOR, Edson Benício; GARAVELLI, Sérgio Luiz; BARROS, A. G.; MAROJA, Armando de Mendonça; MELO, W. C.; SHIMOISHI, J. M.. Impacto Sonoro Provocado pelo Ruído Aeronáutico no Período Noturno: Estudo de Caso do Aeroporto Internacional de Brasília. In: 6o. Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional Integrado e Sustentável, 2014, Lisboa - PT. Anais do 6o. Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional Integrado e Sustentável, 2014. v.1 . p. 81-91.

CARVALHO JÚNIOR, Edson Benício de., GARAVELLI, Sérgio Luiz., MAROJA, Armando Mendonça. Análise dos efeitos do ruído aeronáutico em zonas residenciais circunvizinhas ao Aeroporto Internacional de Brasília. Journal of Transport Literature., v. 6, n. 4, 59-81, out. 2012.

CARVALHO JÚNIOR., E. B., GARAVELLI Sérgio Luiz, SMOZINSKI Felipe Vivian, MAROJA, Armando Mendonça, MELO, W. C. Análise das principais métricas utilizadas no zoneamento acústico de áreas próximas a aeródromos. Journal of Transport Literature., v. 7, n. 4, 175-198, out. 2013.

CARVALHO, Renato Cerqueira. Aeroporto Internacional de Cabo Frio: globalização, redes de fluxo. 2015. Universidade Cândido Menezes, Rio de Janeiro, 2015.

CODEPLAN. PDAD 2015/16. Pesquisa Distrital por amostra de domicílio. 2016. Disponível em: <http://www.codeplan.df.gov.br/component/content/article/261-pesquisas-socioeconomicas/319-pdad-2015.html>. Acesso em: 04 de nov. de 2017.

COVIELLO, Raphael José de Sousa. Simulação do impacto acústico de teste de motores no aeroporto de Viracopos. 2015. 76 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Mecânica – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro,2015.

DANIELA MOREIRA (Brasil). Exame (Org.). Os 10 aeroportos mais movimentados do Brasil: Entre janeiro e novembro deste ano, o movimento nos aeroportos brasileiros cresceu 16%, um adicional de 22,8 milhões de passageiros, segundo dados da Infraero. 2016. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/brasil/os-10-aeroportos-mais-movimentados-do-brasil/>. Acesso em: 04 dez. 2017.

DANIEL KETCHIBACHIAN (Brasília). Aeroporto de Brasília (Org.). Sobre o Aeroporto. 2017. Disponível em: <https://www.bsb.aero/br/o-aeroporto/sobre-o-aeroporto-de-brasilia/>. Acesso em: 04 dez. 2017.

FLEMMING, Liane, QUALHARINI, Eduardo L., Os aeroportos e as condições ambientais. (2010). Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <https://www.usp.br/nutau/sem_nutau_2010/

metodologias/flemming_liane.pdf>. Acesso em: 03 de dezembro de 2017.

GLOBALIZAÇÃO e Aviação. 2008. Disponível em: <http://globaviacao.blogspot.com.br/>. Acesso em: 04 dez. 2017.

G1 DF (Brasília). Globo (Org.). Aeroporto de Brasília espera 394 mil passageiros no Carnaval: Média diária deve ser de 49 mil pessoas entre os dias 4 e 11, diz Inframerica. Empresa estima 69 mil na sexta e 4.002 pousos e decolagens em oito dias.. 2016. Disponível em: <http://g1.globo.com/distrito-federal/noticia/2016/02/aeroporto-de-brasilia-espera-394-mil-passageiros-no-carnaval.html>. Acesso em: 01 dez. 2017.

MARCELO BRANDÃO (Brasília). Ebc Agência Brasil (Org.). Cerca de 360 mil passageiros devem passar pelo aeroporto de Brasília no carnaval. 2017. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2017-02/cerca-de-360-mil-passageiros-devem-passar-pelo-aeroporto-de-brasilia-no>. Acesso em: 04 dez.2017.

MARTINS, Carlos. Como funcionam os motores a jato. 2013. Disponível em: <http://abertoatedemadrugada.com/2013/10/como-funcionam-os-motores-jato.html>. Acesso em: 04 dez. 2017.

MEDEIROS, Luana Bernardines. RUÍDO: EFEITOS EXTRA-AUDITIVOS NO CORPO HUMANO. 1999. 36 f. Monografia (Especialização) - Curso de Medicina, Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica Audiologia Clínica, Porto Alegre, 1999. Disponível em: <http://segurancaetrabalho.com.br/download/ruido-luana-medeiros.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2017.

MOTORES A PISTÃO EM AERONAVES MONOMOTORAS – PARTE 1. 2015. Disponível em: <http://blog.hangar33.com.br/motores-a-pistao-em-aeronaves-monomotoras-parte-1/>. Acesso em: 04 dez. 2017.

NUNES, Marcus. Uma breve visão sobre o ruído urbano. Revista Educação e Tecnologia. Aracruz, n. 2, 2006.

PIXININE, Thaísa Loureiro. Estudo do impacto ambiental sonoro da aviação regular em grandes aeroportos com ênfase no aeroporto internacional Tom Jobim – Galeão. 2013. 77 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Mecânica da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

SANTOS, Vanessa Rita dos., CIOTTI, Carla Simone, CAVALCANTI Juliano, BRANDLI, Elisangela. N., FLOS, Márcio, F. Impacto ambiental na implementação de aeroportos. In: 11o Encontro de Sustentabilidade em Projeto do Vale do Itajaí, 2008, Bauru – SP. Anais do II Encontro de Sustentabilidade em Projeto do Vale do Itajaí, 2008.

SERVIÇO DE INFORMAÇÃO AERONÁUTICA (Brasil). Departamento de Controle do Espaço Aéreo (Org.). Carta de Aeródromo. 2017. Disponível em: <https://www.aisweb.aer.mil.br/?i=cartas&filtro=1&nova=1>. Acesso em: 04 dez. 2017.

TERRA (Brasil). Terra (Org.). Economia: Os aeroportos mais movimentados do Brasil. 2017. Disponível em: <https://www.terra.com.br/economia/os-aeroportos-mais-movimentados-do-brasil,8a0c3bca6d9e9a4b8fec30ef9af5f97cbwb7s2vu.html>. Acesso em: 04 dez. 2017.

UOL (São Paulo). Uol (Org.). Clique ciência: Conheça as altitudes que os aviões podem alcançar. 2013. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/ciencia/ultimas-noticias/redacao/2013/10/15/clique-ciencia-conheca-as-altitudes-que-avioes-podem-alcancar.htm>. Acesso em: 04 dez. 2017.

VINHOLES, Thiago (Org.). COMO FUNCIONA O MOTOR TURBO-HÉLICE?: Apreciado pela aviação regional e como cargueiro militar, aeronaves com esse tipo de motorização podem operar onde os jatos não pousam. 2016. Disponível em:

<https://airway.uol.com.br/como-funciona-o-motor-turbo-helice/>. Acesso em: 04 dez. 2017.

YOSIMOTO, Vinícios, CHAMBARELLI, Rafael, MATTOS, Bernardo, OLIVEIRA, Paulo, CAMACHO, Fernando, PINTO, Henrique. A lógica atual do setor aeroportuário brasileiro. Revista do BNDES. Rio de Janeiro, n. 45, p. 243 – 292, 2016. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/9394/1/7%20-%20A%20l%C3%B3gica%20atual%20do%20setor%20aeroportu%C3%A1rio%20brasileiro_P.pdf>. Acesso em: 03 de dez. 2017.

ZAJARKIEWICCH, Daniel Fernando Bondarenco. Poluição sonora urbana: principais fontes. Aspectos jurídicos. 2010. 235 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Direito, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/teste/arqs/cp136499.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2017.