



FIA 2020/22

XII CONGRESSO/CONGRESO IBEROAMERICANO DE ACÚSTICA

XXIX ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA - SOBRAC

Florianópolis, SC, Brasil

Testes de motor a jato em aeroportos brasileiros e seu impacto urbanístico

Pinto, P. S. R.¹

¹ Grupo de Pesquisa Novas Cidades, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil, arquitetoramospinto@gmail.com

Resumo

Os Planos de Zoneamento de Ruído (PZR) dos principais aeroportos brasileiros vêm sendo atualizados desde 2014, em substituição a planos de 1984 publicados pelo Ministério da Aeronáutica, e, em alguns poucos casos, PZR mais recentes. Eles são denominados “Planos Específicos” (PEZR). Entre os eventos que precisam ser computados no cálculo das curvas de ruído dos PEZR estão os testes de motor das aeronaves. O artigo reúne os dados dos testes de motor considerados nos 49 PEZR de aeroportos registrados de 2014 a 2019 e analisa os 42 PEZR com testes de motor a jato. Revela-se que todos estes 42 PEZR não consideraram critérios acertados na definição dos testes de motor quanto aos tipos de testes (operacionais ou de manutenção), ao tempo de duração e à potência aplicada ao motor durante as etapas dos testes. Há aeroportos que realizam testes noturnos, o que agrava as consequências da adoção destes critérios inadequados. Tais condições reduziram as áreas alcançadas pelo ruído dos testes de motor, em alguns casos, resultando em planos com falhas, que dão informações imprecisas às populações que moram ou trabalham no entorno daqueles aeroportos, levando-as à exposição a níveis de ruído prejudiciais à saúde, além de incômodos.

Palavras-chave: Ruído Aeronáutico; Aeroacústica; Gestão Urbana; artigo técnico.

PACS: 43.50.Sr; 43.50.Lj; 43.28.-g.

Jet engine tests in Brazilian airports and their urbanistic impact

Abstract

The Noise Zoning Plans (PZR) of major Brazilian airports have been updated since 2014, replacing plans from 1984 published by the Ministry of Aeronautics, and, in a few cases, more recent PZR. They are called “Specific Plans” (PEZR). Among the events that need to be computed when calculating PEZR noise curves are aircraft engine tests. The article gathers data from engine tests considered in the 49 PEZR registered from 2014 to 2019 and analyzes the 42 PEZR with jet engine tests. It turns out that all these 42 PEZR did not consider correct criteria in the definition of the engine tests regarding the type of tests (operational or maintenance), the duration and the power applied to the engine during the stages of the tests. There are airports that perform night tests, which aggravates the consequences of adopting these inappropriate criteria. Such condition reduced the areas reached by the noise of the engine tests, in some cases, resulting in flawed plans, that give inaccurate information to the populations that live or work in the surrounding, leading them to exposure to noise levels harmful to health, as well as annoyances.

Keywords: Aeronautical Noise; Aeroacoustic; Urban Management; technical paper.



1. INTRODUÇÃO

Os Planos de Zoneamento de Ruído de aeródromos (PZR) são essenciais para o melhoramento da harmonia urbana entre os aeródromos e suas vizinhanças. O ruído aeronáutico é uma das principais externalidades negativas associadas aos aeródromos e tem impacto na saúde e no conforto das populações vizinhas. Distúrbios do sono, perdas de audição, hipertensão, isquemia cardíaca, derrame, prejuízo ao desenvolvimento cognitivo de crianças, estresse psicológico, entre outros, são alguns dos danos à saúde decorrentes desse ruído [1]. Embora os PZR, no Brasil, estejam limitados ao nível de ruído de 65 dB(DNL) – isto é, decibels na métrica *Day-Night Average Sound Level* (Nível de Ruído Médio Dia-Noite) – ou mais [2], há pesquisas que indicam que os efeitos negativos são relevantes até o nível de 55 dB(DNL) [1, 3, 4, 5], o que aumenta a dimensão do assunto.

A falta de integração urbanística entre aeródromo e cidade leva, com frequência, a restrições operacionais à aviação, inclusive com a interrupção das operações aéreas durante a noite, prejudicando o potencial econômico do aeroporto e da região. O PZR precisa representar fielmente o ruído aeronáutico que é esperado para a máxima capacidade operacional do aeródromo e espera-se que seja considerado no planejamento e na gestão do uso do solo [2].

A partir de setembro de 2011, com o advento do Regulamento Brasileiro RBAC nº 161, da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), os critérios para cálculo das curvas de ruído (CR) dos PZR foram redefinidos e os testes de motor (TM) das aeronaves – até então desconsiderados – foram incluídos entre os eventos a ser computados, além dos pousos, decolagens, circulação aérea e taxiamentos. Os testes de motor a jato produzem ruído muito elevado e, se forem testes de potência parcial ou máxima, por períodos longos (de c. 15 ou c. 30 minutos).

Desde 2014, os PZR dos principais aeroportos do Brasil foram atualizados, em substituição a planos de 1984 publicados pelo Ministério da Aeronáutica (MAER), e, em alguns poucos casos, PZR mais recentes. Por força do RBAC

nº 161, os PZR desses aeroportos têm que ter suas curvas de ruído (CR) calculadas por meio de *software* de modelagem matemática e são chamados de “Planos Específicos” (PEZR). As plantas dos PEZR têm CR de 65 a 85 dB(DNL), a cada 5 dB.

Em dezembro de 2019, havia 49 PEZR de aeroportos registrados a partir de 2014 [6]. Além destes, havia, na mesma data, outros 46 PEZR vigentes, todos do MAER, publicados em 1984, mas estes últimos não têm menção a testes de motor. O objetivo desta pesquisa é avaliar a aderência dos TM previstos nos 42 PEZR com testes de **motor a jato** registrados na ANAC entre 2014 e 2019 em relação aos referenciais técnicos e teóricos.

2. CURVAS DE RUÍDO DE TESTES DE MOTOR A JATO

Testes de motor (TM) de aeronaves são de duração e intensidade variadas, dependendo do modelo da aeronave e do tipo de teste realizado. No caso de **motores a jato** – que são os de interesse no artigo –, há, basicamente, três tipos de TM: de marcha lenta, de potência parcial e de potência máxima. Schenk [7], em estudo publicado pela Agência Federal do Meio Ambiente da Alemanha, conduz a esta classificação dos TM a jato, com base em dados de TM realizados em dezenas de aeroportos. O manual de manutenção das aeronaves B737-600 a 900 [8] define os TM de manutenção de referência, de potência parcial e máxima, definição que corrobora os três tipos dos testes de motor a jato citados.

Testes de motor de aeronaves são testes durante a operação ou testes de manutenção. Os TM durante a operação (TM operacionais) são, em larga maioria, testes de marcha lenta, feitos na própria posição de estacionamento da aeronave, antes do início de um novo voo ou trecho de uma rota comercial. No caso de motores a jato, os TM de marcha lenta consistem, tipicamente, na aceleração do motor a 20% da potência nominal (PN) (potência *idle*), com duração de c. 5 minutos [6, 7]. Algumas vezes, testes de potência parcial podem ser feitos durante a operação, quando o teste de marcha lenta não é suficiente para garantir ao piloto a certeza da

Quadro 1: Tipos e características típicas dos testes de motor (TM), para motores a jato

Tipo de teste de motor (TM)	Finalidade do TM	Duração típica	Potência típica aplicada ao motor	Posição de realização do TM
TM de marcha lenta (TMML)	TM durante a operação	5min	20%PN	Posição de parada
TM de potência parcial (TMPP)	TM durante a operação ou de manutenção	15min	Etapas de 20 a 80%PN	PTM
TM de potência máxima (TMPM)	TM de manutenção	30min	Etapas de 20 a 100%PN	PTM

Siglas: PN – Potência Nominal do motor; PTM – Ponto de Testes de Motor.

Referências: [8] Boeing, 2019, *Test 7 – Vibration Survey*; [7] Schenk, 2013, pp. 24-26.

boa condição do motor para o voo, mas, nestes casos, o teste tem que ser realizado no Ponto de Testes de Motor (PTM) do aeródromo, pois a potência aplicada é maior (no caso de motor a jato, de 20% a 80%PN, em etapas, tipicamente). Já os testes de potência máxima são apenas testes de manutenção, também têm que ser feitos no PTM e, no caso de motor a jato, consistem na aplicação de 20% a 100%PN, em etapas [7, 8]. Ver **Quadro 1**.

A duração média ou genérica dos testes de motor a jato é indicada tanto no trabalho de Schenk [7] quanto no manual da Boeing [8]. Cada modelo de aeronave comercial a jato tem seus próprios TM de referência de manutenção, com etapas com duração e potência específicas. Na elaboração de um PEZR, os TM devem ser aqueles especificados para as aeronaves adotadas no plano. Os testes de motor a jato referenciais, de potência parcial e máxima, indicados nos **Quadros 2 e 3**, baseiam-se nos TM das aeronaves B737-600 a 900 [8], mas podem ser considerados para outras aeronaves, se indisponíveis dados específicos.

Quanto maior o número de TM, maior é a área coberta pelas curvas de ruído do PZR [2]. A quantidade de TM operacionais depende do tipo de aviação que opera no aeroporto e do número de pousos e decolagens por ano. A quantidade de TM de manutenção depende do número e porte das oficinas de manutenção de motores de aeronaves [7]. Não foram encontradas pesquisas sobre as quantidades históricas de TM nos aeroportos brasileiros. Em 2004, o Aeroporto de Hamburgo teve 400 TM [7] e 151.434 movimentos; parte dos TM foi de manutenção. Mas, em 2017, o mesmo aeroporto teve apenas 256 TM, sendo 181 TM de marcha lenta (TMML) (70,7%), 66 TM de potência parcial (TMPP) (25,8%) e apenas 9 TM de potência

Quadro 2: Teste de motor a jato de potência parcial (TMPP) referencial

Etapas	Potência	Tempo (min:s)
1	20%PN (potência <i>idle</i>)	03:00
2	50%PN	02:00
3	80%PN	05:00
4	50%PN	02:00
5	20%PN (potência <i>idle</i>)	03:00
	Total	15:00

Sigla: PN - Potência Nominal do motor

Referências: [8] Boeing, 2019, *Test 7 – Vibration Survey*; [7] Schenk, 2013, pp. 24-26.

Quadro 3: Teste de motor a jato de potência máxima (TMPM) referencial

Etapas	Potência	Tempo (min:s)
1	20%PN (potência <i>idle</i>)	03:00
2	50%PN	02:00
3	80%PN	05:00
4	50%PN	01:00
5	20%PN (potência <i>idle</i>)	03:00
6	50%PN	01:00
7	75%PN	04:00
8	90%PN	04:00
9	100%PN	02:00
10	50%PN	02:00
11	20%PN (potência <i>idle</i>)	03:00
	Total	30:00

Sigla: PN - Potência Nominal do motor

Referências: [8] Boeing, 2019, *Test 7 – Vibration Survey*; [7] Schenk, 2013, pp. 24-26.

máxima (TMPM) (3,5%); e 159.780 pousos e decolagens [9]. Em 2018 e 2019, os números daquele aeroporto são próximos aos de 2017 [9]. Schenk [7] também relata que um grande aeroporto comercial **sem** oficina de manutenção de aeronaves, que registrou cerca de 160.000 pousos e decolagens em 2008, teve 454 TM



não-programados, sendo 82,4% TMML, com duração média de 4,9 minutos, e 17,6% TMPP, com duração média de 16,3 minutos; e teve 12 TM programados [7]. Os TM em aeroportos **com** oficina de manutenção de aeronaves resultam em proporção maior dos TMPP e TPM, mas os percentuais dependem de cada aeroporto; Schenk [7] cita o Aeroporto de Frankfurt/Main, onde existe a maior oficina de manutenção de aeronaves da Deutsche Lufthansa AG, e informa que, em 2002, 9% foram TPM, 32%, TMPP e 59%, TMML, com um total de cerca de 2.300 testes de motor.

Esses dados mostram que a quantidade de TM em um aeroporto pode variar muito, não sendo recomendável a adoção de parâmetro em função do número de operações do aeroporto, mas, em vez disto, deve-se considerar o histórico e a projeção fundamentada de cada aeroporto [7]. Apesar disto e apenas para configurar um referencial básico para os casos em que não se disponha de dados históricos nem previsões fundamentadas de TM **operacionais**, sugere-se considerar o maior número disponível, em favor dos moradores e trabalhadores do entorno do aeroporto. No **Quadro 4**, as operações diurnas (e os TM operacionais diurnos) representam 80%, percentual médio dos 42 PEZR analisados; este percentual, porém, deve ser ajustado para cada aeroporto em estudo. A capacidade máxima potencial do aeroporto indicada no quadro considera que o PEZR deveria ser incorporado ao planejamento territorial municipal e regional, tem efeito de extralongo prazo (30 anos ou mais) e demanda tratamento acústico nas edificações de certos usos do solo em sua área de influência.

Registre-se que o regulamento federal que trata do ruído aeronáutico, o RBAC nº 161, não tem definição detalhada quanto aos testes de motor a ser considerados nos PEZR.

3. TESTES DE MOTOR NOS PEZR REGISTRADOS DE 2014 A 2019

A pesquisa levantou os dados dos testes de motor considerados em 49 PEZR registrados na ANAC até 2019 e analisou os 42 PEZR com TM a jato em comparação com as referências pesquisadas. Os dados estão nos **Quadros 5 a 11**. Aeroportos com TM a jato e com o Ponto de Testes de Motor (PTM) a menos de 380 metros de área urbanizada estão apontados com PTM próximo ao entorno; essa dimensão é o alcance máximo da curva de nível de ruído de 55 dB(DNL) correspondente às quantidades de TMPP (operacionais) do **Quadro 4** com a aeronave B737-800 (B738) e em terreno plano; há 18 aeroportos (42%) com PTM próximos ao entorno.

Dentre os 49 registrados, há 38 PEZR de autoria da Infraero, empresa pública federal, divididos em cinco grupos distintos. O 1º grupo, com 28 aeroportos, considera testes de motor (TM) de 5 minutos de duração e 60% da potência nominal do motor (PN), sendo 1 TM diurno e 1 TM noturno por dia, com aeronaves de referência correspondentes às de maior participação no *mix* de aeronaves previsto para a máxima capacidade dos aeroportos, exceto os aeroportos SBPL (Petrolina, PE), SBCT (R. M. de Curitiba) e SBFi (Foz do Iguaçu, PR), para os quais foram usadas as maiores aeronaves do *mix*. Ver **Quadro 5**.

Quadro 4: Quantidades referenciais básicas de testes de motor a jato em aeroportos sem oficina de manutenção de motores de aeronaves, na capacidade máxima potencial do aeroporto

Tipo de TM	Total (TM/dia)	%TM	Diurno (TM/dia)	%D	Noturno (TM/dia)	%N
TMML	1,66	80%	1,33	80%	0,33	20%
TMPP	0,41	20%	0,33	80%	0,08	20%
Total	2,07	100%	1,66	80%	0,41	20%

Símbolos: %D – Percentual de testes de motor diurnos (das 07:00 às 22:00); %N – Percentual de testes de motor noturnos;

%TM – Percentual de testes de motor; TMML – Teste de motor de marcha lenta; TMPP – Teste de motor de potência parcial

Notas: 1. Usar apenas se não houver dados específicos do aeroporto em estudo.

2. Válido para aeroportos com 80% de movimentos diurnos; ajustar o número de TM conforme o percentual específico do aeroporto.

3. Válido para aeroportos com capacidade máxima potencial de 260.000 mov/ano – duas pistas de pouso e decolagem paralelas próximas, com *mix index* médio [10] (FAA, 1995, pp. 7-11). Para aeroportos com menor ou maior capacidade, manter a proporção.

4. Não inclui testes de motor de manutenção, cujos tipos e quantidades devem ser definidos de acordo com o número e as características específicas das oficinas de manutenção de motores de aeronaves do aeroporto.

Quadro 5: Testes de motor nos PEZR registrados até 2019 na ANAC –
Operador: Infraero – Grupo A: 1 TM diurno e 1 TM noturno por dia; 1 PTM

Aeroporto(s) e características importantes do PTM e do(s) aeroporto(s)	Cap. máx. (mov/ano)	Testes de motor por dia (D/N: aeronave; nº de TM; tempo; %PN)
SBFZ (Fortaleza); SBLO (Londrina, PR); SBTE (Teresina); SBRF (Recife); SBUL (Uberlândia, MG); SBJV (Joinville, SC); SBBV (Boa Vista); SBBE (Aeroporto Internacional de Belém) 1 PPD (Exceção: SBBE, com 2 PPD em “X”) FZ; TE; RF; UL; BV; BE: PTM próximo ao entorno	De 105.534 a 256.500	D: B738; 1 TM; 5min; 60% N: A320; 1 TM; 5min; 60%
SBSP (A. de Congonhas, São Paulo) 1 PPD; Aeroporto H17; PTM próximo ao entorno	217.918	D: B738; 1 TM; 5min; 60% N: A320; 1 TM; 5min; 60%
SBGO (Goiânia); SBCY (R. M. Cuiabá); SBEG (Manaus) 2 PPD paralelas próximas; PTM próximo ao entorno	De 247.000 a 285.000	D: B738; 1 TM; 5min; 60% N: A320; 1 TM; 5min; 60%
SBCG (Campo Grande) 3 PPD (2 paralelas próximas); PTM próximo ao entorno	340.000	D: B738; 1 TM; 5min; 60% N: A320; 1 TM; 5min; 60%
SBMQ (Macapá) 2 PPD paralelas independentes	305.000	D: B738; 1 TM; 5min; 60% N: A320; 1 TM; 5min; 60%
SBMA (Marabá, PA)	174.250	D: B738; 1 TM; 5min; 60% N: B735; 1 TM; 5min; 60%
SBRB (Rio Branco) 2 PPD paralelas próximas	247.000	D: A321; 1 TM; 5min; 60% N: B737; 1 TM; 5min; 60%
SBPA (Porto Alegre) 2 PPD paralelas próximas	270.000	D: A320; 1 TM; 5min; 60% N: A320; 1 TM; 5min; 60%
SBPV (Porto Velho) 2 PPD paralelas próximas	260.000	D: B763; 1 TM; 5min; 60% N: A320; 1 TM; 5min; 60%
SBPL (Petrópolis, PE)	205.000	D: B744; 1 TM; 5min; 60% N: B767; 1 TM; 5min; 60%
SBCT (A. Internacional Afonso Pena, R. M. Curitiba) 2 PPD paralelas independentes; PTM próximo ao entorno	370.000	D: B763; 1 TM; 5min; 60% N: B738; 1 TM; 5min; 60%
SBFI (Foz do Iguaçu, PR) PTM próximo ao entorno	200.000	D: A330; 1 TM; 5min; 60% N: A321; 1 TM; 5min; 60%
SBMK (Montes Claros, MG) PTM próximo ao entorno	205.000	D: B737; 1 TM; 5min; 60% N: E195; 1 TM; 5min; 60%
SBSN (Santarém, PA) 3 PPD paralelas (2 paralelas próximas)	310.000	D: B738; 1 TM; 5min; 60% N: E195; 1 TM; 5min; 60%
SBSL (São Luís) 2 PPD paralelas próximas	256.500	D: B738; 1 TM; 5min; 60% N: E195; 1 TM; 5min; 60%
SBIZ (Imperatriz, MA) PTM próximo ao entorno	164.430	D: E190; 1 TM; 5min; 60% N: A320; 1 TM; 5min; 60%
SBHT (Altamira, PA) 2 PPD paralelas próximas	208.000	D: B737; 1 TM; 5min; 60% N: ATR72; 1 TM; 5min; 60%
SBJR (Jacarepaguá, Rio de Janeiro)	191.000	D: CNA680; 1 TM; 5min; 60% N: CNA680; 1 TM; 5min; 60%
SBPR (Carlos Prates, Belo Horizonte) Aeroporto H17	230.000	D: DHC6; 1 TM; 5min; 60% N: Sem TM

Siglas: %PN – Percentual da potência nominal do motor; Aeroporto H17 – Horário de operação: das 06:00 às 23:00; D – Diurno (das 07:00 às 22:00); mov/ano – Movimentos por ano (pousos, decolagens e toque-e-arremetida); N – Noturno; PPD – Pista de Pouso e Decolagem; PTM – Ponto de Testes de Motor; R. M. – Região Metropolitana
Nota: Aeroportos com 1 PPD, exceto indicação diferente.

O 2º grupo é dos aeroportos SBPJ (Palmas) e SBNF (Navegantes, SC), com **dois** Pontos de Testes de Motor (PTM) e 1 teste de motor

diurno e 1 teste de motor noturno por dia para **cada** PTM, resultando em 4 TM por dia (em vez de 2 TM por dia, como no 1º grupo), também



com 5 minutos de duração e 60%PN. Ver **Quadro 6**.

O 3º grupo é dos aeroportos SBBI (A. do Bacacheri, Curitiba) e SBMT (A. Campo de Marte, São Paulo), unidades que não seguem o padrão majoritário, do 1º e 2º grupos, e para os quais há previsão de mais de 1 TM diurno (TMD) por dia. No caso do SBBI, são 4 TMD por dia. Para o SBMT, 8 TMD por dia, todos de 5 minutos de duração e 60%PN. No PEZR do SBBI, os testes de motor estão vinculados à capacidade de 184.000 movimentos por ano (mov/ano), sendo que o aeroporto tem oficinas de manutenção de motores aeronáuticos do segmento da Aviação Geral. No SBMT, o número de testes de motor guarda proporção com os 402.800 movimentos por ano, movimento máximo previsto no Plano Diretor do SBMT, para uma pista de pouso e decolagem (PPD) e dois helipontos. Ver **Quadro 7**.

O 4º grupo é dos aeroportos SBAR (Aracaju) e SBJU (Juazeiro do Norte, CE), cujos PEZR

indicam que os TM foram considerados, mas não contêm as aeronaves de referência, o número de testes de motor, seu tempo de duração e a potência do motor. Nos PEZR desses dois aeroportos há indicação de barreira acústica (a céu-aberto) no PTM. Ver **Quadro 8**.

O 5º grupo da Infraero é dos aeroportos SBSJ (São José dos Campos, SP), SBRJ (A. Santos Dumont, Rio de Janeiro), SBJC (A. Brigadeiro Protásio de Oliveira, Belém) e SBUR (Uberaba, MG), todos sem previsão de testes de motor no PEZR. A inexistência de previsão de testes de motor no PEZR de um aeroporto é sempre questionável. O SBRJ e o SBSJ têm operações da Aviação Regular e da Aviação Geral e há registros de testes de motor de marcha lenta. O SBJC abriga a maior parte das operações da Aviação Geral na capital paraense. Da mesma forma, o SBUR desempenha este papel na sua microrregião. A ausência de testes de motor nos PEZR dos quatro aeroportos deixa-os divergentes da realidade e da projeção operacional deles. Ver **Quadro 9**.

Quadro 6: Testes de motor nos PEZR registrados até 2019 na ANAC –
Operador: Infraero – Grupo B: 2 TM diurno e 2 TM noturno por dia; 2 PTM

Aeroporto(s) e características importantes do PTM e do(s) aeroporto(s)	Cap. máx. (mov/ano)	Testes de motor por dia (D/N: aeronave; nº de TM; tempo; %PN)
SBPJ (Palmas) 2 PPD paralelas independentes e 1 heliponto	285.000	D: B763; 2 TM; 5min; 60% N: A320; 2 TM; 5min; 60%
SBNF (Navegantes, SC) PTM próximos ao entorno	170.000	D: B738; 2 TM; 5min; 60% N: A320; 2 TM; 5min; 60%

Quadro 7: Testes de motor nos PEZR registrados até 2019 na ANAC –
Operador: Infraero – Grupo C: Mais de 1 TM diurno por dia

Aeroporto(s) e características importantes do PTM e do(s) aeroporto(s)	Cap. máx. (mov/ano)	Testes de motor por dia (D/N: aeronave; nº de TM; tempo; %PN)
SBBI (A. do Bacacheri, Curitiba) Aeroporto H17	184.000	D: CNA172; 2,8 TM; 5min; 60% D: CNA441; 1 TM; 5min; 60% D: GV; 0,2 TM; 5min; 60% N: Sem TM
SBMT (A. de Campo de Marte, São Paulo) 1 PPD e 2 helipontos; Aeroporto H17	402.800	D: GASEPV; 6 TM; 5min; 60% D: CNA441; 2 TM; 5min; 60%

Quadro 8: Testes de motor nos PEZR registrados até 2019 na ANAC –
Operador: Infraero – Grupo D: Com TM, mas sem definição de horário, aeronave, nº de TM etc.

Aeroporto(s) e características importantes do PTM e do(s) aeroporto(s)	Cap. máx. (mov/ano)	Testes de motor por dia (D/N: aeronave; nº de TM; tempo; %PN)
SBAR (Aracaju); SBJU (Juazeiro do Norte, CE) PTM próximo ao entorno, com barreira acústica	175.000 e 205.000	Previstos, mas sem definição de horário, aeronave, nº de TM etc.

Quadro 9: Testes de motor nos PEZR registrados até 2019 na ANAC –
Operador: Infraero – Grupo E: PEZR sem TM

Aeroporto(s) e características importantes do PTM e do(s) aeroporto(s)	Cap. máx. (mov/ano)	Mix de aeronaves prevista na Implantação Final do aeroporto
SBSJ (São José dos Campos, SP)	175.500	A319=12%; E190=18%; CNA172=52%; R44=18%
SBRJ (A. Santos Dumont, Rio de Janeiro) Aeroporto H17	184.500	A319=28,8%; B738=31,2%; E190=21%; C680=7%
SBJC (A. Brig. Protásio de Oliveira, Belém)	207.000	CNA172=31%; BEC58P=31%; GASEPF=26%
SBUR (Uberaba, MG)	72.787	A319=5,6%; B737=6,4%; BE58=33%; ATR72=26%

Os cinco principais aeroportos do Brasil e mais o Aeroporto de São Gonçalo do Amarante (R. M. de Natal) foram concedidos à gestão de empresas privadas entre 2011 e 2014, nas três primeiras rodadas do programa de concessão de aeroportos federais. Nos PEZR feitos sob responsabilidade da Inframerica (controlada pela Corporación America, argentina), relativos ao SBBR (Brasília) e SBSG (R. M. de Natal), existe previsão de TM também com 5 minutos de duração e 60%PN (o mesmo padrão majoritário da Infraero). No caso SBCF (A. de Confins, MG), cujo PEZR é de autoria da BH Airport (que tem a suíça Zurich Airport como sócia), o TM também é de 5 minutos, mas com 100% da PN. Já no SBGL (A. do Galeão, Rio de Janeiro), cujo PEZR é da RIOgaleão (que tem a Changi Airport, de Singapura, como sócia), os TM estão especificados com 5 minutos a 50%PN ou, alternativamente, 2 minutos a 100%PN. No SBKP (A. de Viracopos, Campinas, SP), cujo PEZR é de autoria da Aeroportos Brasil (que tem a francesa Egis Airport Operation como sócia), os TM foram previstos com 10 minutos a 50%PN ou 2 minutos a 100%PN. E, no caso do SBGR (A. de Guarulhos, SP), o PEZR da GRU Airport (que tem a Airports Company South Africa como sócia), os TM foram fixados com 90 segundos a 100%PN. Ver **Quadro 10**.

No Aeroporto de Jundiaí, operado pelo Departamento Aeroviário do Estado de São Paulo (DAESP), com previsão de 156.200 mov/ano (sendo 54% de aviões) e operação de aeronaves ATR72 e CNA500, entre outras, os TM foram previstos com 5 minutos e 100%PN, mas, no Aeroporto de Sorocaba, com previsão de 160.000 movimentos por ano (sendo 94% de

aviões) e operação de aeronaves E145, CNA441 e DHC6, entre outras, e no Aeroporto de Campo do Amarais (Campinas, SP), com 137.700 movimentos por ano (46% de aviões) e operação de ATR72 e outros modelos, ambos aeroportos também do DAESP, não foram previstos testes de motor. No PEZR do Aeroporto de Maringá, operado por uma sociedade de economia mista municipal, com previsão de 140.000 movimentos por ano (100% de aviões) e operação de aeronaves B747-300, B767-300, A320, B737-NG e E190, entre outras, também não houve previsão de testes de motor. No PEZR do Aeroporto de Paraty, da Prefeitura Municipal, com 43.800 movimentos por ano planejados e aeronave de referência E110, não foram considerados testes de motor. Novamente, a falta de previsão de testes de motor nos PEZR desses aeroportos não é razoável, tendo em conta que testes de motor operacionais são inerentes às operações aéreas. Ver **Quadro 11**.

Considerando que os TM de marcha lenta são testes operacionais, realizados na própria posição de estacionamento das aeronaves, os PEZR deveriam indicar **dois ou mais** Pontos de Teste de Motor (PTM), um deles para TM de potência parcial (TMPP) e de potência máxima (TMPM) e o(s) outro(s) para TM de marcha lenta (TMML). Em um estudo simplificado, até se admite definir apenas o PTM para os TMPP e TMPM, desde que os TMML não produzam curva de ruído de 65 dB(DNL) que alcance o exterior do sítio do aeroporto, mas não em um PEZR, tendo em vista o regramento do RBAC nº 161. Todos os 42 PEZR analisados não indicam todos os Pontos de Teste de Motor (PTM) reais.



Quadro 10: Testes de motor nos PEZR registrados até 2019 na ANAC – Operadores público-privados ou privado (Principais aeroportos do Brasil e SBSG)

Operador [SPE]	Aeroporto(s) e características importantes do PTM e do(s) aeroporto(s)	Cap. máxima (mov/ano)	Testes de motor por dia (D/N: aeronave; n° de TM; tempo; %PN)
[Inframerica (Corporación America)—Infraero]	SBBR (Brasília) 2 PPD paralelas independentes 5 PTM: as 4 cabeceiras e mais 1 PTM	272.000	D: B738; 0,25 TM; 5min; 60% (cada PTM das cabeceiras = 4Cab) N: B738; 0,25TM; 5min; 60% (4Cab) D: E195; 1 TM; 5min; 60% (PTM 5) N: E195; 1 TM; 5min; 60% (PTM 5)
Inframerica (Corporación America)	SBSG (São Gonçalo do Amarante, R. M. Natal) 2 PPD paralelas independentes 2 PTM	210.000 no relatório 315.000 na planta	D: A320; 1 TM; 5min; 60% N: A320; 1 TM; 5min; 60% D: PA31; 1 TM; 5min; 60% N: PA31; 1 TM; 5min; 60%
RIOgaleão [Changi—HNA Group—Infraero]	SBGL (A. do Galeão, Rio de Janeiro) 3 PPD, sendo 2 PPD paralelas independentes	525.000	Sem horário; B763; 0,5452 TM; 2min; 100% (ou 5min; 50%) Sem horário; B787-800; 0,5452 TM; 2min; 100% (ou 5min; 50%)
GRU Airport [Invepar—ACSA—Infraero]	SBGR (Guarulhos, SP) 2 PPD paralelas próximas 3 PTM	432.656	Sem horário; sem aeronave definida; 360 TM; 1min30s; 100% (A320=30,80%; B738=33,22%; E190=6,94%)
BH Airport [CCR—Zurich Airp.—Infraero]	SBCF (Confins, R. M. Belo Horizonte) 2 PPD paralelas independentes	408.000	D: B737; 1 TM; 5min; 100% D: B767; 1 TM; 5min; 100% N: Sem TM
Aerop. Brasil [Triunfo—UTC—Egis—Infraero]	SBKP (A. Int. Viracopos, Campinas, SP) 3 PPD paralelas independentes e 1 PPD paralela próxima de Aviação Geral 2 PTM	550.000	D: MD11; 0,0548 TM (20 TM/ano); 2min; 100% (ou 10min; 50%) N: Sem TM

Notas: 1. Com exceção do SBSG, os aeroportos estão concedidos a Sociedades de Propósito Específico (SPE) público-privadas – que têm a Infraero com 49% do capital, mas sem atuação diretiva, gerencial, consultiva ou operacional.

2. No SBGR, a indicação de 360 TM por dia não é consistente com as curvas de ruído e referências teóricas; aparentemente, foram computados 360 TM por ano (e não por dia).

Quadro 11: Testes de motor nos PEZR registrados até 2019 na ANAC – Operadores: DAESP e municípios

Operador	Aeroporto(s) e características importantes do PTM e do(s) aeroporto(s)	Cap. máxima (mov/ano)	Testes de motor por dia (D/N: aeronave; n° de TM; tempo; %PN)
DAESP	SBJD (Jundiaí, SP)	156.200	D: GIV; 1 TM; 5min; 100% N: GIV; 1 TM; 5min; 100%
DAESP	SDAM (A. Campos dos Amarais, Campinas, SP)	137.700	Sem TM (ATR72=10%; GASEPV=27,59%; R22=53,79%)
DAESP	SBCO (Sorocaba, SP)	160.000	Sem TM (CNA441=75,2%; DHC6=9,4%; E145 e CNA500=4,7%)
P. M. Paraty	SDTK (Paraty, RJ)	43.800	Sem TM (DHC6=EMB110=100%)
T. Aéreos de Maringá S.A.	SBMG (Maringá, PR)	140.000	Sem TM (B763=8,6%; A320=19,2%; B737=16,6%; E120=19,5%)

Siglas adicionais: DAESP – Departamento Aeroviário do Estado de São Paulo; P. M. – Prefeitura Municipal

Nota: No caso de aeroportos sem TM, estão indicadas as principais aeronaves do mix de planejamento.

Em todos os aeroportos com testes de motor (TM) a jato, o tempo dos testes e a potência aplicada ao motor durante os testes divergem das referências técnicas e teóricas. Em nenhum aeroporto foram considerados testes de motor de potência parcial (TMPP) (que podem ser operacionais ou de manutenção) e testes de

motor de potência máxima (TMPM) (que são apenas de manutenção). Esses TM têm duração de c. 15 ou c. 30 minutos, como apresentado – muito mais que os 5 minutos da maioria dos testes de motor previstos nos PEZR registrados – e produzem curvas de nível de ruído maiores. É comum haver TMPP operacionais.

Testes de motor de potência parcial (TMPP) ou de potência máxima (TMPM) **de manutenção** deveriam estar previstos nos aeroportos SBCT, SBCF, SBGR, SBKP e SBSP, porque têm oficinas de manutenção de motores a jato ou TMPP ou TMPM registrados.

O Aeroporto Afonso Pena (SBCT), na Região Metropolitana de Curitiba, tem registro de TM de manutenção da Gol Linhas Aéreas e da Sideral Linhas Aéreas; nele, testes de motor de potência máxima, de aeronaves B737-300, 400, 700 e 800, foram realizados em 2019 [11].

O Aeroporto de Confins (SBCF) tem a principal oficina da Gol Linhas Aéreas.

O Aeroporto de Guarulhos (SBGR) tem o novo Centro de Manutenção de Aeronaves (CMA) da Latam Brasil, inclusive com área a céu-aberto para testes de motor a jato, com barreira acústica, desde fevereiro de 2019; apesar disso, o PEZR, feito em maio de 2019, não tem indicação desse Ponto de Testes de Motor (PTM); o PEZR do SBGR indica apenas três PTM, todos na *taxiway* paralela à pista 09L/27R e próximos à cabecceira 09L, o que sugere que foram considerados, efetivamente, apenas testes de motor operacionais.

No Aeroporto de Viracopos (SBKP), a Azul Linhas Aéreas inaugurou, em 2020, seu novo CMA, para a frota de Airbus (e a frota de Embraer continua sendo atendida pela unidade do Aeroporto de Belo Horizonte/Pampulha, cujo PEZR não está entre os 49 atualizados até o ano de 2019).

No Aeroporto de Congonhas (SBSP), a Latam mantém uma oficina de manutenção da frota de Airbus A320. E a Latam tem outro Centro de Manutenção de Aeronaves no Aeroporto de São Carlos, SP.

Quase todos os PEZR analisados consideram 1 TM diurno e 1 TM noturno (entre 22:00 e 07:00), na situação de capacidade máxima. Para os Aeroportos de Brasília (SBBR) e de São Gonçalo do Amarante (SBSG), ambos com

mais de 1 PTM, são 4 TM por dia (2 diurnos e 2 noturnos).

O número diário de TM também precisa ser analisado. Há divergências expressivas (SBKP, SBCF e SBGL) e menores, sendo raros os aeroportos que indicam quantidades de TM alinhadas com a referência (apenas SBPJ, SBNF e SBBR, três entre os 42 aeroportos).

Para o Aeroporto de Viracopos (SBKP), estão previstos apenas 20 testes de motor por ano, correspondendo a 0,0548 TM por dia – apesar da projeção de 550.000 movimentos por ano em seu horizonte de máxima capacidade, quando terá as quatro pistas de pouso e decolagem paralelas indicadas no seu PEZR.

O número de TM indicado no PEZR do SBGR – 120 TM por dia em cada PTM, somando 360 TM por dia – não é consistente com as curvas de ruído apresentadas e significaria que, na máxima capacidade do aeroporto, 61% das aeronaves em operação realizariam teste de motor, o que não condiz com as referências reunidas; aparentemente, o cálculo das curvas de ruído do SBGR computou 360 TM por ano (e não por dia).

Há vários PEZR registrados com PTM próximo(s) ao entorno, que, em geral, tem uso residencial. Isso torna particularmente importante que esses PEZR considerem fielmente os testes de motor realizados ou projetados para o cenário de capacidade máxima do aeroporto.

O **Quadro 12** mostra que os testes de motor considerados nos 42 PEZR com TM a jato registrados entre 2014 e 2019 na ANAC não correspondem inteiramente à realidade. Esta divergência compromete a informação que os PEZR fornecem às pessoas que moram ou trabalham no entorno dos aeroportos, sujeitando-as, em alguns casos, de imediato ou a extralongo prazo (30 anos ou mais), a níveis de ruído superiores aos indicados nos planos aeroportuários territoriais de ruído, com prejuízo à saúde e ao conforto destas pessoas.



Quadro 12: Diferenças entre os testes de motor dos PEZR com TM a jato registrados de 2014 a 2019 na ANAC e as referências (Quadros 1 a 4)

Grupo de aeroportos ou aeroporto	PEZR registrados de 2014 a 2019			Referências (Quadros 1 a 4)		
	Nº de PTM	Tipo de TM (temp; %PN)	TM/dia (D/N: nº)	Nº de PTM	Tipo de TM (tempo; %PN)	TM/dia (D/N: nº)
Infraero – Grupo A (Q. 5), 105.534-340.000 mov/ano, sem TM de manutenção, exceto SBPR (TM turboélice)	1	5min; 60%	D: 1 N: 1	2 ou mais	¹ TMML = = 5min; 20% ² TMPP = = 15min; 20-80%	¹ D: 0,54-1,74 ¹ N: 0,13-0,43 ² D: 0,13-0,43 ² N: 0,03-0,10
Infraero – Grupo A (Q. 5), 217.918-370.000 mov/ano, com TM de manutenção (SBSP e SBCT)	1	5min; 60%	D: 1 N: 1	2 ou mais	¹ TMML = = 5min; 20% ² TMPP = = 15min; 20-80% ³ TPM = = 30min; 20-100%	¹ D: 1,11-1,89 ¹ N: 0,28-0,47 ² D: 0,28-0,47 ² N: 0,07-0,11 Mais TM MN
Infraero – Grupo B (Q. 6), 170.000-285.000 mov/ano (SBNF e SBPJ)	2	5min; 60%	D: 2 N: 2	2 ou mais	¹ TMML = = 5min; 20% ² TMPP = = 15min; 20-80%	¹ D: 0,87-1,46 ¹ N: 0,22-0,36 ² D: 0,22-0,36 ² N: 0,05-0,09
Infraero – Grupo C (Q. 7) (SBBI e SBMT)	1	5min; 60%	D: 4-8 N: 0	2 ou mais	Não-aplicável (NA) (Ver Nota)	NA
Infraero – Grupo D (Q. 8), 175.000-205.000 mov/ano (SBAR e SBJU)	1	Previsto, mas não-definido (ND)	ND	2 ou mais	¹ TMML = = 5min; 20% ² TMPP = = 15min; 20-80%	¹ D: 0,87-1,05 ¹ N: 0,22-0,26 ² D: 0,22-0,26 ² N: 0,05-0,06
Infraero – Grupo E (Q. 9), 72.787-184.500 mov/ano, exceto SBJC (TM turboélice)	0	Não-previsto (NP)	NP	2 ou mais	¹ TMML = = 5min; 20% ² TMPP = = 15min; 20-80%	¹ D: 0,37-0,94 ¹ N: 0,09-0,23 ² D: 0,09-0,23 ² N: 0,02-0,06
Principais aeroportos do Brasil e SBSG (Quadro 10), 272.000-525.000 mov/ano, sem TM de manutenção	1 a 5	5min; 60% ou 2min; 100%	D: 0,5452-2 N: ND-2	2 ou mais	¹ TMML = = 5min; 20% ² TMPP = = 15min; 20-80%	¹ D: 1,39-2,69 ¹ N: 0,35-0,67 ² D: 0,35-0,67 ² N: 0,08-0,16
Principais aeroportos do Brasil (Quadro 10), 408.000-550.000 mov/ano, com TM de manutenção (SBCE, SBGR e SBKP)	1 a 3	5min; 100%	D: 0,0548-2 N: 0-ND	2 ou mais	¹ TMML = = 5min; 20% ² TMPP = = 15min; 20-80% ³ TPM = = 30min; 20-100%	¹ D: 2,09-2,81 ¹ N: 0,52-0,70 ² D: 0,52-0,70 ² N: 0,13-0,17 Mais TM MN
DAESP e municípios (Q. 11), 140.000-156.200 mov/ano, exceto SDAM, SBCO e SDTK	0 a 1	Não-previsto ou 5min; 60%	D: 0-1 N: 0-1	2 ou mais	¹ TMML = = 5min; 20% ² TMPP = = 15min; 20-80%	¹ D: 0,72-0,80 ¹ N: 0,18-0,20 ² D: 0,18-0,20 ² N: 0,04-0,05

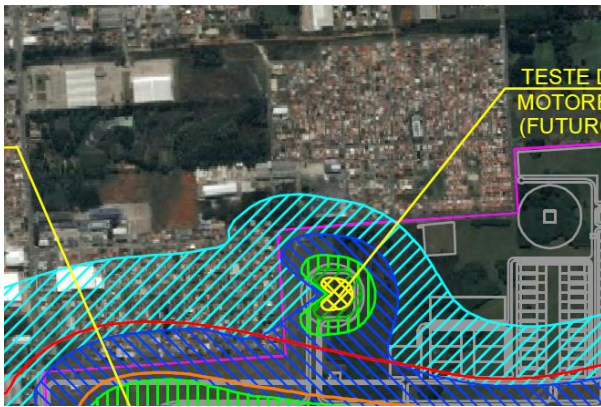
Símbolos: ND – Não-definido; NP – Não-previsto; PN – Potência Nominal do motor; PTM – Ponto de Testes de Motor; Q – Quadro;

TMML – TM de marcha lenta; TMPP – TM de potência parcial; TPM – TM de potência máxima;

TM MN – TM de manutenção, diurnos e noturnos; D – Diurno; N – Noturno.

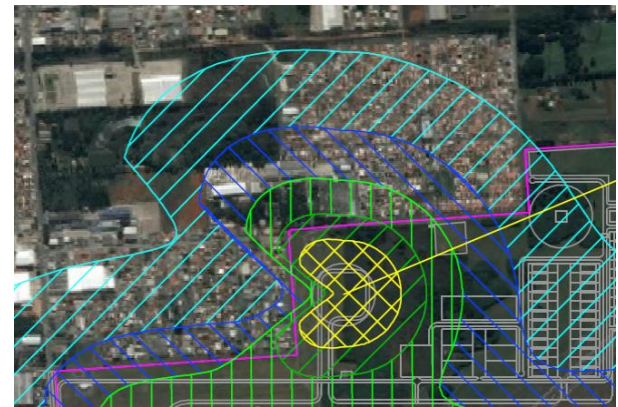
Convenção: 0,54-1,74 – de 0,54 a 1,74

Nota: Não-aplicável porque são aeroportos com TM turboélice.



Convenções: A linha lilás é o limite do aeroporto.
A linha azul-claro é a curva de ruído (CR) de 65 dB(DNL).
Azul: CR de 70 dB(DNL). Verde-claro: CR de 75 dB(DNL).
Verde: CR de 80 dB(DNL). Amarelo: CR de 85 dB(DNL).

Figura 1: PEZR SBCT 2018 (Registrado):
Curvas de ruído com TM de 5min e 60%PN
Fonte: [12] (Detalhe de planta do PEZR).



Convenções: A linha lilás é o limite do aeroporto.
A linha azul-claro é a curva de ruído (CR) de 65 dB(DNL).
Azul: CR de 70 dB(DNL). Verde-claro: CR de 75 dB(DNL).
Verde: CR de 80 dB(DNL). Amarelo: CR de 85 dB(DNL).

Figura 2: PEZR SBCT 2019 (Estudo):
Curvas de ruído com TMML, TMPP e TPM
Fonte: [11] (Estudo de revisão do PEZR).

3.1 Um exemplo da informação imprecisa dos PEZR registrados de 2014 a 2019

O estudo de novembro de 2019 referente ao PEZR do Aeroporto Internacional Afonso Pena (SBCT) [11], demonstra a diferença nas curvas de ruído dos TM entre o PEZR registrado em 2018 e o novo PEZR então em desenvolvimento e que viria a ser registrado na ANAC em maio de 2020, estudo no qual foram considerados os testes de motor (TM) efetivamente realizados no 1º semestre de 2019 e TM planejados para a configuração de implantação final do aeroporto, todos compatíveis com as referências das **Quadros 2 e 3** – no estudo, as quantidades de TM, inclusive os 5,5 TM de manutenção por dia previstos para quando o SBCT tiver 370.000 movimentos por ano, foram definidas conforme as características específicas do aeroporto.

Na **Figura 1**, vê-se o trecho do PEZR 2018 do SBCT [12] correspondente ao PTM, com os testes de motor indicados no **Quadro 5**; vê-se que a curva de ruído de 65 dB(DNL) avança sobre o entorno em pequena porção. A CR de 70 dB(DNL) também está nessa área. O entorno tem uso predominante residencial.

Na **Figura 2**, com os testes de motor redefinidos conforme a realidade do 1º semestre de 2019, as curvas de ruído de 65, 70 e 75 dB(DNL) estão presentes fora do sítio do aeroporto e alcançam área muito maior da vizinhança.

4. CONCLUSÃO

A pesquisa demonstra que os 42 PEZR com testes de motor a jato registrados de 2014 a 2019 na ANAC não estão aderentes às referências técnicas e teóricas dos TM. A divergência dos critérios usados para o cálculo das curvas de ruído dos testes de motor em relação à realidade resultou em informação distorcida sobre o alcance das curvas de ruído aeronáutico nos territórios vizinhos aos Pontos de Teste de Motor (PTM), prejudicando – de imediato ou a extralongo prazo (30 anos ou mais), dependendo do aeroporto –, em alguns casos, a saúde e o conforto dos que moram ou trabalham nessas áreas. Do total de 42 aeroportos, 18 deles (42%) têm o Ponto de Testes de Motor próximo ao entorno, a menos de 380 metros de vizinhança urbanizada – essa dimensão é o alcance máximo da curva de nível de ruído de 55 dB(DNL) correspondente às quantidades de TMPP (operacionais) do **Quadro 4** com a aeronave B737-800, e em terreno plano.

Essa situação prejudica, também, a indispensável integração de planejamento e gerenciamento territorial entre os aeroportos e os Municípios [13]. O diálogo entre o operador do aeroporto e o Município de sua área de influência urbanística é importante na definição do Plano de Zoneamento de Ruído do aeroporto – e obrigatório, conforme o Regulamento RBAC nº 161, da ANAC [2], item 161.31(d) –



e a incorporação ou reconhecimento do PZR na legislação ou regulamentação urbanística municipal é objetivo congruente com o contexto legal-normativo brasileiro. O gerenciamento territorial da vizinhança dos aeroportos requer que o planejamento represente, fielmente, o ruído aeronáutico previsto.

Os resultados desta pesquisa poderão ensejar (a) a reavaliação do assunto pelos agentes públicos envolvidos ou operadores aeroportuários e (b) a discussão sobre a conveniência de existir um referencial básico público sobre o tema, a ser usado sempre que indisponíveis dados específicos para o aeroporto em análise. Para esta última possibilidade, sugere-se adotar os perfis de potência apresentados nos **Quadros 1, 2 e 3** e considerar as quantidades referenciais de testes de motor operacionais indicadas no **Quadro 4**, ressaltando-se que estas últimas só devem ser usadas em caso de indisponibilidade de dados operacionais próprios do aeroporto em estudo (históricos e projeções fundamentadas). Testes de motor de manutenção, porém, devem ser definidos para cada aeroporto, em função da quantidade e características das oficinas de manutenção de aeronaves, atuais e previstas.

Eventuais futuras pesquisas sobre as quantidades dos vários tipos de testes de motor a jato no Brasil levariam, provavelmente, a ajustes no correspondente referencial básico considerado neste trabalho.

REFERÊNCIAS

[1] WHO/Europe – World Health Organization, Regional Office for Europe. Environmental Noise Guidelines for the European Region. Copenhagen: WHO/Europe, 2018. Disp. em: <https://www.euro.who.int/en/publications>.

[2] ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil. Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) nº 161 EMD 01 – “Planos de Zoneamento de Ruído de Aeródromos – PZR”. Brasília: ANAC, 2011.

[3] FAA – Federal Aviation Administration. Analysis of the Neighborhood Environmental Survey (TC-21/4). Washington: FAA, 2021. Disp. em: https://www.faa.gov/regulations_policies/policy_guidance/noise/survey.

[4] Fidell, S. A Review of US Aircraft Noise Regulatory Policy. Acoustics Today, vol. 11, nº 4. New York: Acoustical Society of America, 2015. Disponível em: <https://acousticstoday.org/a-review-of-us-aircraft-noise-regulatory-policy-by-sanford-fidell/>.

[5] ACRP – National Academy of Sciences, Transportation Research Board, Airport Cooperative Research Program. Enhancing Airport Land Use Compatibility, Volume 1: Land Use Fundamentals and Implementation Resources – ACRP Report 27. Washington: National Academies Press (USA), 2010. DOI: 10.17226/22960. Disp. em: <http://www.trb.org/Publications/Blurbs/163344.aspx>.

[6] ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil. Planos Específicos de Zoneamento de Ruído (PEZR) registrados. Disponível em <https://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/ruído-aeronautico/> (acesso de 08/02/2019 a 07/01/2021).

[7] Schenk, T. Basis of Calculation for Engine Test Runs. Berlim: Agência Federal do Meio Ambiente da Alemanha, 2013. Disponível em: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen> (acesso em 21/02/2018).

[8] Boeing. B737-600/700/800/900 – AMM (Aircraft Maintenance Manual) – Rev. 68 (30 Apr 2019). Chicago: Boeing, 2019.

[9] Lufthansa Technik. Active Noise Protection (Noise Protection Hangar in Hamburg Airport). Disponível em: <https://www.lufthansa-technik.com/noise-protection-hangar> (acesso em 22/02/2018).

[10] FAA – Federal Aviation Administration. AC nº 150/5060-5 CHG 2 – Advisory Circular “Airport Capacity and Delay”. Washington: FAA, 1995.

[11] Infraero – Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária. Estudo de revisão do PEZR do SBCT [2019]. Disponível em: <https://transparencia.infraero.gov.br/planos-especificos-de-zoneamento-de-ruído/> (acesso em 22/06/2020). (Anexo 1 da Informação Técnica nº 005/DOEG/EGPD/2019, de 22/11/2019.)

[12] Infraero – Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária. Plano Específico de Zoneamento de Ruído do Aeroporto Internacional Afonso Pena [2018]. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/ruído-aeronautico/> (acesso em 23/09/2019).

[13] Pinto, P. S. R. Planejamento e gerenciamento do uso do solo em aeroportos e áreas vizinhas no Brasil: O caso do Aeroporto de Aracaju, de 2009 a 2018. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, área de Planejamento Urbano e Regional, Universidade de Brasília. Brasília: UnB, 2019. Disp. em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/35764>.