



---

### RUÍDO AERONÁUTICO NO PLANEJAMENTO DE AEROPORTOS NO BRASIL: REGULAÇÃO E CIÊNCIA

Tânia Cristina de Menezes Caldas<sup>1</sup>, Paulo Sergio Ramos Pinto<sup>2</sup>

1. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica (Poli), Programa de Engenharia Urbana (PEU), Grupo de Estudos em Ruído Aeroportuário (GERA)
2. Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU), PPG, Grupo de Pesquisa Novas Cidades

\* Endereço de e-mail do autor correspondente: [tmcaldas@gmail.com](mailto:tmcaldas@gmail.com)

---

**PAPER ID: SITXXX**

#### ABSTRACT

Aircraft noise (AN) poses significant risks to human health and well-being, which is why instruments and scores are identified to establish aircraft noise limits for city planning and urban regulation worldwide, including Brazil. Social and health surveys are the basis for defining the noise limits that matter, and these patterns also depend on non-acoustic factors (personal, social, and others). This paper examines the sufficiency of the Brazilian adopted reference for developing Airport Noise Zoning Plans (PZR) to reach knowledge about aircraft noise impacts on human health and well-being. Regulatory documents, as well as scientific research from the USA, Europe, Brazil, and the World Health Organization publications are examined. In Brazil, the harmful reference for aircraft noise has been formally indicated as 65 dB (DNL) since 2011. In the USA, this same noise level has been adopted since 1984. Other countries have different patterns. The European Commission, for example, has established it at a lower level. Scientific studies from Europe, the USA, and Brazil, made after 2011, indicate that the AN harmful to humans is lower than 65 dB (DNL) as officially practiced in Brazil. Recent scientific research by the Federal Aviation Administration (USA), published in 2021, motivated a process of updating the American Aircraft Noise public policy, which has been ongoing since 2023. The Brazilian PZR pattern is based on social research conducted between 1961 and 1974. The Brazilian aircraft noise level considered harmful to people is anachronistic considering the most recent studies and requires an update to align the National Civil Aviation Policy with the Sustainable Development Goals 2030 and the New Urban Agenda, from UN-Habitat.

**Keywords:** Airport planning, Aircraft noise, Airport, Urbanism, Urban policies.

#### DECLARAÇÃO DE USO DE IA GENERATIVA

Esta pesquisa e este texto não tiveram o uso de IA generativa.

## **1 INTRODUÇÃO**

Os danos causados à saúde e ao bem-estar das pessoas são a razão pela qual, no Brasil e no mundo, há instrumentos de indicação dos níveis de ruído aeronáutico no território, que visam orientar o planejamento e a gestão urbana. A determinação do nível de ruído aeronáutico abaixo do qual considera-se que não há prejuízos às pessoas baseia-se em pesquisas de saúde e sociais, sendo que o impacto do ruído depende não apenas do nível mensurável por sonômetro, mas também de fatores não-acústicos (pessoais, sociais, situacionais e atitudinais) (Schreckenber *et al.*, 2022; Fenech *et al.*, 2021; Guski, 1999) e do método de pesquisa social (FAA, 2021).

No Brasil, o nível de ruído aeronáutico considerado como limite para causar danos às pessoas está fixado em 65 dB (DNL), conforme o Regulamento RBAC 161, da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC, 2021), desde sua 1ª edição, em setembro de 2011. Abaixo de 65 dB (DNL), todos os usos do solo são considerados compatíveis com o ruído aeronáutico. Naquele ano, porém, já existiam estudos que apontavam níveis abaixo de 65 dB (DNL) como sendo de interesse para a saúde e o bem-estar humanos. Desde 2011, novas pesquisas científicas e documentos institucionais sobre o impacto do ruído aeronáutico na saúde humana foram publicados, principalmente fora do Brasil.

Este artigo avalia se a regulação brasileira sobre Planos de Zoneamento de Ruído aeronáutico (PZR), item do RBAC 161, está coerente com a Ciência sobre os danos do ruído aeronáutico à saúde e ao bem-estar humano, visando contribuir para a política pública de ruído aeronáutico do país.

## **2 DANOS À SAÚDE E AO BEM-ESTAR HUMANOS PELO RUÍDO AERONÁUTICO**

O conhecimento sobre os danos do ruído aeronáutico à saúde humana tem compilações publicadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (WHO, 1999; WHO/Europe, 2009; 2011; 2018). Quanto aos prejuízos ao bem-estar das pessoas, eles são mensurados por meio de pesquisas sociais, hoje orientadas por norma internacional, e dependem de fatores não-acústicos subjetivos e, ainda, do modo de realização da pesquisa; a OMS também apresenta uma avaliação sobre esses aspectos nas publicações citadas.

### **Danos à saúde humana**

Em 1999, a OMS publicou as “*Guidelines for Community Noise*” (WHO, 1999). Naquele documento, a OMS conclui que há incômodo severo ao nível de ruído de 55 dB (LAeq,16h) no período diurno e de 45 dB (LAeq,8h) à noite (*op. cit.*, pp. xii-xvi). Além disso, no caso de ruído aeronáutico, o estudo aponta que a hipertensão arterial e a doença isquêmica do coração estão associadas ao nível de 65-70 dB (LAeq,24h) e que há prejuízos em tarefas cognitivas (leitura, concentração, solução de problemas e memorização) em crianças ao nível diurno de 35 dB (LAeq,16h). No grupo infantil também foi constatado o aumento de hormônios de estresse e da pressão sanguínea (*op. cit.*, pp. x-xi).

Apresentadas como um complemento da publicação de 1999 da OMS, as “*Night Noise Guidelines for Europe*” (WHO/Europe, 2009), assinalam que há evidências científicas suficientes de que o ruído ambiental prejudica o sono e leva a outros problemas de saúde.

Em 2011, a OMS publicou o documento “*Burden of disease from environmental noise*” (WHO/Europe, 2011), no qual são apresentadas as estimativas do número de anos de vida perdidos em mortes prematuras de pessoas por doenças agravadas pelo ruído ambiental e o número equivalente de anos de vida saudável não vividos pelo mesmo motivo. O ruído aeronáutico, mais uma vez, está associado à hipertensão arterial, doença isquêmica do coração, comprometimento cognitivo em crianças, distúrbios do sono e prejuízo ao bem-estar.

Em 2018, o Escritório Regional para a Europa da Organização Mundial da Saúde (OMS/Europa) publicou as “*Environmental Noise Guidelines for the European Region*” (WHO/Europe, 2018). Essa publicação apresenta a atualização das evidências científicas dos prejuízos à saúde e ao bem-estar das pessoas causados pelo ruído aeronáutico (e por outros tipos de ruído) e tem recomendações acerca do assunto. Embora sejam “diretrizes para a Europa” (devido à origem da demanda que levou à sua produção), a publicação ressalta que tais diretrizes têm relevância mundial e consideram pesquisas científicas realizadas na Europa e em outras partes do mundo (*op. cit.*, p. vii). Trata-se do documento científico mais recente da OMS sobre a temática.

No caso do ruído aeronáutico, o documento confirma a relação dele com doenças cardiovasculares, incômodo (isto é, prejuízo ao bem-estar), prejuízos ao sono e comprometimento cognitivo, como já havia sido registrado nas publicações de 1999, 2009 e 2011.

As recomendações presentes na publicação são categorizadas em “recomendações consolidadas” e “recomendações condicionais”. As “recomendações consolidadas” são apontadas como passíveis de serem adotadas como políticas públicas na maioria das situações. Já as “recomendações condicionais” implicam, na visão da OMS, na necessidade de um processo de estabelecimento de política pública que inclua amplo debate e o envolvimento das partes interessadas.

Quanto ao ruído aeronáutico, o documento do OMS/Europa tem as seguintes “recomendações consolidadas” (*op. cit.*, p. xvii):

I – “Para exposição média diária ao ruído, que o nível de ruído seja menor que 45 dB (Lden), pois o ruído de aeronaves acima desse nível está associado a efeitos adversos à saúde”;

II – “Para exposição no período noturno, que o nível de ruído seja menor que 40 dB (Ln), pois o ruído de aeronaves acima desse nível à noite está associado a efeitos adversos ao sono”;

III – “Para reduzir os prejuízos à saúde, que as autoridades políticas implementem medidas para reduzir a exposição ao ruído nas populações sujeitas a níveis de ruído médio diário e noturno acima dos níveis referenciais [ou seja, acima de 45 dB (Lden) e 40 dB (Ln)].”

No caso da referência de 45 dB (Lden), a OMS indica que ela decorre do incômodo (ou seja, do prejuízo ao bem-estar). Isso porque as pesquisas indicam que 10% das pessoas sofrem esse efeito ao nível de ruído aeronáutico (NRA) de 45,4 dB (Lden). Esse NRA é o resultado de uma meta-análise com 12 pesquisas sociais sobre o incômodo provocado pelo ruído, com um total de 17.094 respondentes. Nessa métrica, observou-se um incremento relevante do risco de doenças cardíacas isquêmicas, inclusive infarto de miocárdio, a partir do NRA de 52,6 dB (Lden). Ainda, foi constatado importante agravamento do risco quanto a prejuízos às habilidades de leitura e compreensão oral em crianças submetidas ao NRA de 55 dB (Lden) (*op. cit.*, p. 61, Tabela 26). Já quanto ao NRA noturno, o valor de 40 dB (Ln) é indicado porque 11% das pessoas se mostraram com o sono gravemente prejudicado nesse nível de ruído aeronáutico (*op. cit.*, p. 62, Tabela 27).

Ainda em 2018, logo após a publicação da OMS, houve contestação científica. Gjestland, em artigo que viria a ser frequentemente citado em oposição ao estudo da OMS, faz uma crítica àquele estudo, contestando, em especial, o nível de ruído aeronáutico máximo diário recomendado pela OMS, de 45 dB (Lden), e destacando que o limite de exposição ao ruído aeronáutico recomendado para evitar efeitos adversos ao bem-estar humano deveria ser de 53 dB (Lden) (Gjestland, 2018).

### **Danos ao bem-estar humano**

A mensuração dos danos que o ruído aeronáutico traz ao bem-estar das pessoas é feita por pesquisas sociais. A especificação técnica ISO/TS 15666, “*Acoustics – Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys*”, publicada em 2003 e revisada em 2021 (ISO, 2021), padroniza as questões-chave que devem ser apresentadas às pessoas, com base nos conhecimentos científicos sobre pesquisas sociais. São apenas duas questões: uma com respostas conforme escala de avaliação verbal do incômodo com o ruído, de 5 graus (“Não [incomodado]”, “Um pouco”, “Moderadamente”, “Muito” e “Altamente”), e outra com escala numérica, de 11 graus

(de zero a 10), sendo o grau de máximo incômodo igual a 10. Esse documento da ISO também estabelece que o percentual de pessoas altamente incomodadas com o ruído (%HA) é definido pelo número de respondentes com os graus 8, 9 e 10 ou à soma dos respondentes com o grau “Altamente [incomodado]” e 40% daqueles que indicam o grau “Muito [incomodado]”, geralmente somas iguais. Pesquisas sociais têm que atender a critérios estatísticos, quanto à seleção da amostra e aos resultados.

De outra parte, está consolidado que as respostas das pessoas entrevistadas em pesquisas sobre o incômodo causado pelo ruído aeronáutico dependem não apenas do nível do ruído (fator acústico), mas, também, de fatores não-acústicos, que são classificados, em vários estudos, em: pessoais, sociais, situacionais e atitudinais (Schreckenber *et al.*, 2022; Fenech *et al.*, 2021; Guski, 1999); outros autores fazem classificações diferentes, mas todos abordam os mesmos fatores.

Os fatores não-acústicos (FNA) pessoais dividem-se em: (1º) fatores sociodemográficos: idade, gênero, renda familiar e valor econômico da moradia para si; e (2º) fatores individuais: sensibilidade ao ruído aeronáutico, medo referente à aviação, valor que atribui às atividades de aviação e percepção do impacto do ruído na qualidade de vida da pessoa. Os FNA sociais se referem a como a sua comunidade reage: (1º) ao ruído aeronáutico (RA); e (2º) ao gerenciamento do RA. Os FNA situacionais dizem respeito: (1º) à previsibilidade de eventos de RA; (2º) à visibilidade das fontes dos eventos; (3º) à imagem que a pessoa tem quanto à vizinhança da sua casa; e (4º) ao acesso da pessoa a áreas de lazer próximas à sua moradia (e conseqüente impacto do RA nas suas atividades de lazer). Por fim, os FNA atitudinais são: (1º) a confiança do indivíduo no operador do aeroporto e nas autoridades públicas quanto ao gerenciamento do RA; (2º) a sensação de justiça ou injustiça nesse gerenciamento; e (3º) a disposição da pessoa para agir sobre o problema do ruído aeronáutico.

Ainda quanto ao fator não-acústico situacional referente à previsibilidade dos eventos, há estudos que demonstram que as pessoas respondem a pesquisas de modo menos tolerante ao ruído nos casos dos aeroportos com alta taxa de alterações nas operações aéreas (HRC, do inglês *High-Rate Change*) do que nas situações referentes a aeroportos em que essa taxa é baixa (LRC, do inglês *Low-Rate Change*) (Janssen e Guski, 2015).

Outro conhecimento estabelecido é de que o método de pesquisa de incômodo causado pelo ruído (aeronáutico e de outros tipos) interfere nas respostas dos consultados. Se a pesquisa é apenas por questionário, as respostas relatam um nível de incômodo superior àquele relatado no caso de entrevistas por telefone ou presenciais (FAA, 2021).

No Brasil, a norma ABNT 16425-2, de 2020, tem o Anexo F (“Relações de exposição-resposta para o incômodo sonoro”), de caráter informativo, que apresenta a prevalência de “alto incômodo sonoro” em função do nível de ruído na métrica DNL. A informação é baseada no trabalho de Miedema e Oudshoorn (2001) e indica que, ao nível de 55 dB (DNL), o percentual de pessoas altamente incomodadas (%HA) é de 11% e, ao nível de 65 dB (DNL), de 27,8%.

### 3 MÉTODO E RESULTADOS

Este estudo consiste no levantamento e análise de documentos regulatórios sobre ruído aeronáutico (RA) dos EUA, Comunidade Europeia, Reino Unido e Brasil e de pesquisas sobre RA referentes a aeroportos brasileiros, o que define a natureza exploratória deste trabalho.

#### Documentos dos EUA

O regulamento “*FAR Part 150 – Airport Noise Compatibility Planning*” (FAA, 1984) foi publicado, na versão final, em dezembro de 1984; as revisões após 1984 não alteraram os seus apêndices. Ele está vigente. No Apêndice A consta a “Tabela 1 – Usos do Solo Compatíveis com os Níveis de Ruído Médio Dia-Noite Anual” e uma ressalva que informa (em tradução livre): “Para fins de conformidade com esta parte, todos os usos do solo são considerados compatíveis com o nível de ruído abaixo de 65 dB [DNL]. As necessidades ou valores locais podem resultar em definições adicionais, com base em requisitos ou decisões locais.”

A Tabela 1 mencionada, datada de janeiro de 1981, foi baseada no artigo de Schultz (1978) intitulado “*Synthesis of social surveys on noise annoyance*”, trabalho que foi referência mundial sobre ruído aeronáutico por muitos anos. Ele apresenta uma síntese de 11 pesquisas sobre o incômodo causado por ruído de diversas fontes, não apenas a fonte aeronáutica, realizadas entre 1961 e 1974, com resultados muito semelhantes. Naquele artigo, o “Percentual de Pessoas Altamente Incomodadas” (%HA) ao nível de ruído aeronáutico (NRA) de 65 dB (DNL) é de cerca de 14%; ao NRA de 60 dB (DNL), de cerca de 8%; e ao NRA de 55 dB (DNL), de cerca de 4%.

Em 1992, o *Federal Interagency Committee on Noise* (FICON) – constituído pelos Departamentos de Transportes (incluindo a FAA), Defesa e Desenvolvimento Urbano e Habitação, entre outros, mais a Agência de Proteção ao Meio Ambiente e o Conselho de Qualidade Ambiental – publicou o relatório, denominado “*Airport Noise Analysis*” (FICON, 1992). O mandato do FICON foi de revisar os procedimentos das agências federais de avaliação dos impactos do ruído de aeroportos.

O FICON confirmou a métrica DNL como apropriada, mas indicou que, suplementarmente, outras métricas eram usadas e válidas. Também indicou que, em relação aos prejuízos ao sono, dever-se-ia usar a métrica Nível de Exposição Sonora (SEL). E indicou os níveis de 60 dB (DNL) ou mais como aqueles que causam danos à saúde humana.

A “*Order 1050.1F – Environmental Impacts: Policies and Procedures*” (FAA, 2015) substituiu a edição 1E, de 2004, que havia sido revisada em 2006. Trata-se do guia da FAA sobre as políticas e procedimentos referentes aos impactos ambientais da aviação, nos EUA. Esse documento tem um Apêndice denominado “*Federal Aviation Administration Requirements for Assessing Impacts Related to Noise and Noise-Compatible Land Use [...]*”. No Apêndice, consta que a descrição do ruído preexistente, em um estudo de impacto ambiental referente a um projeto proposto, deve incluir os seguintes dados:

I – As curvas de nível de ruído de 65, 70 e 75 dB (DNL);

II – O número de moradias ou de pessoas residentes em cada faixa de ruído, de 65 dB (DNL) para cima; ou, no caso de análise de espaço de tráfego aéreo de maior escala (isto é, além da curva de nível de ruído de 65 dB (DNL)) ou de procedimento de navegação aérea, o número de pessoas residentes nas áreas de 65 dB (DNL) ou mais; de 60 a 65 dB (DNL) e de 45 a 60 dB (DNL);

III – A localização e o número das atividades sensíveis ao ruído, em complemento às residências, como, por exemplo, escolas, hospitais, parques e áreas recreativas, que possam ser fortemente impactados pelo ruído; e

IV – Mapas da área de ruído em estudo, com a indicação das rotas aéreas (*op. cit.*, p. B-3).

A descrição do ruído esperado com o projeto, no caso de análise de espaço de tráfego aéreo de maior escala ou de procedimento de navegação aérea, deve incluir tabelas e mapas que identifiquem onde a exposição ao ruído irá variar, em relação ao ruído preexistente ao projeto, nos seguintes valores:

I – Nas áreas que têm ruído preexistente de 65 dB (DNL) ou mais, acréscimo de 1,5 dB (DNL);

II – Nas áreas que têm ruído preexistente de 60 dB (DNL) até 65 dB (DNL), acréscimo de 3 dB (DNL); e

III – Nas áreas que têm ruído preexistente de 45 dB (DNL) até 60 dB (DNL), acréscimo de 5 dB (DNL) (*op. cit.*, p. B-4).

Essas orientações mostram que áreas que passariam a ter ruído de 50 dB (DNL) com um determinado projeto de alteração de rota aérea ou procedimento de navegação aérea seriam de interesse para a avaliação do impacto ambiental, desde que tais áreas apresentassem ruído de 45 dB (DNL) na situação preexistente. O guia permanece vigente.

O documento “*DOT/FAA/TC-21/4 – Analysis of the Neighborhood Environmental Survey*”, da

FAA (2021), apresenta uma análise sobre os impactos do ruído aeronáutico feita por meio de pesquisa realizada com moradores vizinhos de 20 aeroportos americanos com voos comerciais (escolhidos para serem representativos da rede nacional), realizada de outubro de 2015 a setembro de 2016. Pouco mais de 10.000 pessoas (40% dos consultados) responderam à pesquisa.

A principal conclusão do estudo é que a curva dose-resposta de ruído aeronáutico mudou entre 1978 e 2021. A curva de Schultz, de 1978, e, depois, a curva do FICON, de 1992, referências principais nos EUA (e no Brasil), são muito diferentes em relação à nova curva dose-resposta nacional americana, obtida por análise de regressão logística dos dados coletados. A nova curva dose-resposta nacional dos EUA, de 2021, mostra que o percentual de pessoas que, atualmente, se sentem altamente incomodadas, ou seja, prejudicadas em seu bem-estar, com o nível de ruído aeronáutico de 50 dB (DNL) é de cerca de 20%; ao NRA de 55 dB, de cerca de 30%; ao NRA de 60 dB, de cerca de 48%; e ao NRA de 65 dB, de cerca de 65%.

Em maio de 2023, a FAA divulgou aviso de consulta pública visando à revisão da política americana sobre o ruído da aviação civil (FAA, 2023). As principais motivações daquela consulta pública (*op. cit.*, pp. 26642-26643) são a pesquisa da FAA de 2021 (NES) e o fato da política vigente se basear em pesquisas científicas de décadas atrás.

Quanto à métrica de aferição do ruído aeronáutico vigente nos EUA e uma potencial revisão da escolha dessa métrica, a FAA, na consulta pública mencionada, assinala que “como demonstrado na NES [(FAA, 2021)], as pessoas são incomodadas por cada evento de ruído aeronáutico, mas esse incômodo aumenta com o número de eventos”. A consulta da FAA questiona sobre a conveniência de manutenção da métrica DNL e sobre a pertinência de serem adotadas outras métricas, dos tipos “métrica de evento unitário” e “métrica operacional-acústica” (*i.e.*, que considera, conjuntamente, característica operacional – número ou tempo dos sobrevoos – e nível de ruído aeronáutico).

A consulta pública americana se encerrou em setembro de 2023. Mais de 4.800 contribuições foram recebidas e estão disponíveis na página da FAA na Internet. O processo de revisão da política vigente sobre o ruído aeronáutico segue em andamento, agora com a análise dessas contribuições e a participação de um comitê consultivo determinada pelo Congresso nacional em 2024 (FAA, 2024).

### **Documentos da Comunidade Europeia**

A diretiva e a norma europeias sobre ruído aeronáutico consideram os estudos científicos compilados pela OMS em 1999 e 2011, apresentados na parte anterior, e, comparativamente às referências dos EUA, são mais recentes.

Adotada em 2002, a Directiva 2002/49/CE, da Comissão Europeia, tem por escopo a avaliação e gestão do ruído ambiente. Nela, os indicadores de ruído selecionados são o Lden, para avaliar o incômodo (ou seja, o prejuízo ao bem-estar das pessoas), e o Ln, para avaliar as perturbações ao sono.

A Directiva (CE, 2002) define os critérios de cálculo dos indicadores de ruído, os quais devem considerar os dados de ruído de um ano inteiro. Indica, também, que, em alguns casos, poderá ser justificável o uso de “indicadores de ruído especiais”, citando-se, como exemplo, o Lmax e o SEL.

No seu Anexo VI (“Dados a enviar à Comissão [Europa]”), está apontado que devem ser estimados os números de pessoas que vivem em áreas com nível de ruído aeronáutico (NRA) de 55 a mais de 75 dB (Lden) e de 50 a mais de 70 dB (Ln), em faixas de 5 dB. Tais dados devem estar presentes nos “mapas de ruído estratégicos” para as áreas de interesse. As cidades com mais de 100.000 habitantes e os “grandes aeroportos” – ou seja, aqueles com operação de voos comerciais e mais de 50.000 movimentos de aeronaves por ano – estão citados como áreas de interesse. Os NRA de 55 dB (Lden) e 50 dB (Ln) não são definidos como níveis que causam prejuízos à saúde, mas apenas como NRA de interesse para possível futura definição de políticas públicas e planos de ação.

Aprovado em 2014, o Regulamento 598/2014 (CE, 2014) define regras e procedimentos para a introdução de restrições de operações relacionadas com o ruído nos aeroportos, no âmbito da “Abordagem Equilibrada para o Gerenciamento do Ruído Aeronáutico” da Organização de Aviação

Civil Internacional (OACI); ele incorpora o Doc 9829 da OACI (2010), publicado em 2001 e revisado em 2010. Esse regulamento é aplicável apenas aos “grandes aeroportos” e estipula que a poluição sonora de cada aeroporto seja avaliada nos termos da Directiva 2002/49/CE (art. 5º).

### **Regulamentação no Brasil**

O Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) 161, da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) (2021), oficializa, desde setembro de 2011, o nível de ruído aeronáutico (NRA) de 65 dB (DNL) como o limite inferior dos Planos de Zoneamento de Ruído (PZR) dos aeródromos brasileiros. Abaixo do NRA de 65 dB (DNL), o regulamento indica que todos os usos do solo são compatíveis com o ruído aeronáutico. A partir de 65 dB (DNL), inclusive, o RBAC 161 reforça a necessidade de medidas para redução do nível de ruído no interior de edificações onde houver permanência prolongada de pessoas, em usos do solo específicos (uso residencial e outros usos).

A Tabela E-2 do RBAC 161, que se refere aos Planos Específicos de Zoneamento de Ruído de aeródromos (PEZR), apresenta poucas diferenças em relação à Tabela 1 do Apêndice A do “*Federal Aviation Regulation (FAR) Part 150 – Airport Noise Compatibility Planning*”, dos EUA (FAA, 1984), documento regulatório americano vigente que trata dos níveis do ruído aeronáutico.

Outro ponto importante da atual regulamentação brasileira é que não há nenhuma métrica suplementar ao indicador DNL como, por exemplo, a métrica “Número-acima”, recomendada conforme referências do Reino Unido (CAA [UK], 2021a, 2021b) e dos EUA (GAO, 2021). Essa métrica é do gênero “operacional-acústica” e permite uma avaliação mais acurada dos impactos efetivamente percebidos pela população exposta.

O indicador “Número-acima” (NA) considera o nível de pressão sonora máxima (L<sub>max</sub>) – em vez do Nível de Ruído Médio Dia-Noite (DNL) – e o número de sobrevoos do território. Ainda que certos pontos não tenham nível de 65 dB (DNL) (limite atual dos PZR) ou mais, é possível que registrem 50 sobrevoos diurnos com ruído igual ou maior que 65 dB (“N65-dia”) ou 20 sobrevoos noturnos com ruído igual ou maior que 60 dB (“N60-noite”), o que, segundo as referências da CAA [UK] (2021a, 2021b), indicam pontos do território em que o bem-estar das pessoas é prejudicado.

### **Pesquisas quantitativas com dados primários e análise estatística no Brasil**

No Brasil, desde a primeira edição do RBAC 161, foram encontradas duas pesquisas quantitativas sobre o prejuízo ao bem-estar humano causado pelo ruído aeronáutico no entorno de aeroportos específicos com (1º) dados primários em cada faixa usual de 5 dB (DNL) (de 55 a 70 dB (DNL), no mínimo), (2º) amostra representativa da população de interesse e (3º) análise estatística. São as pesquisas de Carvalho Júnior (2015) e Santos (2015). Entretanto, não é conhecido nenhum estudo de abrangência nacional com essas características.

Carvalho Júnior (2015), na pesquisa “Quantificação do incômodo gerado pelo ruído aeronáutico por meio de modelos dose-resposta”, tem por objeto o Aeroporto Internacional de Brasília (SBBR) – que apresentava o segundo maior movimento de aeronaves do país [em 2014], com mais de 500 pousos e decolagens por dia (*op. cit.*, p. 98). Conforme os dados coletados, 16% dos moradores da área entre 50 e 70 dB (DNL) se declararam “altamente incomodados” (%HA) com o ruído aeronáutico. Pelas faixas usuais, 12% dos que residem na área entre 55 e 60 dB (DNL), 23% da área entre 60 e 65 dB (DNL) e 36% entre 65 e 70 dB (DNL) assim se declararam. Esse resultado tem por base 402 respostas ao questionário de pesquisa – elaborado conforme a metodologia científica fixada na ISO/TS 15666, 1ª edição, de 2003 – de moradores do entorno do SBRR em áreas sujeitas aos níveis de ruído aeronáutico de 50 a 70 dB (DNL) (*op. cit.*, pp. 106-107), sendo que a população total exposta a esses níveis de ruído aeronáutico foi estimada em 224.158 pessoas (*idem*). O questionário foi enviado para 3.500 pessoas, por e-mails.

Santos (2015), em “Análise espacial dos fatores determinantes no cálculo da área impactada pelo ruído aeronáutico”, se refere ao Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos (SBGR), o de maior movimento de aeronaves no Brasil à época. O nível de confiança estatística indicado na

pesquisa é de 95%, com erro amostral menor que 5% (*op. cit.*, p. 53). A pesquisa coletou as respostas de 547 pessoas residentes no entorno daquele aeroporto, consultadas mediante questionário estruturado cientificamente (*op. cit.*, pp. 35-41) e disponibilizado na Internet, em uma página de rede social, que teve mais de 124.000 acessos durante 100 dias. Cerca de 20% dos moradores da área entre 50 e 55 dB (DNL) se declararam “altamente incomodados” (%HA) com o ruído aeronáutico, assim como 30% dos que residem na área entre 55 e 60 dB (DNL), 40% da área entre 60 e 65 dB (DNL) e 50% entre 65 e 70 dB (DNL), considerando-se, sempre, o percentual do nível inferior da faixa.

#### 4 CONCLUSÕES

O RBAC 161, influenciado pelas referências americanas (FAA, 1984; FICON, 1992), está baseado naquelas pesquisas de 50 a 63 anos atrás (Schultz, 1978). Desde que esse RBAC foi estabelecido, estudos adicionais foram realizados a respeito dos danos do ruído aeronáutico nas pessoas e comunidades. Essas pesquisas abrangem vários aspectos, tais como o impacto econômico desse ruído nas propriedades, o incômodo para as comunidades, os efeitos deletérios na aprendizagem das crianças nas escolas, a interferência nas comunicações verbais, os distúrbios do sono e os prejuízos à saúde das pessoas, como, por exemplo, à saúde cardiovascular. A Figura 1 mostra a cronologia dos documentos que demonstram isso, analisados neste artigo.



Figura 1: Cronologia dos principais documentos analisados.

A proteção da saúde e do bem-estar humanos na área de impacto dos aeroportos e aeródromos, especialmente nas edificações residenciais, de serviços de saúde e educacionais, depende, entre outros fatores, da incorporação das políticas públicas – e de regulamentos – federais sobre ruído aeronáutico às leis e normas municipais. Esse objetivo enfrenta dificuldades, cuja superação demanda ações coordenadas de várias entidades, inclusive em vista dos interesses econômicos de uma fração do setor imobiliário, considerando os custos adicionais com tratamento acústico dos edifícios.

Fundamentalmente, este artigo vem demonstrar que o nível de ruído aeronáutico prejudicial à saúde e ao bem-estar humanos adotado no Brasil se mostra anacrônico. A regulação vigente em junho de 2025 não faz qualquer referência aos níveis de ruído aeronáutico de 55 dB (Lden) e 50 dB (Ln), apesar das muitas referências institucionais e científicas mais recentes, posteriores à edição inicial do RBAC 161, isto é, setembro de 2011.

Destaca-se, ainda, que a regulação vigente não prevê nenhuma métrica suplementar, como, por exemplo, a métrica “Número-acima” (NA) – isto é, número de sobrevoos com nível de ruído igual

ou acima de determinado valor na métrica de nível de pressão sonora máxima (L<sub>max</sub>) e nos períodos diurno e noturno –, indicadores que se mostram úteis para melhor caracterizar os impactos do ruído aeronáutico, particularmente em situações mais críticas (CAA [UK], 2021a, 2021b; GAO, 2021).

A regulação do ruído aeronáutico, atribuída por lei à Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), não impede a criação de política pública de proteção da saúde e do bem-estar das pessoas que considere os níveis de ruído aeronáutico de 55 dB (L<sub>den</sub>) e de 50 dB (L<sub>n</sub>), conforme analisado neste artigo. No mesmo sentido, urge focar a atenção aos territórios com 50 sobrevoos diurnos com ruído igual ou maior que 65 dB (“N65-dia”) ou 20 sobrevoos noturnos com ruído igual ou maior que 60 dB (“N60-noite”) – valores presentes nas referências estrangeiras apresentadas neste estudo –, sendo da ANAC a competência legal de implementar as políticas públicas de aviação civil. Em outra linha de análise, os municípios têm competência para definir políticas públicas locais dessa natureza, considerando a saúde da população, o que inclui o seu bem-estar, sendo que as referências pós-2011 brasileiras, da OMS, da Comunidade Europeia, da FAA e do Reino Unido citadas podem ser úteis.

Tendo em vista as fontes consultadas e os percentuais de pessoas altamente incomodadas (%HA) com o ruído aeronáutico no Brasil – muito acima do %HA apurado por Schultz (1978) –, entende-se que a alteração do nível de 65 dB (DNL) do RBAC 161 é necessária, para efetivação de política pública de ruído aeronáutico alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 2030, da ONU, de 2015, e à Nova Agenda Urbana, da ONU-Habitat, de 2016.

A Política Nacional de Aviação Civil (PNAC), criada pelo Decreto 6.780, de 2009, assinala que a adoção das melhores práticas internacionais do setor é parte dessa política pública. O Brasil vem sendo conservador quanto ao tema. Uma melhor articulação entre os três níveis de governo, o setor da aviação e a sociedade civil é essencial para o melhoramento da PNAC, que deve abranger outros aspectos do desejável gerenciamento efetivo do ruído aeronáutico no país (Caldas, 2013).

## 5 REFERÊNCIAS

- ABNT (2020). *NBR 16425-2: Acústica – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora provenientes de sistemas de transportes – Parte 2: Sistema de transporte aéreo*. Rio de Janeiro: ABNT.
- ANAC (2021). *RBAC nº 161 – Planos de Zoneamento de Ruído de Aeródromos*. Brasília: ANAC.
- CAA [UK] (2021a). *CAP 1506 – Survey of Noise Attitudes 2014: Aircraft Noise and Annoyance, Second Edition*. Londres: Civil Aviation Authority.
- CAA [UK] (2021b). *CAP 2161 – Survey of Noise Attitudes 2014: Aircraft Noise and Sleep Disturbance*. Londres: CAA.
- Caldas, Tânia Cristina de Menezes (2013). *Elementos para uma política de gestão integrada dos impactos do ruído aeronáutico*. Tese (Doutorado em Transportes) – Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ/COPPE), Rio de Janeiro.
- Carvalho Júnior, Edson Benício de (2015). *Quantificação do incômodo gerado pelo ruído aeronáutico por meio de modelos dose-resposta*. Tese (Doutorado em Transportes) – Universidade de Brasília, Brasília.
- CE [Comissão Europeia] (2002). *Directiva 2002/49/CE*. Bruxelas: CE.
- CE (2014). *Regulamento 598/2014*. Bruxelas: CE.
- FAA (1984). *FAR Part 150 – Airport Noise Compatibility Planning*. Washington: FAA.
- FAA (2015). *Order 1050.1F – Environmental Impacts: Policies and Procedures*. Washington: FAA.
- FAA (2021). *DOT/FAA/TC-21/4 – Analysis of the Neighborhood Environmental Survey*. Atlantic City: FAA (William J. Hughes Technical Center).

- FAA (2023). Request for Comments on the Federal Aviation Administration's Review of the Civil Aviation Noise Policy, Notice of Public Meeting. *Federal Register*, Vol. 88, No. 83. Washington: FAA.
- FAA (2024). *Noise Policy Review – Recent Developments and Next Steps*. Washington: FAA, 2024 [27 set.]. Disponível em: <https://www.faa.gov/noisepolicyreview>. Acesso em 14 jul. 2025.
- Fenech, Benjamin; Lavia, Lisia; Rodgers, Georgia; Notley, Hilary (2021). Development of a new ISO Technical Specification on non-acoustic factors to improve the interpretation of socio-acoustic surveys. *Proceedings of 13th ICBEN Congress on Noise as a Public Health Problem*, 14-17 jun. 2021, Estocolmo. Estocolmo: Karolinska Institutet.
- FICON (1992). *Airport Noise Analysis*. Washington: FICON.
- GAO [United States Government Accountability Office] (2021). *GAO-21-103933 – Aircraft Noise - FAA Could Improve Outreach through Enhanced Noise Metrics, Communication, and Support to Communities*. Washington: GAO.
- Gjestland, Truls (2018). A Systematic Review of the Basis for WHO's New Recommendation for Limiting Aircraft Noise Annoyance. *International Journal of Environmental Research and Public Health (IJERPH)*, December 2018, vol. 15. Basileia: MDPI.
- Guski, Rainer (1999). Personal and social variables as co-determinants of noise annoyance. *Noise & Health*, 1999 [February], vol. 1, n. 3. Mumbai: Medknow.
- ISO (2021). *ISO/TS 15666 – Acoustics – Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys*. 2<sup>nd</sup>. ed. Technical Specification. Genebra: ISO.
- Janssen, Sabine; Guski, Rainer (2015). Aircraft noise annoyance. In: Stansfeld, S. A.; Berglund, B.; Kephelopoulos, S.; Paviotti, M. (ed.). *Evidence Review on Aircraft Noise and Health*. Bonn: Directorate General Joint Research Center and Directorate General for Environment, European Union.
- Miedema, Henk; Oudshoorn, Catharina (2001). Annoyance from transportation noise: Relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals. *Environmental Health Perspectives*, 2001 [April], vol. 109, n. 4. Durham (EUA): National Institute of Environmental Health Sciences [EUA].
- OACI (2010). *Doc 9829 – Guidance on the Balanced Approach to Aircraft Noise Management*. Montréal: OACI.
- Santos, Gustavo Sobreiro (2015). *Análise espacial dos fatores determinantes no cálculo da área impactada pelo ruído aeronáutico*. Tese (Doutorado em Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), São José dos Campos.
- Schreckenber, Dirk; Belke, Christin; Benz, Sarah; Kuhlmann, Julia (2022). The role of non-acoustic factors in subjective noise abatement management. *Proceedings of 48th Annual Conference on Acoustics DAGA 2022*, Stuttgart. Stuttgart: DAGA.
- Schultz, Theodore (1978). Synthesis of social surveys on noise annoyance. *Journal of Acoustical Society of America*, Aug. 1978, vol. 64, n. 2. Nova York: Acoustical Society of America.
- WHO (1999). *Guidelines for Community Noise*. Genebra: WHO.
- WHO/Europe (2009). *Night Noise Guidelines for Europe*. Copenhagen: World Health Organization, Regional Office for Europe.
- WHO/Europe (2011). *Burden of disease from environmental noise*. Copenhagen: WHO/Europe.
- WHO/Europe (2018). *Environmental Noise Guidelines for the European Region*. Copenhagen: World Health Organization, Regional Office for Europe.