

A line art illustration in a light teal color on a dark teal background. It depicts a man and a child from behind, looking at a large globe. The man is on the left, wearing a jacket and a cap, with a bag slung over his shoulder. The child is on the right, reaching up towards the globe. The globe shows various patterns and textures. The word 'ARTIGOS' is written in a bold, sans-serif font, stacked three times in the center-right of the image, with each instance in a different shade of teal: light, medium, and dark.

ARTIGOS
ARTIGOS
ARTIGOS

OUVINDO O INFINITO CELESTE: ESTUDO DE REPERTÓRIO DE DIRETRIZES PARA ATENUAÇÃO DE RUÍDO AERONÁUTICO NO AEROPORTO INTERNACIONAL ZUMBI DOS PALMARES

LISTENING TO INFINITY: A REPERTOIRE STUDY OF GUIDELINES FOR AIRCRAFT NOISE MITIGATION AT ZUMBI DOS PALMARES INTERNATIONAL AIRPORT

OLIVEIRA, STELLA¹; OTICICA, MARIA LÚCIA²

¹Mestra em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, stella.oliveira@fau.ufal.br;

²Doutora em Engenharia Civil, Professora Associada da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, lucia.oticica@fau.ufal.br.

RESUMO

No Brasil, as pesquisas sobre o impacto do ruído aeronáutico nas áreas próximas aos aeroportos das grandes cidades ainda são escassas. Devido aos efeitos prejudiciais causados pelo ruído das aeronaves, é importante que os aeroportos sejam localizados longe das áreas urbanas. Recentemente, tem havido um aumento na ocupação urbana ao redor do Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares, devido a construção de novos empreendimentos habitacionais. Neste estudo, investigamos como o aeroporto afeta o ambiente construído e a interação entre as operações aéreas e a vida urbana. Coletamos dados sobre o tratamento acústico nos planos diretores de cidades brasileiras, visando propor diretrizes para integrar o desenvolvimento urbano com a infraestrutura aeroportuária. O objetivo é orientar a criação de leis que promovam a integração entre o desenvolvimento aeroportuário e a qualidade de vida nas áreas próximas. Durante a pesquisa, percebe-se a escassez da abordagem acústica nas legislações analisadas, indicando a necessidade de mais atenção a esse tema. Nosso trabalho pretende contribuir para a criação de diretrizes que facilitem a relação entre o aeroporto e a gestão pública, tendo como base as legislações urbanísticas existentes.

Palavras-chave: conforto acústico; plano diretor; ruído aeronáutico.

ABSTRACT

In Brazil, research on the impact of aeronautical noise in areas near airports in large cities is still scarce. Due to the detrimental effects caused by aircraft noise, it is important that airports are located away from urban areas. Recently, there has been an increase in urban occupation around the Zumbi dos Palmares International Airport, with the construction of new housing developments. In this study, we investigate how the airport affects the built environment and the interaction between air operations and urban life. We collected data on acoustic treatment in the master plans of Brazilian cities, aiming to propose guidelines to integrate urban development with airport infrastructure. The objective is to guide the creation of laws that promote the integration between airport development and the quality of life in nearby areas. During the research, the scarcity of the acoustic approach in the analyzed legislation is noticed, indicating the need for more attention to this issue. Our work aims to contribute to the creation of guidelines that facilitate the relationship between the airport and public management, based on existing urban legislation.

Key-words: acoustic comfort; master plan; aeronautical noise.

INTRODUÇÃO

A infraestrutura urbana brasileira apresenta problemas em relação ao atendimento de sua demanda atual. O conjunto que compõe o transporte se desenvolve seguindo direções resultantes dos arranjos entre seus componentes, entre eles o aeroporto, tendo seu entorno marcado por interesses industriais e econômicos.

Rech, Gullo e Scur (2019) defendem que o Brasil do século XXI registra as consequências do não planejamento das cidades, expresso de muitas formas: mobilidade urbana comprometida, saneamento ineficiente, poluição do ar e ocupação irregular. As precárias condições da mobilidade urbana tem sido um tormento para a vida nas grandes cidades brasileiras. Os incentivos econômicos para compra de automóveis pela população, aliados à baixa qualidade e falta de segurança nos modais de transporte público, provocam efeito em aumentar vertiginosamente a frota de automóveis no Brasil. A demanda por transporte de pessoas ou mercadorias, não pode ser plenamente atendida por nenhum modal isoladamente.

Os modais de transporte apresentam vantagens e desvantagens diante de questões que se inter-relacionam e interferem nas condições de demanda, como: características apresentadas pelas cidades (topografia, clima e cultura), tipos e quantidades de mercadorias que variam de acordo com a estrutura de cada cidade ou região e são influenciadas pela inserção do país no mercado mundial, intensidade de tráfego que poderá ser atendida no presente e no futuro, padrões de renda e consumo da população e distâncias a serem percorridas (Cappa, 2013).

Souza (2013) defende que o tipo mais usual de zoneamento é vinculado ao uso do solo. Nele, a cidade é dividida em zonas conforme o tipo de uso do solo mais adequado para as diferentes partes do tecido urbano. Um exemplo: não faz sentido prever ou aprovar a localização de indústrias e empreendimentos poluentes em uma área residencial; isso seria atentar contra a saúde e o bem-estar dos moradores de uma maneira gritante.

De acordo com os Regulamentos Brasileiros da Aviação Civil definido pela RBAC 161 (ANAC, 2011), após o registro do Plano de Zoneamento de Ruído na Agência Nacional da Aviação Civil, o operador de aeródromo deve buscar ações de compatibilização do uso do solo com o(s) municí-

pio(s) abrangido(s) pelas curvas de ruído, bem como com a comunidade de entorno, notificando a ANAC, os municípios e os órgãos interessados sempre que forem identificados usos incompatíveis com os PZR aprovados. A ausência de planejamento urbano pode resultar na criação de ambientes propícios ao desconforto acústico, pois o crescimento desordenado não leva em consideração critérios regulamentares para estabelecer níveis adequados de ruído para diferentes tipos de uso do solo.

De acordo com Gerges (2000), a redução dos níveis de ruído com a distância depende da distribuição das fontes sonoras, ou seja, do tipo de fonte. O estudo das fontes sonoras mais complexas começa com modelos simplificados que representam várias fontes sonoras comuns em nosso cotidiano.

Fontes pontuais são aquelas que emitem níveis sonoros iguais em todas as direções devido ao seu tamanho e distância do receptor. Uma fonte é considerada pontual quando suas dimensões são significativamente menores em comparação com a distância até o receptor, como é o caso do ruído oriundo de aeronaves (Gerges, 2000).

De acordo com Brito (2015), a morfologia urbana tem um impacto significativo na propagação do ruído ambiental. Quando a morfologia é simétrica, a distribuição da energia sonora é maior e mais uniforme, mas nem sempre atende aos critérios normalizados. Por outro lado, a morfologia irregular dificulta a propagação do ruído, levando a áreas mais ou menos impactadas pela energia sonora.

Na escala urbana, é necessário estabelecer critérios para a realização de atividades em diferentes regiões, dentro de uma visão global da cidade. Por isso, um planejamento urbano eficaz e consciente é essencial para prever os impactos acústicos decorrentes de mudanças nas áreas urbanas, como no sistema viário, uso do solo e edificações. Isso permite estabelecer diretrizes para o desenvolvimento e organização dos espaços urbanos (Nagem, 2004).

O objetivo deste artigo é propor diretrizes que facilitem a integração entre os instrumentos da política de desenvolvimento e da infraestrutura aeroportuária, com foco específico no Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares, localizado entre os municípios alagoanos de Maceió e Rio Largo, a fim de contribuir para o controle e redução dos impactos do ruído aeroportuário.

CIDADES E SEUS AEROPORTOS

Os aeroportos estão hoje intensificando a transformação econômica das periferias das áreas metropolitanas em que estão instalados. A acessibilidade excepcional dos aeroportos atrai outras atividades. Além disso, eles tendem a atrair atividades que antes eram monopólio dos centros das cidades tradicionais.

Aeroportos implantados distantes dos centros urbanos se tornam vetores para a expansão da cidade. Isso ocorre em função da necessidade de promover infraestruturas urbanas de qualidade como: água, esgoto, e energia até o aeroporto (Garcia, 2015).

Romaro (2007) afirma que a nova configuração dos aeroportos, resultante do crescimento e das suas alterações estruturais, levou ao desenvolvimento das “cidades-aeroportos”, verdadeiros núcleos intermodais de transportes. O resultado deste processo, em que o aeroporto representa um dos principais motores para a descentralização, é que o aumento do ritmo de crescimento destas periferias vizinhas a este equipamento é muito mais rápido que nos centros. Isto faz com que o aeroporto adquira uma nova e enorme importância na escala regional.

O desenvolvimento do transporte aéreo brasileiro está profundamente ligado às políticas econômicas e intervenções estatais. A tomada de decisão governamental sobre a economia, e as taxas de câmbio são fatores que dependendo da combinação podem refletir para uma máxima competição entre as empresas ou por um arrefecimento do mercado (Kaiser, 2012).

Segundo Kaiser (2012), é possível observar no decorrer dos últimos 30 anos que momentos políticos distintos interferem ativamente no desenvolvimento da indústria aérea. Na década de 70 do século passado, ainda sob forte influência militar, observamos um momento de intensa regulação na esfera econômica e industrial.

O Plano Diretor é definido como principal ferramenta de desenvolvimento espacial, e é clara a importância na articulação entre o planejamento urbano quanto ao aeroportuário considerado em seus instrumentos legais, o questionamento que fica é se essa relação é efetivamente incluída no processo de planejamento.

A poluição sonora, que é uma das questões ambientais mais veementemente questionada nas cidades, é diretamente relacionada aos tipos de ruído de transportes, esses já explanados anteriormente, tendo seus aspectos por interesse necessariamente correlacionados não só às dinâmicas urbanas como também com as normas atualmente em vigor, que por vezes sequer citam seus efeitos no contexto urbano.

Para seleção das cidades em estudo levou-se em consideração alguns aspectos como: localização e aproximação com os Centros das cidades, população, área, capacidade dos aeroportos, ano de implantação.

As cidades analisadas do ponto de vista dos seus aeroportos foram: São Paulo/SP, Rio de Janeiro/RJ, Recife/PE, Porto Alegre/RS, Fortaleza/CE e Brasília/DF. Foi feito o levantamento dos Planos Diretores das cidades selecionadas e apresentados por ordem cronológica no Quadro 1.

Quadro 1 – Cidades selecionadas e seus Planos Diretores, 1950-2020
 Fonte: As autoras (2023)

CIDADE	PERÍODO						
	1950/1960	1970	1980	1990	2000	2010	2020
RIO DE JANEIRO/RJ	Plano Doxiadis, 1965 (1)			Lei nº 16/1992		Lei nº 111/2011	
SÃO PAULO/SP		Lei nº 7.688/1971			Lei nº 13.430/2002	Lei nº 16.050/2014	Revisão
RECIFE/PE				Lei nº 15.547/1991		Lei Municipal nº 17.511/2008	Revisão
PORTO ALEGRE/RS	Lei nº 2.046/1959 (3)	Lei nº 43/1979		Lei nº 43/1999		Lei nº 646/2010 (6)	Revisão
FORTALEZA/CE	Lei nº 2.128/1963	Lei nº 7.122/1979 (4)		PDDU-FOR (1992)	Lei nº 062/2009		
MANAUS/AM	Lei nº 1.033/1968				Lei municipal nº 671/2002	Lei nº 2/2014	
BRASILIA/DF	Plano Piloto 1957	PEOT 1977	POT 1985	PDOT 1997	PDOT 2009		

RÚIDO AERONÁUTICO

Fez-se necessária uma busca em algumas bases de dados para compreender quais diretrizes e propostas de controle do ruído aeronáutico estão sendo adotados nos últimos anos. A partir da contextualização acima, a pergunta norteadora do estudo foi: “Quais as possíveis intervenções e diretrizes abordadas para promover o controle e minimização do ruído aeronáutico em ambiente urbano a partir de pesquisas já realizadas?”.

Foram adotadas as seguintes etapas metodológicas: (I) seleção de artigos brutos com definição de critérios de busca nas bases de pesquisa na Biblioteca Digital Brasileira de Teses de Dissertações - BDTD, Scielo, Scopus e Web of Science; (II) filtragem de artigos brutos por meio de processo de seleção ou descarte; e (III) análise e tabulação dos resultados para síntese final.

O levantamento de dados foi executado no mês de outubro de 2023, na coleta de pesquisas entre os anos de 2018 e 2022. A primeira estratégia de busca foi por expressão nas bases de dados (BDTD, Scopus e Web of Science. Em inglês a busca foi: *(noise OR “aircraft noise” OR “airport noise” OR “acoustic comfort” OR “environmental impact”) AND (airport) AND (guidelines OR recommendations OR integration OR proposals) AND (expansion OR “urban expansion” OR “urban growth” OR “master plan” OR surroundings OR legislation OR “public policy” OR infrastructure)*. Em português a busca foi: (ruído OR “ruído aeronáutico” OR “ruído aeroportuário” OR “conforto acústico” OR “impacto ambiental”) AND (aeroporto) AND (diretrizes OR recomendações OR integração OR propostas) AND (expansão OR “expansão urbana” OR “crescimento urbano” OR “plano diretor” OR circunvizinhança OR legislação OR “políticas públicas” OR infraestrutura).

De acordo com o mencionado, foram identificados 54 documentos seguindo a estratégia de busca descrita na metodologia. Desse total, 8 foram encontrados na BDTD, nenhum na base Scielo, 29 na base Scopus e 17 na base Web of Science. Após a remoção de documentos duplicados, 06 foram excluídos, resultando em 48 documentos elegíveis para a fase de análise. Após a leitura desses, 10 artigos conseguiram responder à pergunta definida na pesquisa, as pesquisas estão apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Seleção de artigos que abordam o controle e minimização do ruído aeronáutico, por ordem cronológica
 Fonte: As autoras (2023)

Autor	Título	Periódico	Origem
Silva, 2018	Dinâmicas urbanas e operações aeroportuárias: estudo do Aeroporto de Congonhas/SP	Dissertação UNB	Brasil
Sameh; Santos, 2018	Medidas de Sustentabilidade Ambiental para Aeroportos	<i>Sustainable Development, International Aviation, and Treaty Implementation</i>	Brasil
Ogata et al., 2018	Medidas de Ruído para o Reforço da Função Aeroportuária no Aeroporto Internacional de Narita	<i>Internoise 2018</i>	Japão
Comendador; Valdés; Lisker, 2019	Uma abordagem holística da certificação ambiental dos aeroportos verdes	Sustainability (Switzerland)	Espanha e Estados Unidos
Vogiatzis; Dimitriou; Gerolymatou; Konstantinidis, 2019	Plano de ação contra o ruído no Aeroporto Internacional de Atenas (A.I.A.)	ICSV 2019	Grécia
Vogiatzis et al., 2020	Mapeamento estratégico do ruído no aeroporto internacional de Atenas	Noise Mapping	Grécia
Silva; Santos; Gomes, 2020	Política de uso do solo nas imediações dos aeroportos: Análise e lições aprendidas com a situação brasileira	Land Use Policy	Brasil
Chourasia; Jha; Dalei, 2021	Desenvolvimento e planejamento de aeroportos sustentáveis	Journal of Public Affairs	Índia
Dobruszkes et al., 2021	Sistemas de múltiplos aeroportos: O (re)desenvolvimento de aeroportos mais antigos, tendo em conta as questões de poluição sonora	Transport Policy	Bélgica, China, Itália, Japão e Estados Unidos
Konovalova et al., 2021	Exemplificação de estudos de casos como foco para a implementação das melhores práticas relacionadas com a gestão do ruído das aeronaves nos aeroportos	Internoise 2021	Reino Unido, Eslovénia, Roterdão, Países Baixos, Ucrânia e Roménia

Conforme apontado por Silva (2020), é previsto que os conflitos entre aeroportos e comunidades próximas aumentem no futuro. Para minimizar tais impactos e possibilitar o desenvolvimento da Aviação Civil sem prejudicar os residentes, a regulação do uso do solo é considerada uma ferramenta crucial. Essa regulação implica na definição de restrições de uso do solo nas áreas vizinhas aos aeroportos, levando em conta os níveis de ruído.

É importante destacar que as restrições de uso do solo ao redor dos aeroportos no Brasil já existem desde 1966, quando foi estabelecido um “Plano de Zona de Proteção” com o intuito de evitar interferências no tráfego aéreo ocasionadas por construções elevadas (Silva, 2020).

Sameh e Santos (2018) destacam a importância de tornar os aeroportos sustentáveis, garantindo que seu crescimento traga benefícios econômicos e sociais sem causar impactos ambientais negativos. Para alcançar esse objetivo, é fundamental analisar todos os aspectos envolvidos e desenvolver uma abordagem sustentável eficaz. Estudos cuidadosos são essenciais para identificar as capacidades e restrições ambientais dos aeroportos, levando em consideração diversos parâmetros sociais, econômicos e ambientais.

Ogata *et al.* (2018) abordam em sua pesquisa medidas para aumentar a eficiência do Aeroporto Internacional de Narita, no Japão, visando aumentar sua capacidade. Inicialmente, a redução do horário de restrição de voos foi planejada, mas devido à resistência dos moradores locais, o plano foi ajustado.

Comendador, Valdés e Lisker (2019) discutem nos Estados Unidos a importância de abordagens holísticas para otimizar a gestão ambiental em aeroportos. Eles analisam os impactos ambientais decorrentes das atividades aeroportuárias e desenvolveram o sistema de certificação ambiental “Aeroporto Verde”.

Vogiatzis *et al.* (2019; 2020) demonstraram como a implementação de diretivas europeias juntamente com a abordagem de Anos de Vida Ajustados por Incapacidade pode ser uma ferramenta eficaz para avaliar o ambiente acústico. O estudo identificou problemas de ruído, áreas com níveis excessivos de ruído e verificou se os níveis estavam dentro dos limites permitidos.

Chourasia, Jha e Dalei (2021) afirmam que os aeroportos podem impactar negativamente o ambiente, defendendo a importância da implementação de desenvolvimento sustentável para minimizar os impactos negativos.

Dobruszkes *et al.* (2021) realizaram estudos de caso em diversas cidades para analisar os efeitos do ruído nos aeroportos, destacando a necessidade de normas rigorosas para redistribuir o tráfego dos aeroportos mais antigos para os mais modernos.

Konovalova *et al.* (2021) analisaram a gestão do ruído em seis estudos de casos de aeroportos no projeto europeu “ANIMA”, ressaltando a importância do envolvimento da comunidade e das partes interessadas para equilibrar os impactos do ruído e das emissões.

Em resumo, há um aumento dos conflitos entre aeroportos e comunidades locais. A regulamentação do uso do solo através de restrições baseadas em contornos de ruído é uma ferramenta utilizada para minimizar esses impactos. A implementação de políticas sustentáveis nos aeroportos também é uma forma de melhorar os benefícios sociais e financeiros, além de diminuir os impactos negativos no ambiente.

METODOLOGIA DA PESQUISA

Definição e caracterização do objeto de estudo

O trabalho consiste em uma investigação da compatibilidade do plano diretor e das leis de uso e ocupação do solo dos municípios de Maceió e Rio Largo onde fica localizado na divisa entre ambas o Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares (Figura 1).

Figura 1 – Esquema de mapas do Brasil com destaque para o estado de Alagoas, com destaque para os municípios de Maceió e Rio Largo, e Maceió
Fonte: As autoras (2023)



Levantamento de dados físicos

Foram coletados dados referentes às características geométricas e morfológicas no entorno do objeto de estudo. As coletas ocorreram através de mapas cadastrais (cedidos pela Prefeitura Municipal de Maceió), do Google Earth®, além de visitas “in loco”.

As informações levantadas são referentes às características físicas como: largura de via e passeios e topografia, gabarito das edificações, pavimentação da via, uso e ocupação do solo, altura de muros e distância entre as edificações.

Investigação de Instrumentos de controle urbano

Nesta etapa, foram investigados Planos Diretores de algumas cidades brasileiras, com abordagem acústica presente nessas Leis. As cidades (capitais) selecionadas foram: Rio de Janeiro – RJ, São Paulo – SP, Recife – PE, Fortaleza-CE, Manaus – AM, Porto Alegre – RS e Brasília - DF.

A escolha das cidades foi norteada pelo conteúdo relevante com relação ao contexto urbano dos aeroportos dessas cidades. Esse material irá servir como base na elaboração das diretrizes acústicas para a revisão dos Planos Diretores das cidades de Maceió e Rio Largo. Os exemplos irão servir de inspiração para proposta de diretrizes que foram formuladas considerando o contexto local.

Esta etapa metodológica também irá consistir na investigação e identificação da abordagem sobre acústica no plano diretor vigente de Maceió. A principal finalidade desta etapa será analisar as temáticas que abordam as questões acústicas, para dessa análise propor as diretrizes e elaborar a carta de contribuição para a revisão do Plano Diretor em relação ao aeroporto.

Procedeu-se então o levantamento bibliográfico de leis municipais referentes aos níveis de ruído no espaço urbano, com ênfase aos sons produzidos pelo Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares (Quadro 3).

Quadro 3 – Legislações municipais e Normatização brasileira sobre acústica urbana e poluição sonora
Fonte: As autoras (2023)

Legislações	Normatização brasileira
Plano Diretor de Maceió/2005	NBR 10151 (2019) – Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade
Código de Urbanismo de Maceió/2006	
Plano Diretor de Rio Largo /2009	
Código de Urbanismo de Rio Largo/1997	
Lei 3.538 - Recomendações para controle da poluição ambiental, incluindo a sonora/1985	
Lei 4.956 - Disciplina o funcionamento de estabelecimentos comerciais/2000	

Cruzamento e análise dos dados obtidos

Após a revisão documental e identificação de abordagens acústicas direcionadas aos Planos Diretores das cidades de Rio Largo e Maceió, foi realizada também a elaboração das diretrizes considerando o contexto local. Para a criação de parâmetros de comparação dos dados levantados no estudo, foi necessário um apanhado a respeito das normatizações brasileiras e legislações municipais existentes.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Serão realizados análises e diagnósticos a partir das recomendações acústicas obtidas em planos diretores de cidades brasileiras, com o objetivo de relacionar os dados relevantes para a integração ao plano diretor das cidades de Maceió e Rio Largo, bem como ao Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares.

Ao realizar consultas na Superintendência de Desenvolvimento Aeroportuário de Rio Largo e de Maceió, foi constatado que o Aeroporto Zumbi dos Palmares ainda utiliza o plano de ruído estabelecido pela Portaria nº 692/1984. Considerando que o comprimento da pista do Aeroporto de Maceió foi ampliado, é possível inferir que o atual Plano Específico de Zona de Ruído (PEZR) pode não estar em conformidade com os padrões estabelecidos pelo Regulamento nº 161/2013. Isso pode acarretar prejuízos para as pessoas que residem nas proximidades do aeroporto.

Localizado a 20km da rodoviária e a 22km do centro da cidade de Maceió, o acesso ao local é feito pela BR-104, que conecta os estados de Pernambuco e Alagoas. Em Maceió, o acesso principal ocorre através

das avenidas Durval de Góes Monteiro e Menino Marcelo, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 – Localização da área de estudo
 Fonte: As autoras (2023)



Em 2005, foi construído o novo aeroporto Zumbi dos Palmares em uma área disputada pelos municípios de Maceió e Rio Largo, o que levou a uma divisão dos impostos estaduais. Em 2010, o IBGE delimitou as fronteiras, que incluíam o antigo aeroporto – Campo dos Palmares, localizado em Rio Largo/Alagoas, mas com influência também em Maceió. O Código de Obras e Edificações de Rio Largo, estabelecido em 1997 pela Lei Nº 1.208, não faz menção a restrições ou especificações para construções na área próxima ao aeroporto Zumbi dos Palmares.

O Plano Diretor da cidade de Maceió foi elaborado em 2005, citando a área do entorno do aeroporto em três pontos principais:

1. A restrição à verticalização na área do cone de visibilidade do aeroporto, através do controle da altura de edificações próximas ao aeroporto;
2. A necessidade de monitoramento do crescimento urbano no entorno do aeroporto, visto a proximidade da área com o sistema Pratygy – estação de captação e tratamento de água e;
3. A possibilidade de instalação de habitação de interesse social e implantação de polos de comércio e serviços próximos ao aeroporto, desde que condizentes com as restrições da área.

Levantamento acústico dos Planos Diretores brasileiros

Com o intuito de facilitar a análise e embasar as propostas de diretrizes, os resultados foram resumidos no Quadro 4. Nesse sentido, foi elaborado um levantamento e realizada uma análise de uma amostra de Planos Diretores municipais de cidades brasileiras, abrangendo o período de 1950 a 2020.

Quadro 4 – Diretrizes de integração sonora em planos diretores de cidades brasileiras
 Fonte: As autoras (2023)

Cidade	Abordagem acústica	Diretrizes
São Paulo	Parcelamento uso e ocupação do solo e da paisagem urbana	1. Deve ser apresentada uma estratégia para controle da poluição sonora atmosférica. 2. Os usos e atividades serão classificados de acordo com o impacto que causam entre eles o impacto sonoro. 3. O Estudo de Impacto de Vizinhança deverá apresentar a geração de poluição ambiental e sonora da área (São Paulo, 2014).
	Política Ambiental	4. Objetiva-se combater a poluição sonora (São Paulo, 2014).
	Mobilidade	5. Incentivar a renovação ou adaptação dos veículos com o objetivo de reduzir a poluição ambiental e sonora recomenda-se veículos automotores movidos à base de energia elétrica. 6. Para o transporte público, incentivam-se soluções ambientalmente e tecnologicamente adequadas, que proporcionem níveis mínimos de ruído (São Paulo, 2014).
Rio de Janeiro	Política Ambiental	1. Controle, monitoramento e fiscalização ambiental da poluição do ar, hídrica, sonora, do solo e subsolo, dos passivos ambientais, dos resíduos sólidos e da poluição visual (Rio de Janeiro, 2011).
	Impacto de Vizinhança	2. Aplica-se o Relatório de Impacto de Vizinhança (RIV) em empreendimentos que importem em substancial aumento na circulação de pessoas e tráfego de veículos, ou em utilização massiva da infraestrutura, ou ainda naqueles que causem incômodos ambientais à população, a exemplo de emissões líquidas, sólidas, sonoras ou condições que impliquem em baixa capacidade de circulação do ar, entre outras, de forma a avaliar a amplitude e importância dos impactos e adequar, se for o caso, o empreendimento à capacidade física e ambiental da região (Rio de Janeiro, 2011).
	Controle e Monitoramento Ambiental	3. Da coletividade contra a poluição sonora e vibrações de atividades industriais, comerciais (Rio de Janeiro, 2011). shows, torneios e atividades recreativas que possam vir a intervir com o sossego público (Rio de Janeiro, 2011).

Cidade	Abordagem acústica	Diretrizes
Recife	Uso e ocupação do solo	1. Art. 13. As Zonas de Diretrizes Específicas - ZDE - compreendem as áreas que exigem tratamento especial na definição de parâmetros reguladores de uso e ocupação do solo e classificam-se em: V - Zona Especial do Aeroporto - ZEA; e Art. 25. A Zona Especial do Aeroporto - ZEA - compreende as áreas de entorno do Aeroporto dos Guararapes que requerem tratamento diferenciado quanto à sua ocupação e instalação de usos, visando conter a densidade populacional e a compatibilização com a Lei Federal específica da área (Recife, 2008).
	Impacto de Vizinhança	Art. 189. O Estudo de Impacto de Vizinhança deverá analisar os efeitos positivos e negativos do empreendimento ou atividade quanto à qualidade de vida da população residente na área e em suas proximidades, incluindo, de acordo com o nível de impacto, a análise das seguintes questões: XIV - proteção acústica e outros procedimentos que minimizem incômodos da atividade à vizinhança (Recife, 2008).
Fortaleza	Política de Meio ambiente	1. Incentivar a redução dos níveis de poluição ambiental, inclusive a sonora. 2. Para controle de qualidade ambiental, deve-se definir a política municipal para o controle e licenciamento das poluições ambientais, inclusive sonoras. 3. Promover ações para redução dos níveis de emissão de poluentes e ruídos provocados pelos veículos automotores (Fortaleza, 2009).
	Uso e ocupação do solo	4. Poluição sonora deverá ser observada na análise do nível de incomodidade dos empreendimentos geradores de impactos. 5. No Estudo de Impacto de Vizinhança deverá conter análises e recomendações sobre a geração de poluição, inclusive a sonora. 6. Nas Zonas Especiais Institucionais (ZEI) os cones de aproximação e a área especial aeroportuária deverá seguir a Lei de Uso e Ocupação do Solo devido ao ruído (Fortaleza, 2009).
Porto Alegre	Impacto Urbano	1. Bens ambientais, no que se refere à qualidade do ar, do solo e subsolo, das águas, da flora, da fauna, e às poluições visual e sonora decorrentes da atividade (Porto Alegre, 2011).
Brasília	Meio Ambiente	1. Adotar medidas de educação e de controle ambiental, evitando-se todas as formas de poluição e degradação ambiental no território.
	Política de Transporte	2. Promover a qualidade ambiental, efetivada pelo controle dos níveis de poluição e pela proteção do patrimônio histórico e arquitetônico (Brasília, 2009).

Cidade	Abordagem acústica	Diretrizes
Manaus	Estabelecimentos de Reuniões e Diversões	1. Utilizando aparelhos sonoros, amplificadores e equipamentos similares que produzam ruídos em discordância com o Código Ambiental de Manaus (Manaus, 2014).
	Uso e Ocupação do solo	2. Parâmetros de avaliação a Poluição sonora (decibéis): grupo 1: >30, grupo 2: 59, grupo 3: 74, grupo 4: 85, grupo 5: 85< (Manaus, 2014).

Os Planos Diretores analisados abordam a temática da acústica, principalmente focando na poluição sonora e no combate aos ruídos aeroviários. Embora as nomenclaturas variem entre as cidades, os aspectos discutidos são semelhantes.

Em Maceió, o Plano Diretor está em revisão desde 2015, porém ainda não foi divulgado. A abordagem acústica é encontrada em apenas uma premissa, relacionada aos instrumentos de controle urbano e ambiental, especialmente no Estudo de Impacto de Vizinhança, que considera a poluição sonora como requisito.

Comparado aos demais Planos Diretores, observa-se uma abordagem limitada em relação aos aspectos acústicos, com apenas uma menção. Além disso, temas importantes como mobilidade urbana e meio ambiente não são abordados.

No caso de Maceió, a curva B utilizada para medição do ruído do tráfego não é frequente, sendo a curva A mais indicada por sua maior proximidade com a audição humana. Já em Rio Largo, as leis referentes à acústica foram instituídas antes da construção do aeroporto, com destaque para o Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares em seu Plano Diretor de 2009.

Propostas e Diretrizes

Considerando o contexto do Aeroporto Zumbi dos Palmares, foram formuladas propostas e diretrizes acústicas para contribuir com o processo de revisão dos Planos Diretores das cidades que regem seu território. As diretrizes foram elaboradas de acordo com a temática e apresentadas no Quadro 5.

Quadro 5 – Diretrizes de integração sonora apresentadas ao Aeroporto Zumbi dos Palmares

Fonte: As autoras (2023)

Temática	Responsável	Diretrizes
Uso e ocupação do solo	Aeroporto	1. Apresentação do Plano de Zoneamento de Ruído a cada 10 anos no combate a poluição sonora referente a aeronaves. Sendo recomendado pelo período similar ao de revisão dos Planos Diretores.
	Ações Públicas	1. Apresentação de estratégias para controle da poluição sonora atmosférica produzida pelo aeroporto.
		2. Os usos e atividades desenvolvidos pelo aeroporto serão classificados de acordo com o impacto que causam sendo identificadas zonas de ruído, assim como o Plano de Zoneamento de Ruído vigente.
		3. As atividades causadoras de repercussão negativa ficam sujeitas a adoção de medidas mitigadoras e uma delas é a implantação de medidas de controle de ruído e atenuação de vibração, tais como isolamento acústico e de vibração, confinamento ou relocação de equipamentos e operações ruidosas.
		4. Para a circunvizinhança do aeroporto deve ser aplicados procedimentos de avaliação dos níveis de pressão sonora urbanos, sendo recomendados para Área mista predominantemente residencial 55dB(A) para período diurno e 50dB(A) para período noturno, com base a NBR 10151: Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade (ABNT, 2019).
		5. Construção da Zona de Diretrizes Específicas - ZDE - compreendem as áreas que exigem tratamento especial na definição de parâmetros reguladores de uso e ocupação do solo do entorno do aeroporto e classificam-se em:
Estudo de Impacto Ambiental	Aeroporto	1. I - Zona Especial do Aeroporto - ZEA; Que compreende as áreas de entorno do Aeroporto Zumbi dos Palmares que requerem tratamento diferenciado quanto à sua ocupação e instalação de usos, visando conter a densidade populacional e a compatibilização com a Lei Federal específica da área. Com base na NBR 12859 (ABNT, 2016) que trata da Avaliação do impacto sonoro gerado por operações aeronáuticas.
		2. Reestruturar: Apresentar um novo Plano de Zoneamento de Ruído, a fim de ter restrições maiores dentre as curvas de nível no Plano Especial de Ruído para assim obter maior afastamento das áreas habitadas e do aeroporto.

Temática	Responsável	Diretrizes
Controle e monitoramento ambiental	Ações Públicas	1. Da coletividade: diagnosticar o ruído aeronáutico e vibrações de atividades aeroportuárias que possam vir a intervir com o sossego público.
		2. Incentivar: utilização de barreiras acústicas para rodovias e asfaltos porosos assim como uso de elementos absorvedores de ruído urbano como é o caso de massas de vegetação e materiais construtivos que promovam o controle e/ou redução sonora.
	Aeroporto	3. Programar: Mudança de rotas dos voos principalmente em áreas rurais, com uso da ferramenta do mapeamento sonoro para compreensão das rotas que menos afetem a saúde pública.
		4. Implantar: Limitação dos horários dos voos, tendo os horários entre 22:00h e 05:00h os recomendados para limitação por serem convenientes ao sossego das populações afetadas.
Mobilidade	Ações Públicas	1. Promover a qualidade ambiental, efetivada pelo controle dos níveis do ruído aeronáutico e pela proteção do patrimônio histórico e arquitetônico.
		2. Elaborar mapa sonoro da cidade contendo, a distribuição espacial do ruído, para auxiliar na gestão do ruído ambiental e o impacto sonoro ocasionado pelos voos realizados em horário diurno e noturno (pouso e decolagem para monitoramento das rotas dos voos).
		3. Estabelecer um padrão de qualidade e monitoramento dos dados e mapeamento do ruído urbano.
Desempenho acústico	Ações Públicas	1. Aplicação das recomendações da NBR 15575-4 (ABNT, 2013), com exigências de requisitos acústicos a serem atendidos como:
		2. Sistemas de pisos: isolamento a ruído aéreo e a ruído de impacto entre apartamentos distintos;
		3. Fachadas, coberturas e paredes internas: isolamento a ruído aéreo de fachadas e coberturas, bem como de paredes internas que separem apartamentos diferentes.
		4. Uso de materiais construtivos com propriedades de absorção e isolamento acústico, reorganização da disposição dos cômodos – devem-se afastar os locais mais sensíveis, como quartos, de locais ruidosos.
		5. Medições de isolamento de ruído aéreo e de impacto quando pertinente à aplicação apartir das normas recomenda e respeitando os índices de redução sonora de fachadas e vedações internas de composição dessas edificações.

Temática	Responsável	Diretrizes
Meio ambiente	Ações Públicas	1. Objetiva-se combater ao ruído aeronáutico produzido pelo Aeroporto Zumbi dos Palmares.
		2. Combater a poluição sonora produzida pelo Aeroporto Zumbi dos Palmares com representação de um mapa estratégico de ruído com base no percurso das aeronaves no pouso e decolagem.
		3. Promover o estudo da gestão do ruído aeronáutico para contribuir na garantia da qualidade de vida nos aspectos sociais e ambientais.
		4. Monitorar os aspectos urbanos levando em consideração o raio definido pela ANAC estando explicitado na Portaria 1.141 GM5 (1987) para promover a qualidade de vida no entorno dos aeroportos.
		5. Promover o conforto acústico nas proximidades do Aeroporto Zumbi dos Palmares por meio de ações públicas em parceria com órgãos não governamentais, empresas e sociedade.
		6. Educação Ambiental: Implementar programa de educação sonora comunitária com ênfase no estudo do impacto do ruído aeronáutico, com a finalidade de contribuir para o conhecimento e melhoria da qualidade dos sons produzidos pelo Aeroporto Zumbi dos Palmares.
		7. Para controle de qualidade ambiental nas áreas vizinhas do Aeroporto Zumbi dos Palmares, deve-se definir a política municipal para o controle e licenciamento das poluições sonoras.

METODOLOGIA DA PESQUISA

Para realizar medições acústicas na comunidade, é indicado seguir as diretrizes estabelecidas pela Norma 10151 (ABNT, 2020), que determina os níveis máximos de pressão sonora de acordo com o turno e o tipo de uso da área. Além disso, é importante considerar o Zoneamento específico, que identifica áreas que necessitam de tratamento especial para definição de parâmetros reguladores, como a Zona de Diretrizes Específicas e a Zona Especial do Aeroporto - ZEA. Nesse contexto, a NBR 12859 (ABNT, 2016) também é relevante, pois trata da Avaliação do impacto sonoro gerado por operações aeronáuticas.

A aplicação da ZEA requer monitoramento e definição de fatores que determinem os níveis sonoros permitidos, juntamente com as demandas de uso e ocupação do solo no raio estabelecido pela ANAC, conforme especificado na Portaria 1.141 GM5 (1987). Além disso, é essencial con-

siderar as condições mínimas necessárias para o tratamento acústico adequado das edificações.

No que diz respeito ao Estudo de Impacto Ambiental, é recomendado incluir a análise do ruído aeronáutico como um dos aspectos a serem abordados. O EIA deve abordar a poluição sonora causada pelo aeroporto, apresentar a carta de ruído aeronáutico, identificar os impactos ambientais e as áreas mais afetadas, além de propor medidas para mitigar esse impacto, como a instalação de esquadrias para isolamento acústico em residências próximas.

É fundamental promover estudos sobre ruído aeronáutico na cidade para conscientizar a população sobre a qualidade acústica do ambiente urbano. A parceria entre setores público e privado e investimentos em educação sonora são importantes para melhorar o senso crítico em relação aos sons desejados.

No âmbito do Controle e monitoramento ambiental, é preciso considerar os efeitos do ruído aeronáutico na qualidade de vida e buscar soluções eficazes, como barreiras acústicas e tratamentos acústicos para edificações, além da adoção de medidas para controle e redução do ruído, como massas vegetativas e materiais construtivos adequados.

É necessário promover a qualidade ambiental por meio do controle do ruído aeronáutico, que é uma das principais fontes de ruído urbano. Para isso, medidas como barreiras acústicas, asfalto poroso e mapeamento sonoro são recomendadas, bem como a definição de padrões de qualidade e monitoração de dados para a atualização periódica do mapa sonoro da cidade. O mapa de capacidade acústica do município é uma ferramenta importante para determinar os limites de ruído em diferentes áreas e regular a implantação de atividades ruidosas, podendo até mesmo restringir empreendimentos em locais muito barulhentos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido aos efeitos prejudiciais do ruído aeronáutico, é amplamente aceito pela bibliografia que os aeroportos devem estar localizados em áreas afastadas das cidades, principalmente de áreas residenciais e lugares que requerem silêncio. No entanto, em alguns casos, as cidades acabam se expandindo em direção aos aeroportos devido à infraestrutura e economia gerada pela urbanização nessas regiões.

Analisando as legislações urbanísticas, é possível observar que a questão da acústica é abordada em vários Planos Diretores, com foco na poluição sonora e ruídos aeronáuticos. Embora as nomenclaturas possam variar, os aspectos abordados são semelhantes em diferentes leis. Em alguns casos, como no Plano Diretor de Fortaleza, os ruídos provocados por veículos automotores também são mencionados na seção sobre meio ambiente. A seguir, é apresentado um resumo das principais diretrizes e propostas para o controle do ruído aeronáutico, derivadas dos trabalhos mencionados anteriormente:

- I. Envolvimento do público nas estratégias de redução do ruído, com comunicação abrangente e participação nas decisões.
- II. Avaliação das rotas de voo alternativas para redução do impacto do ruído das aeronaves.
- III. Implementação de intervenções de isolamento sonoro em edifícios expostos ao ruído.
- IV. Desenvolvimento de programas de monitorização do ruído nos aeroportos.
- V. Campanhas de informação pública e sensibilização sobre o ruído como uma questão ambiental.
- VI. Restrições de construção e isolamento sonoro estrutural para proteção da população das áreas circundantes dos aeroportos.

Com base na pesquisa apresentada, é possível concluir que a gestão do ruído nos aeroportos é um tema de extrema importância, visto que os impactos do ruído devem ser compartilhados entre a comunidade e as partes interessadas. Além disso, a implementação de um desenvolvimento sustentável nos aeroportos pode melhorar os benefícios sociais, financeiros e operacionais, reduzindo os impactos negativos no ambiente. É essencial que os aeroportos incorporem o conceito de sustentabilidade no planejamento, a fim de garantir uma melhor preservação e proteção ambiental.

Outra conclusão importante é a necessidade de lidar com a questão do ruído nos aeroportos, especialmente nos casos de aeroportos antigos localizados em regiões urbanas densas. Caso esses aeroportos não sejam desativados, é fundamental estabelecer normas rígidas para redistribuir o tráfego para aeroportos periféricos, evitando assim a sobrecarga nos aeroportos antigos. A implementação de políticas sustentáveis nos aeroportos e a regulamentação do uso do solo através de restrições baseadas em contornos de ruído são ferramentas que podem minimizar

os impactos e ajudar a resolver os conflitos entre aeroportos e comunidades locais.

Mesmo com a importância do controle do ruído aeronáutico em áreas impactadas, muitas legislações ainda não abordam o Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) como ferramenta de controle. Isso limita a compreensão dos impactos ambientais que empreendimentos futuros podem causar.

Na região ao redor do Aeroporto Internacional de Maceió, a ocupação urbana tem aumentado nas últimas décadas, e as diretrizes dos planos diretores de Maceió e Rio Largo indicam diferentes abordagens. Enquanto o Plano Diretor de Rio Largo enfoca em medidas para atrair turistas para o aeroporto, é importante considerar o potencial de desenvolvimento e a necessidade de EIV para futuros projetos de grande porte.

É fundamental estruturar um setor de Desenvolvimento Urbanístico para garantir a aplicação das diretrizes defendidas nos Planos Diretores, ao invés de apenas promulgar leis. Este trabalho visa a auxiliar na conexão entre aeroportos e gestão pública, por meio da análise de legislações urbanísticas e da criação de diretrizes de integração como instrumentos para controle do impacto do ruído aeroportuário.

REFERÊNCIAS

ANAC. Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil – RBAC 161**: Planos de zoneamento de ruído, Aprovado pela Resolução nº 202 de 28 de setembro de 2011.

BRITO, L. A. P. F, MONTEIRO, R. C.R. V. Estudo da influência do planejamento urbano na paisagem sonora da região central de Taubaté-SP. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 11, n. 3, p. 288-305. Taubaté, SP. 2015.

CAPPA, Josmar. **Cidades e aeroportos no século XXI**. Campinas, SP. Editora Alínea, 2013.

COMENDADOR, V. F. G.; VALDÉS, R. M. A.; LISKER, B. A holistic approach to the environmental certification of green airports. **Sustainability** (Switzerland) – v. 11, n. 15. 2019.

CHOURASIA, A. S.; J. H. A, K.; DALEI, N. N.; Development and planning of sustainable airports. **Journal of Public Affairs** – v. 21. 2021.

DOBRUSZKES, F.; GRIPPA, T.; HANAOKA, S.; LOKO, Y.; REDONDI, R.; VOWLES, T.; WANG, J.; Multiple-airport systems: The (re)development of older airports in view of noise pollution issues. **Transport Policy** – v. 114, p. 298-311. 2021.

FORTALEZA. **Lei N° 8097**. Dispõe sobre medidas de combate à poluição sonora e dá outras providências. Fortaleza, 1997.

GARCIA, O. F. **O aeroporto de Congonhas e a cidade de São Paulo**: Uma história de afinidade e conflitos. 2015. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Geografia, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUCSP, São Paulo, 2015.

GERGES, Samir N. Y. **Ruído**: Fundamentos e Controle. 2. ed. NR EDITORA: Florianópolis, SC. 2000, 607 p.

KAISER R. **Impacto de NLAS para o sistema de desembarque do TPS 1 do aeroporto internacional do Rio de Janeiro (GALEÃO)**. 2012. Dissertação (Mestrado), Pós-graduação em Engenharia de Produção – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

MANAUS. **Plano Diretor Urbano e Ambiental de Manaus e suas Leis Complementares**. 2014.

NAGEM, Miriam Pompeu. **Mapeamento e análise do ruído ambiental**: diretrizes e metodologia. 2004. 119 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

OGATA, S.; IMAI, D.; HORI, S.; TAMAKI, K. **Noise measures for the enhancement of airport function at Narita International Airport**. 47th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering: Impact of Noise Control Engineering, INTERNOISE 2018.

PREFEITURA DA CIDADE DE RECIFE. **LEI 7.427**: Dispõe sobre as vizações dos aeroportos, observando o que dispõe a legislação federal, sobre a proteção. 1961.

PREFEITURA DA CIDADE DE RECIFE. **Lei nº 17.511**: Promove a revisão do Plano Diretor do Município do Recife. 2008.

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. **Lei complementar nº 198**. 2019.

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. **Plano Diretor do município do Rio de Janeiro**: Lei Complementar n.º 111. Rio de Janeiro. 2011.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MACEIÓ. **Plano Diretor do município de Maceió**: Lei Municipal nº 5486. Maceió. 2005.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. **Plano Diretor do Município de Porto Alegre**: Lei Complementar nº 434, de 1º de dezembro de 1999, atualizada e compilada até a Lei Complementar nº 667, de 3 de janeiro de 2011, incluindo a Lei Complementar 646, de 22 de julho de 2010.

PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO LARGO. **Lei nº 1.208. Código de Obras e Edificações de Rio Largo**. Rio Largo, 1997.

PREFEITURA DA CIDADE DE RECIFE. **Lei nº 17.511**: Promove a revisão do Plano Diretor do Município do Recife. 2008.

RECH, Adir Ubaldo. **Plano diretor inteligente**: pressuposto para cidades inteligentes. Caxias do Sul, RS: EducS, 2019. 129p.

RIO LARGO. **Plano Diretor do Município de Rio Largo**: Lei Municipal nº 1.549. 11 de dezembro de 2009.

ROMARO, M. C. **Os Aeroportos de Guarulhos e de Viracopos**: Análise Crítica de Planejamento e Projeto. São Paulo. 2007.

SAMEH MM, Scavuzzi dos Santos J. **Environmental Sustainability Measures for Airports**. In: de Mestral ALC, Fitzgerald PP, Ahmad MdT, eds. Sustainable Development, International Aviation, and Treaty Implementation. Treaty Implementation for Sustainable Development. Cambridge University Press; 2018, p.62-80.

SÃO PAULO. **Lei nº 16.402**. Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo. 2016. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/>

secretarias/urbanismo/legislacao/plano_diretor/index.php?p=201105.
Acesso em: Acesso em: 12 jun. 2024.

SILVA, E. S. **Dinâmicas urbanas e operações aeroportuárias**: Estudo do Aeroporto de Congonhas/SP. 2018. 114p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/32666>. Acesso em: 12 jun. 2024.

VOGIATZIS, K.; DIMITRIOU, D.; GEROLYMATOU, G.; KONSTANTINIDIS, A. Strategic noise mapping in athens international airport: A tool for balanced approach & health effects evaluation. **Noise Mapping**, v. 7, p. 87-98. 2020.

VOGIATZIS, K.; DIMITRIOU, D.; KONSTANTINIDIS, A.; GEROLYMATOU, G. **The Noise Action plan in the Athens International Airport (A.I.A)** «eleftherios Venizelos» - Evaluation of rules and procedures regarding noise relating measures and restrictions within a balanced approach. 26th International Congress on Sound and Vibration, ICSV, 2019.