

STELLA ROSANE DA SILVA OLIVEIRA

**DESENVOLVIMENTO DE DIRETRIZES  
PARA REDUÇÃO DO IMPACTO  
DO RUÍDO AEROPORTUÁRIO:**

Estudo do Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS**  
**FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO**

STELLA ROSANE DA SILVA OLIVEIRA

**DESENVOLVIMENTO DE DIRETRIZES PARA REDUÇÃO DO  
IMPACTO DO RUÍDO AEROPORTUÁRIO:**

Estudo do Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares.

Orientador (a): Profa. Dra. Maria Lucia Gondim da Rosa Oiticica

Maceió, AL

2022

**STELLA ROSANE DA SILVA OLIVEIRA**

**DESENVOLVIMENTO DE DIRETRIZES PARA REDUÇÃO DO  
IMPACTO DO RUÍDO AEROPORTUÁRIO:**

Estudo do Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares.

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas, como requisito final para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Área de concentração: Dinâmicas do Espaço Habitado

Linha de Pesquisa: Concepção, Construção e Adequação do  
Espaço Habitado

Orientador (a) Profa. Dra. Maria Lucia Gondim da Rosa Oiticica

Maceió, AL

202

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**

Bibliotecária: Taciana Sousa dos Santos – CRB-4 – 2062

O48d Oliveira, Stella Rosane da Silva.  
Desenvolvimento de diretrizes para redução do impacto do ruído aeroportuário: estudo do Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares / Stella Rosane da Silva Oliveira. – 2022.  
132 f. : il. color.

Orientadora: Maria Lucia Gondim da Rosa Oiticica.  
Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Alagoas. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Maceió, 2022.

Bibliografia: f. 124-131.  
Anexo: f. 132.

1. Ruído aeronáutico. 2. Aeroportos. 3. Controle de ruídos. 4. Conforto acústico. I. Título.

CDU: 711.553.9: 531.773.63

## Dedicatória

Dedico essa conquista aos **MEUS PAIS**, que sempre me ensinaram a lutar pela conquista de um sonho.

**Agradeço:**

**A Deus**

Pela dádiva da vida, saúde e força para conquistar mais esse sonho

**A minha MãE (Maria Everilda) e meu PAI (Albenes)**

Minhas eternas inspirações de força, Coragem e vida, e pelo apoio e amor incondicional

**A minha orientadora Lucinha Oiticica**

Ao apoio e compreensão e pela confiança do meu potencial para a realização deste trabalho

**A banca examinadora: Alexandre Toledo, Bianca Dantas e Morgana Duarte**

Pelo apoio e grande incentivo das professoras

**Aos mestres e orientadores**

Pela condução e ensinamentos empregados no meu caminho

**Aos Amigos em especial**

**Aryane Alcântara** que esteve durante esses vinte e quatro meses apoiando e incentivando nas minhas escolhas

**Rodrigo Rocha** que mesmo com as distâncias da vida está à disposição para ouvir meus anseios

**Mariana Beserra** que sempre se manteve paciente e me incentivando nessa luta diária

**Aos amigos e colegas**

Que sempre estiveram presentes nos momentos de alegria e tristeza, e contribuíram para essa vitória

**A todos do GEAS e PPGAU**

Pelas oportunidades e contribuições realizadas entre todos os participantes

**Arthur Martins, Ellen Dyanne, Mariana Barbosa** que compartilharam pelo amor a acústicas e o ambiente sonoro

Estendo meus mais sinceros agradecimentos a todos

**A UFAL**

Pelas oportunidades e aprendizados constantes acadêmicos e para a vida

Pela luta em favor do ambiente sonoro saudável

**Muito obrigada!**

*“Antes de pensar em mais ruas, ciclovias, transporte público ou mesmo na escala humana, é preciso pensar: **que cidade queremos?** E aí, o que importa não são os elementos do planejamento urbano, mas as coisas que nos fazem viver melhor”*

**Jan Gehl**

## RESUMO

---

No Brasil, as pesquisas que estudam o incômodo provocado pelo ruído aeronáutico sobre a população próxima aos aeroportos das grandes cidades ainda são pouco expressivas. Em consequência dos efeitos nocivos provocados pelo ruído aeronáutico ocasionado pela operação de aeronaves, estes devem ser localizados distantes de áreas urbanas. Em alguns casos, o crescimento populacional das cidades é desenvolvido em direção aos aeroportos devido à infraestrutura e economia geradas pela expansão urbana na área. No caso do entorno do Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares a ocupação urbana ocorreu nas últimas décadas e ainda está em fase de consolidação, na qual se percebe o aumento do número de empreendimentos habitacionais. O presente trabalho visa apresentar diretrizes que auxiliem a conexão entre os instrumentos da política de desenvolvimento com os da infraestrutura aeroportuária, tendo em vista o Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares, para auxiliar no controle de impacto do ruído aeroportuário. A metodologia aplicada consiste na análise comparativa da compatibilidade do plano diretor e das leis de uso e ocupação do solo dos municípios de Maceió e Rio Largo, cidades onde o Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares se situa na divisa. Esse levantamento de dados investigou as possíveis influências do aeroporto no espaço construído e as interferências mútuas entre operações aéreas e a vida nas cidades. Foram coletados dados referentes às características geométricas e morfológicas da área que consistiram na investigação e identificação da abordagem sobre acústica nos planos diretores selecionados e analisar as temáticas que abordam as questões acústicas, para dessa análise, propor as diretrizes e elaborar (diretrizes que auxiliem a conexão entre os instrumentos da política de desenvolvimento com os da infraestrutura aeroportuária) a fim de contribuir para a revisão dos Planos Diretores em relação ao aeroporto. As informações apresentadas nesse trabalho poderão servir como subsídios ao planejamento e acústica arquitetônica embasando o traçado, gabarito e serviços no que se refere ao conforto acústico. A pesquisa busca orientar a integração entre legislações visando o desenvolvimento aeroportuário e de sua circunvizinhança saudável. É possível identificar que, a temática da acústica é debatida em várias premissas dos Planos Diretores investigados. Durante o processo foi possível constatar a escassez de abordagem dos aspectos acústicos nas legislações analisadas, até mesmo nas que são atualizadas com mais constância, além das poucas premissas em que são citados os parâmetros acústicos.

**Palavras-chaves:** Aeroportos, Cidades, Plano Diretor, Ruído aeronáutico, Conforto Acústico, Impacto Ambiental.

## ABSTRACT

---

In Brazil, researches studying the nuisance caused by aircraft noise on the population near airports in large cities are still little expressive. As a result of the harmful effects caused by aircraft noise caused by aircraft operation, these should be located away from urban areas. In some cases, the population growth of cities are developed towards airports due to the infrastructure and economy generated by urban expansion in the area. In the case of the area surrounding the Zumbi dos Palmares International Airport, urban occupation has occurred in recent decades and is still in the consolidation phase, in which the increase in the number of housing developments is noticeable. This paper aims to present guidelines to assist the connection between the instruments of development policy with those of airport infrastructure, taking into account the Zumbi dos Palmares International Airport, to assist in controlling the impact of airport noise. The methodology applied consists of a comparative analysis of the compatibility of the master plan and the land use and occupation laws of the municipalities of Maceió and Rio Largo, cities where the Zumbi dos Palmares International Airport is located on the border. This data survey investigated the possible influences of the airport on the built space and the mutual interference between airline operations and life in the cities. Data were collected regarding the geometric and morphological characteristics of the area, which consisted in the investigation and identification of the approach on acoustics in the Master Plan of Maceió and Rio Largo and analyze the themes that address acoustic issues, to from this analysis, propose guidelines and elaborate (guidelines that help the connection between the instruments of development policy with those of the airport infrastructure) in order to contribute to the revision of the Master Plans in relation to the airport. The information presented in this work may serve as subsidies to the planning and architectural acoustics based on the layout, gauge and services with regard to acoustic comfort. The research aims to guide the integration between laws aiming at the airport development and its healthy surroundings. It is possible to identify that the acoustic theme is discussed in several premises in the investigated Master Plans. During the process it was possible to verify the scarcity of approach of the acoustic aspects in the analyzed legislations, even in those that are updated with more constancy, besides the few premises in which acoustic parameters are mentioned.

**Keywords:** Airports, Cities, Master Plan, Aeronautical Noise, Acoustic Comfort, Environmental Impact.

## LISTA DE FIGURAS

---

Figura 1: Nuvem de palavras-chave, a partir dos artigos selecionados para estudo. ....	24
Figura 2: Mapeamento das classes acústicas de quadras urbanas para horários de pico na cidade de São Carlos (São Paulo, Brasil). ....	29
Figura 3: Mapa de uso do solo do município de Rio largo – AL. ....	33
Figura 4: Mapa de Macrozoneamento da cidade de Maceió – AL. ....	34
Figura 5: Propostas do Plano Diretor em discussão para os distritos das chamadas Sede Continente e Sede Ilha. ....	38
Figura 6: Configurações urbanas e reflexão do som. ....	39
Figura 7: Perfil de via com recuo. ....	40
Figura 8: Barreiras contínuas (reflexões x fachadas) / Barreira em um dos lados (campo livre). ....	40
Figura 9: Cul de sac / Permeabilidade construtiva. ....	40
Figura 10: Espectro Sonoro. ....	43
Figura 11: Fonte Pontual ou esférica idealizada. ....	46
Figura 12: Fonte geradora de ruído nas aeronaves. ....	49
Figura 13: Infográfico de redução de ruído entre as classificações das aeronaves. ....	59
Figura 14: Mapa de ruído de Santiago – Chile. ....	63
Figura 15: Curvas Laeq Diurno/Noturno do Aeroporto Roberto Marinho – RJ. ....	65
Figura 16: Áreas de Impacto PBZR – Portaria 1.141/GM5/87. ....	66
Figura 17: Ranking de Aeródromos - 2018 (Pousos + Decolagens + Cruzamentos + TGL)...	75
Figura 18: Ranking de Aeródromos - 2019 (Pousos + Decolagens + Cruzamentos + TGL)...	76
Figura 19: Processo de envolvimento dos aeroportos pela malha urbana. ....	78
Figura 20: Quadra mais exposta ao ruído de tráfego e (b) quadra menos exposta ao ruído de tráfego. ....	81
Figura 21: Aeroporto London City (Londres)/ aeroporto Humberto Delgado, em Lisboa (Portugal). ....	83

Figura 22: Mapa do Brasil com demarcação dos estados/cidades brasileiras definidas para apanhado de dados físicos e aeroportuários. ....	87
Figura 23: Procedimentos Metodológicos.....	92
Figura 24: Esquema de mapas do Brasil com destaque para o estado de Alagoas, de Alagoas com destaque para os municípios de Maceió e Rio Largo, e de Maceió com destaque para o bairro Cidade Universitária. ....	93
Figura 25: Cronologia do Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares. ....	105
Figura 26: Mapa de restrições ocupacionais da cidade de Maceió-AL.....	106
Figura 27: Mapa de zoneamento da cidade de Maceió-AL.....	107
Figura 28: Localização da área de estudo.....	108
Figura 29: Planta de situação do Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares sobreposta pelas curvas de nível de ruído 01 e 02 da portaria nº 629/1984.....	109
Figura 30: Mapa demonstrando a mancha de ocupação das edificações com a localização da área de estudo. ....	111
Figura 31: Histórico e Relação das normas referente ao PZR, legislação municipal e inauguração do Aeroporto Zumbi dos Palmares. ....	111
Figura 32: Identificação da infraestrutura existente do Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares. ....	112
Figura 33: Ordem das etapas a serem realizadas de implantação aeroportuária e de edificações do entorno de aeroportos. ....	117

## LISTA DE GRÁFICOS

---

Gráfico 1: População residente por situação de domicílio, 2010. ....	27
Gráfico 2: Citações por áreas temáticas. ....	104

## LISTA DE QUADROS

---

Quadro 1: Impacto do ruído na saúde.....	44
Quadro 2: Fontes de ruído de um aeroporto.....	48
Quadro 3: Síntese da legislação Nacional referente à poluição sonora.....	52
Quadro 4: Síntese da legislação Nacional referente à poluição sonora.....	54
Quadro 5: Legislações referentes ao Ruído aeronáutico.....	60
Quadro 6: Compilação dos estudos referente ao Plano diretor e suas implicações a aeroportos. .....	70
Quadro 7: Demonstrativo dos impactos entre Aeroporto e Cidade e Cidade e Aeroporto. ....	84
Quadro 8: Cidades selecionadas e seus Planos Diretores, 1950-2020.....	88
Quadro 9: Legislações municipais e Normatização brasileira sobre acústica urbana e poluição sonora.....	94
Quadro 10: Decretos e leis sobre acústica urbana da cidade de Maceió.....	95
Quadro 11: Parâmetros urbanísticos da ZE-1.....	98
Quadro 12: Diretrizes de integração sonora em planos diretores de cidades brasileiras.....	100
Quadro 13: PEZR e PBZR.....	110
Quadro 14: Diretrizes para o processo de revisão dos Planos Diretores que regem o Aeroporto Zumbi dos Palmares.....	118

## LISTA DE TABELAS

---

Tabela 1: Penalidades aplicadas em Hong Kong.....	51
Tabela 2: Nível de Avaliação NCA para ambientes externos em dB(A).....	55
Tabela 3: Nível de Avaliação NCA para ambientes externos em dB(A).....	57
Tabela 4: Dimensões de acordo com o número de operações de movimento de pouso e decolagem de acordo com o C-1 do RBAC 161/13 ANAC.....	67
Tabela 5: Números operacionais do Aeroporto Internacional de Maceió.....	77
Tabela 6: Dados referentes às cidades selecionadas para o Estudo de Repertório.....	89
Tabela 7: Recomendação da lei municipal sobre poluição sonora pelos ruídos que regem Maceió.....	96

## LISTA DE SIGLAS

---

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AEA - Agência Europeia do Ambiente

ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil

BDL - Associação de Aviação Alemã

BNDES - O banco nacional do desenvolvimento

BS - Normatização britânica

CAEP – *Committee on Aviation Environmental Protection*

CAN - *Committee on Aircraft Noise*

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção

CE - Comissão Europeia

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

DB - Decibéis

DBA – Decibéis com ponderação “A”

DEA - Departamento de Aviação Civil

DNL *Day Night Avarege Sound Level*

EIV – Estudo de Impacto da Vizinhança

FAA - Federal Aviation Administration

Hz - Hertz

IATA - Associação Internacional de Transporte Aéreo

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICAO - Organização da Aviação Civil Internacional

IEC - Comissão Eletrotécnica Internacional

INFRAERO - Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária

IPR ou LDN - Índice de Ponderado de Ruído

ISO - Organização Internacional de Normalização

Leq - Nível sonoro equivalente ponderado em “A”

MCZ - Maceió

NBR - Norma Brasileira

NCA – Nível de Critério de Avaliação

NNC – *Non Noise Certificated*

ONU - Organizações das Nações Unidas

PBZR – Plano Básico de Zoneamento de Ruído

PDE - Plano Diretor Estratégico

PDIR – Plano Diretor Aeroportuário

PEZR - Plano Específico de Zoneamento de Ruído

PNAC - Política Nacional de Aviação Civil

PPD - Pista de Pouso e Decolagem

PZR – Plano de Zoneamento de Ruído

RBAC - Regulamentos Brasileiros da Aviação Civil

SBMO - Aeroporto Internacional de Maceió

SILÊNCIO - Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora

UFAL – Universidade Federal de Alagoas

UERN – Universidade Estadual do Rio Grande Do Norte

ZDE - Zonas de Diretrizes Específicas

ZE - Zona de Expansão

ZEA - Zona Especial do Aeroporto

ZOE - Zona de Ocupação Especial

## SUMÁRIO

---

<b>RESUMO.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE QUADROS .....</b>	<b>xi</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>xii</b>
<b>LISTA DE SIGLAS .....</b>	<b>xiii</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>18</b>
1.1 Considerações Iniciais .....	18
1.1.2 Problemática .....	20
<b>1.2 OBJETIVOS .....</b>	<b>21</b>
1.2.1 Objetivo Geral.....	21
1.2.2 Objetivos específicos.....	21
<b>1.3 Estrutura da pesquisa .....</b>	<b>22</b>
<b>1.4 Procedimentos de pesquisa .....</b>	<b>23</b>
<b>2 O CRESCIMENTO DAS CIDADES.....</b>	<b>26</b>
<b>2.1 A Urbanização e a Cidade .....</b>	<b>26</b>
2.1.1 Planejamento urbano.....	28
2.1.2 Plano Diretor (PD) .....	31
2.1.3 Zoneamento Urbano.....	34
2.1.4 Configurações Urbanas .....	38
<b>2.2 Considerações .....</b>	<b>41</b>
<b>3 POLUIÇÃO SONORA .....</b>	<b>43</b>
<b>3.1 Ruído ambiental.....</b>	<b>43</b>
3.1.1 Ruído aeronáutico .....	47
<b>3.2 Ruído e Legislações.....</b>	<b>49</b>
3.2.1 Normas acústicas .....	50

3.2.2 Normas e legislações de ruído aeronáutico.....	57
<b>3.3 Plano de Zoneamento de Ruído - PZR .....</b>	<b>64</b>
3.3.1 Plano Diretor Aeroportuário .....	67
<b>3.3.2 Trabalhos relacionados .....</b>	<b>69</b>
<b>3.4 Cidades e seus aeroportos .....</b>	<b>73</b>
<b>3.5 Estudo de repertório.....</b>	<b>86</b>
<b>3.6 Considerações .....</b>	<b>90</b>
<b>4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>92</b>
<b>4.1 Etapa 01: Definição e caracterização do objeto de estudo.....</b>	<b>93</b>
<b>4.2 Etapa 02: Levantamento de dados .....</b>	<b>93</b>
<b>4.3 Etapa 03: Investigação dos instrumentos de controle .....</b>	<b>94</b>
<b>4.4 Etapa 04: Cruzamento e análise dos dados obtidos .....</b>	<b>95</b>
<b>5 ANÁLISE E DIAGNÓSTICO.....</b>	<b>100</b>
<b>5.1 Análise dos Planos Diretores sobre acústica urbana de cidades brasileiras .....</b>	<b>100</b>
<b>5.2 Avaliação das características físicas da circunvizinhança do objeto de estudo.....</b>	<b>105</b>
5.2.1 O Plano Diretor de Maceió e Rio Largo .....	112
<b>5.3 Propostas e Diretrizes.....</b>	<b>117</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>122</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>125</b>
<b>ANEXO A.....</b>	<b>133</b>

## 1 INTRODUÇÃO

---

### 1.1 Considerações Iniciais

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.

Na visão do professor Milton Santos (2005), a urbanização no Brasil refere-se à tradução de uma complexidade social que se deu frente à expansão do consumo, impulsionando relações com o território, integrando-os e criando uma nova base econômica, resultando em uma nova forma de pensar o espaço.

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 efeitos em aumentar vertiginosamente a frota de automóveis no Brasil.

A demanda por transporte, de pessoas ou mercadorias, não podem ser plenamente atendidas 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, como 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).

Para algumas pessoas, uma cidade desenvolve-se ao crescer, ao se expandir, ao conhecer uma modernização do seu espaço e dos transportes, ao ter algumas áreas embelezadas e remodeladas. Esquecem-se duas coisas: os custos sociais e ambientais, de tais progressos, via de regra muito seletivos, social e espacialmente; e o contexto mais amplo (regional, nacional, internacional) de tais melhoramentos, os quais, normalmente, significam que está em curso (...) O desenvolvimento estritamente econômico (isto é, crescimento mais modernização tecnológica) em uma cidade capitalista costuma cobrar um alto preço (SOUZA, 2020, pág. 95-96).

Souza (2020) 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.

Os instrumentos urbanísticos consistem em grandezas e índices que medem aspectos relevantes relativos à densidade e a paisagem. Eles são, ao lado dos zoneamentos, as ferramentas de uso mais corriqueiras no planejamento urbano (SOUZA, 2020).

Por falta de atenção às ferramentas urbanísticas há a crescente problemática como os congestionamentos rodoviários que intensificam o aumento da poluição do ar e sonora, trazendo ainda mais prejuízos para o ser humano. Faz-se assim pensar o planejamento das cidades adotando o Plano diretor como instrumento de organização e mitigador de conflitos existentes e dos que ainda podem estar por vir.

Com as regras atuais de uso e ocupação do solo os investimentos imobiliários privados tendem a concentrar-se em certas zonas restritas da cidade, da qual a infraestrutura já é intensamente utilizada, obrigando o Poder Público a expandi-la continuamente. Upham (2003) observa que a perturbação relativa ao ruído dos aviões é provavelmente a questão mais importante que afeta o funcionamento e o desenvolvimento de aeroportos ao redor do mundo e, portanto, a sua capacidade. O ruído aeronáutico tem sua origem, na maior parte dos casos, em eventos discretos como o pouso e a decolagem das aeronaves.

Existem diversas fontes de ruído em aeroportos oriundas das operações em terra, que envolvem o abastecimento, movimentação e manutenção das aeronaves, entretanto, as operações de pouso e decolagem das aeronaves são consideradas as principais fontes de ruído de um aeroporto (BENTES, 2013).

O ruído aeronáutico é considerado o principal problema ambiental decorrente da atividade aeroportuária, em particular no entorno de aeroportos (BERGLUND et al., 1999). Com a ausência de um planejamento adequado de ocupação no entorno de aeródromos irá provocar, a médio e longo prazo, um conflito previsível entre essa ocupação e a atividade aeronáutica (DAMIÃO & ROCHA, 1998).

De acordo com os Regulamentos Brasileiros da Aviação Civil é definido pela RBAC 161 diz que 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) município(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's aprovados.

No contexto da poluição causada pelas operações aeroviárias, tem-se o Aeroporto Internacional de Maceió, cuja sigla ICAO (*International Civil Aviation Organization*) é a SBMO, que é o vigésimo primeiro em movimentação de aeronaves e de passageiros no Brasil. Por sua localização geográfica, tem uma média diária de quase sete mil passageiros e média de vinte operações regulares por dia (INFRAERO 2020).

O aumento do fluxo aeroviário versus o adensamento populacional em áreas lindeiras ao SBMO sugere uma situação conflituosa entre os atores envolvidos em regiões circunvizinhas ao aeroporto, sendo essa uma área com potencial crescimento residencial.

### 1.1.2 Problemática

Os aeroportos são elementos cruciais para a economia local de uma cidade, como é o caso da cidade de Maceió que tem o setor turístico como um dos mais rentáveis do estado. Esse serviço necessita de instrumentos que permitam pensar a cidade em conjunto com suas instalações e expansões, no intuito de minimizar os impactos gerados à população existente nas áreas urbanas limítrofes aos sítios aeroportuários, evitando também possíveis impactos econômicos da região por riscos de restrições aeroportuárias, que inviabiliza as operações.

As operações aeroportuárias e as ocupações urbanas no entorno dos aeroportos apresentam conflitos nessas relações, validando a emergente necessidade do adequado uso e ocupação do solo nas cidades. Neste âmbito, colocam-se as seguintes questões de pesquisa:

Os conflitos existentes entre a operação dos aeroportos e comunidades localizadas no entorno desses equipamentos, são consequência da incompatibilidade das prescrições dos planos aeroportuário e urbano?

O processo de ocupação do entorno dos aeroportos seguiu padrões indicados nos Planos aeroportuários e urbanos?

A construção das legislações municipais está levando em consideração o Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares?

Quais diretrizes de integração poderiam contribuir com o auxílio do Plano Diretor das cidades de Maceió e Rio Largo?

## **1.2 OBJETIVOS**

---

### **1.2.1 Objetivo Geral**

O presente trabalho visa apresentar diretrizes que auxiliem a conexão entre os instrumentos da política de desenvolvimento com os da infraestrutura aeroportuária, tendo em vista o Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares, para auxiliar no controle de impacto do ruído aeroportuário.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

a. Analisar as legislações pertinentes ao planejamento urbano e aeroportuário do Aeroporto Zumbi dos Palmares, identificando as principais divergências que possibilitam os conflitos entre os planos diretores;

b. Verificar a compatibilidade do plano diretor e das leis de uso e ocupação do solo dos municípios de Maceió e Rio Largo em relação ao atual Plano de Zoneamento de Ruído;

c. Confrontar o Plano de Zoneamento de Ruído do Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares ao planejamento urbano e aeroportuário, identificando as principais divergências que possibilitam os conflitos entre os planos diretores das cidades de Maceió e Rio Largo.

### 1.3 Estrutura da pesquisa

A pesquisa está organizada em 04 capítulos de acordo com o fluxograma apresentado abaixo.

O capítulo intitulado “**O Crescimentos das Cidades**” trata da revisão documental referente ao estudo do crescimento urbano referente à urbanização das cidades relacionando aos instrumentos e elementos que a compõem, sendo eles: plano diretor, zoneamento urbano e configurações urbanas. É apresentado a partir dessa revisão o estudo de repertório com a síntese dos dados referentes às sete cidades selecionadas por caráter similar ao do objeto de estudo.

O capítulo “**Poluição Sonora**” apresenta a estruturação referente à temática da poluição sonora com o destrinchar das relações entre o ruído e as normas e legislações acústicas e aeronáuticas, além da apresentação das cidades para o estudo de repertório.

Posteriormente são apresentados os **Procedimentos Metodológicos** utilizados na elaboração do trabalho. A metodologia adotada consiste no levantamento de diretrizes acústicas aplicadas em cidades brasileiras com cenário semelhante ao do objeto de estudo e a compatibilidade desses dados com o plano diretor e as leis de uso e ocupação do solo dos municípios de Maceió e Rio Largo em relação ao Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares.

Por fim apresentam-se a **Análise e Diagnóstico** da pesquisa que expõe a análise do levantamento de dados – resultados objetivos obtidos por meio de diretrizes que foram desenvolvidas a partir de análises de casos e proposições construídas por estudos similares e as considerações finais do trabalho, abordando as principais conclusões, as respostas as hipótese e proposições de trabalhos futuros. Será apresentado o procedimento de estudo de repertório dos Planos Diretores que regem os aeroportos das seguintes cidades: São Paulo-SP, Rio de Janeiro-RJ, Recife-PE, Manaus-AM, Fortaleza-CE, Brasília-DF e Porto Alegre-RS. Nesse capítulo também serão apresentadas as **Considerações finais** do trabalho e futuras abordagens para pesquisa.

#### 1.4 Procedimentos de pesquisa

Este trabalho utilizou como orientação para desenvolvimento metodológico os aspectos relevantes para caracterização dos equipamentos da cidade, demonstrando sua importância no desenvolvimento econômico e social e sua relação com o crescimento da periferia no entorno de aeroportos a partir de pesquisas e dados publicados nas bibliografias de referência.

O estudo trata de uma pesquisa Documental, com uso de fontes primárias, utilizando como material fonte de informações principais as leis e normatizações vigentes.

O objeto selecionado para o estudo trata do Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares, que foi selecionado por ter conflitos e divergências nas normatizações e leis vigentes referentes à sua implantação. Essa pesquisa é usada juntamente com a pesquisa bibliográfica criando-se um vínculo entre o discurso teórico e a realidade apresentada nos documentos não científicos.

Para análise da problemática foram levadas em consideração operações aeroportuárias, o uso e ocupação do solo no entorno do equipamento relacionado estudando os planos urbanos e seus instrumentos. A elaboração da análise estende-se a leitura dos instrumentos legais e documentos técnicos que orientam os planos urbanos e aeroportuários.

Com a sistematização do ruído aeroportuário com o sítio aeroportuário e as atrações urbanas para o seu entorno, a qual induz a conflitos entre ocupação territorial e operações aeroportuárias, como: i) implantação de zonas residenciais, em especial as zonas de interesse social sem qualquer tratamento acústico nas residências e em áreas urbanas, ii) implantação de equipamentos públicos sem análise do impacto ambiental desse, tais como escolas e centros de saúde (postos, hospitais, clínicas, etc) iii) gabaritos que firmam as rampas de aproximação e decolagem de aeronaves ou áreas de transição.

A partir do conjunto de planos estudados de casos similares é utilizado para o planejamento aeroportuário com destaca o Plano de Zoneamento de Ruído – PZR, para o estudo de interface entre o uso do solo e as necessidades do aeroporto e do desenvolvimento de sua circunvizinhança dado que esse cenário é um dos maiores conflitos do aeroporto tomado para estudo.

A partir das ideias e palavras-chave definidas para estruturar a pesquisa, foi possível elaborar a nuvem de palavras (Figura 1), na qual se podem observar as palavras mais recorrentes nas referências analisadas.

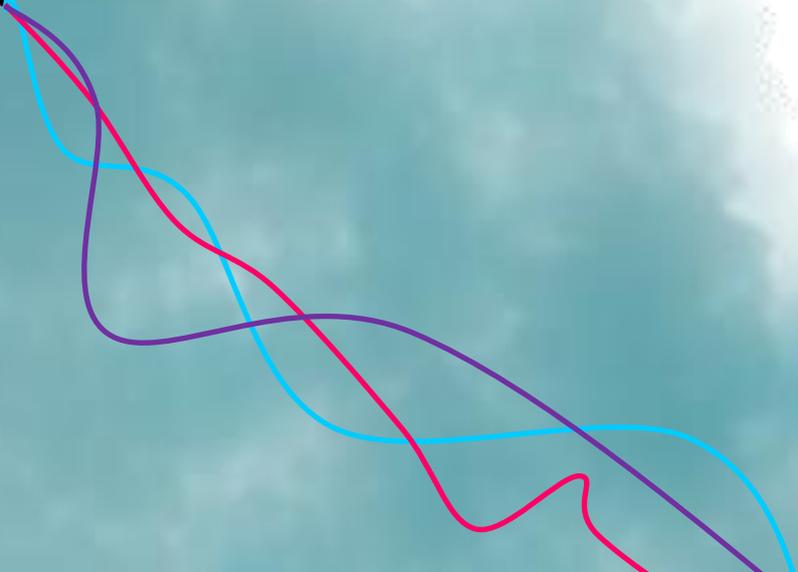
Figura 1: Nuvem de palavras-chave, a partir dos artigos selecionados para estudo.



Fonte: A autora 2021, baseados em dados extraídos das referências selecionadas.



# **O Crescimento das Cidades**



## 2 O CRESCIMENTO DAS CIDADES

---

### 2.1 A Urbanização e a Cidade

Brito & Souza (2005) elencam que a expansão urbana no Brasil é recente, tendo seu início articulado a um conjunto de mudanças estruturais na economia e na sociedade brasileira a partir da década de 30 do século 20, mas somente em 1970 os dados censitários revelaram uma população urbana superior a rural.

Nos aglomerados metropolitanos, tem havido uma tendência ao deslocamento das atividades econômicas, principalmente as industriais, das capitais para os outros municípios, como decorrência das pressões do capital imobiliário pelo uso dos espaços urbanos mais nobres e pela ação do Estado – o que promove a regionalização econômica e facilita as economias de aglomeração. Essa realocação espacial das atividades econômicas e a ação concomitante do capital imobiliário proporcionaram uma redistribuição espacial da população através de uma intensa migração – prioritariamente, entre a capital dos aglomerados urbanos e os municípios vizinhos (BRITO; SOUZA, 2005).

As mudanças econômicas e as consequentes migrações têm implicado num grande movimento pendular da população: entre os residentes nos municípios vizinhos e a capital; e entre essa última e os primeiros, ainda que numa proporção menor (BRITO; SOUZA, 2005).

Em um século, a população mundial total cresceu vertiginosamente, de 1,65 bilhão de pessoas, por volta de 1900, para seis bilhões no ano 2000; estima-se que esse crescimento atingirá a marca de nove bilhões no ano de 2050. Grande parte desse dramático crescimento ocorre nas áreas urbanas (...) acredita-se que 75% da população mundial viveremos em áreas urbanas. O rápido crescimento das populações urbanas dos países emergentes é o catalisador de muitos problemas e desafios (GEHL, 2013).

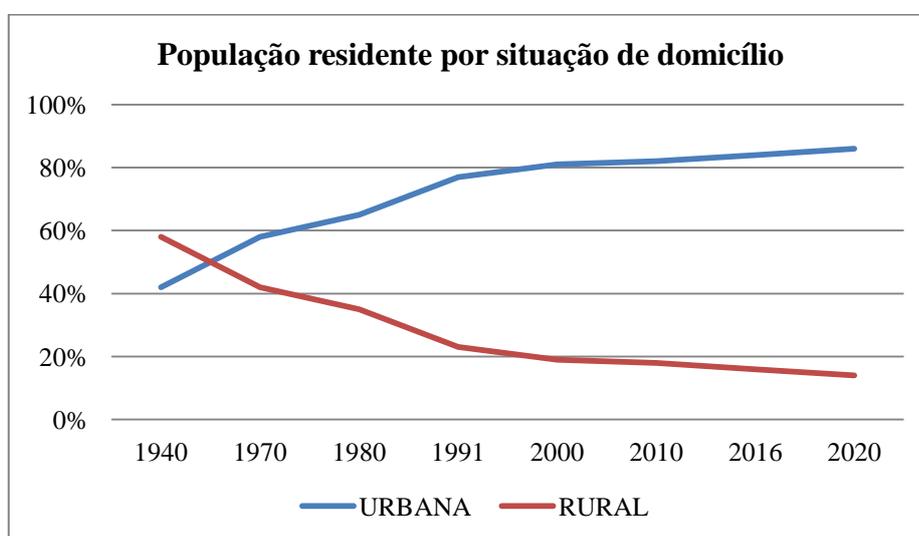
Quando o tráfego motorizado não é predominante, as funções tradicionais do espaço urbano como ponto de encontro, local de comércio e espaço de conexão continuam em equilíbrio como ocorre em Hutong na cidade de Pequim na China (GEHL, 2013).

A partir dos dados de levantamento dos últimos CENSOS é perceptível a crescente migração da população rural para os centros urbano.

Em 1960 a maioria da população brasileira (55%) vivia em áreas rurais, sendo na década de 70 que esses dados se inverteram e 56% da população passou a viver na área urbana. Esta distribuição populacional das áreas urbanas continuou em crescimento e, de acordo com o Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010), (PONTES, 2016).

No ano de 2020, apesar de não ter tido o levantamento CENSO 2020 por conta da pandemia do novo coronavírus, de acordo com dados do próprio IBGE, 86% da população brasileira, de um total de aproximadamente 212 mil pessoas, vive em áreas urbanas, as mudanças e crescimento da população urbana podem ser constatados no Gráfico 1.

Gráfico 1: População residente por situação de domicílio, 2010.



Fonte: IBGE, 2010 disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=destaques>>. Acesso em: 08 nov 2020.

Atualmente, o Brasil se aproxima dos 213 milhões de habitantes com 86% vivendo em cidades. Nenhum outro país no planeta teve crescimento semelhante. Conforme explica Pedro Malan: “para uma comparação, o aumento da população urbana nos Estados Unidos entre 1950 e hoje foi inferior a 2,7 vezes. Nem China nem Índia, com populações urbanas de, respectivamente, 57% e 33% do total – apesar de, em números absolutos, terem populações urbanas muito maiores que a do Brasil –, apresentaram aumento por um fator sequer perto de 9,4 vezes de 1950 ao presente”. No que diz respeito à concentração populacional brasileira nas cidades, ocorre a distribuição na forma de metrópoles, cidades grandes e médias. Sendo, o crescimento das cidades médias na rede urbana um papel importante para a urbanização brasileira, de acordo com Braga e Carvalho (2004).

A alta concentração populacional nas cidades brasileiras acarreta cada vez mais problemas relacionados à falta de planejamento urbano, e até mesmo em cidades planejadas, como Brasília (DF) e Curitiba (PR), o aumento da população urbana e a insuficiência de infraestrutura para atendê-las têm ocasionado problemas relacionados à moradia e permanência nas cidades.

A remodelação do território brasileiro nos últimos seis decênios deve-se em muito ao desenvolvimento dos transportes rodoviários e aeroviários. As regiões do país tornaram-se fisicamente mais acessíveis e econômica e socialmente mais interligadas com a implantação sucessiva dos distintos sistemas de objetos e ações para a circulação de automóveis e aviões e o transporte de pessoas e bens. A modernização do aparato produtivo e a aceleração dos processos de urbanização e regionalização são concomitantes a essa integração territorial e, em boa medida, dependentes das condições de acessibilidade e fluidez dos deslocamentos, que se estabelecem com os caminhos terrestres e aéreos (GOMES & BAYER, 2011).

Partindo desse contexto, o sistema aeroportuário diferencia-se do rodoviário, embora dele dependa e complemente-o. Contendo suas características técnicas e materiais de espécie distinta, o sistema aeroportuário se distingue não simplesmente, e em si, pelo ganho de tempo nos percursos que o definem e pelo alcance geográfico mais globalizado que possibilita, mas pela dinâmica relacional que estabelece, de modo mais exclusivo ou reservado, entre certas localizações, certos circuitos produtivos ou círculos de cooperação, certos agentes sociais.

### **2.1.1 Planejamento urbano**

O planejamento urbano é identificado como uma política pública, tendo o Estado como ator principal que impõe considerar as transformações do papel do Estado na sua relação com a sociedade.

Um processo que parte da criação e desenvolvimento de soluções que possibilitam a melhora ou revitalizar certos aspectos dentro de uma determinada área urbana ou do planejamento de uma nova área urbana com o intuito de proporcionar aos usuários benefícios na qualidade de vida.

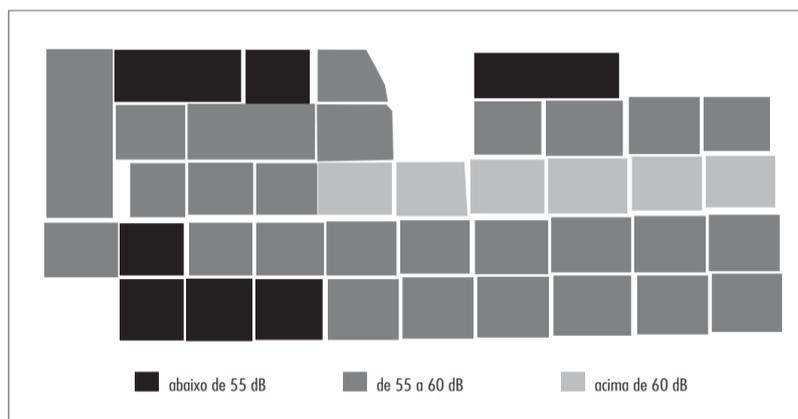
O planejamento urbano vem sendo reinterpretado, sendo identificado como um instrumento de política higienista, que visava combater a disseminação de doenças infectocontagiosas por meio de obras públicas; mais tarde, foi utilizado para difundir o urbanismo tecnocrático modernista, caracterizado pela magnificação do poder da tecnologia e de um paradigma replicável em qualquer cidade; a intensificação do crescimento da população urbana suscitou, por sua vez, o surgimento de movimentos sociais urbanos que colocaram em xeque a atuação do Estado e do planejamento tecnocrático (SANTOS, 2006).

Ao longo do século XX, novos e complexos problemas surgiram em função da alta densidade demográfica em algumas cidades, fazendo emergir problemas que somente poderiam ser enfrentados com soluções coletivas, como são os casos do saneamento, do transporte urbano e a poluição sonora que é resultado da combinação da falta de planejamento urbano.

A partir de estudos feitos por Mendonça et al (2013) no município de São Carlos, é possível observar que as quadras mesmo com características similares de pavimentação, os níveis alcançados de ruídos podem ser atribuídos em sua grande parte ao fluxo de tráfego, aos maiores limites de velocidade permitidos nos eixos principais e suas interações com todo o ambiente construído do entorno como pode ser visto na figura 2.

O adensamento representa o aumento no fluxo de veículos e, conseqüentemente, intensificação da fonte sonora. Portanto, as diretrizes gerais de ocupação nessa área deveriam ser mais restritivas em relação às quadras cuja classe corresponde àquela acima de 60 dBA. Mesmo as quadras que se encontram no limite, entre 55 e 60 dBA, indicam que o adensamento nessa área deve ser bastante cauteloso (MENDONÇA et al, 2013).

Figura 2: Mapeamento das classes acústicas de quadras urbanas para horários de pico na cidade de São Carlos (São Paulo, Brasil).



Fonte: Mendonça, Suriano, Souza & Viviani, 2013.

Estudos de Salomons e Pont (2012) afirmam que o efeito da densidade populacional e de veículos no ruído ambiente nas cidades de Amsterdam e Rotterdam e concluíram que há uma ligação direta entre estes dois parâmetros e o incômodo devido a excesso de ruído. Além do posicionamento dos edifícios nas quadras, alinhados, alternados ou aleatoriamente distribuídos, tem influência direta no nível de ruído que incide nas fachadas dos mesmos.

Fatores como altura dos edifícios e taxa de ocupação do terreno influenciam na distribuição do ruído ambiente já que as reflexões nas fachadas podem redirecionar a energia sonora ou até mesmo amplificá-la (WEBER, HAASE & FRANCK, 2014).

De acordo com Aiza, Jjimenez e Rave (2014) o efeito da morfologia urbana na propagação do ruído ambiental, sendo que quando esta é simétrica tende a gerar uma maior distribuição da energia sonora, possibilitando uma condição mais uniforme, mas que pode atender ou não aos critérios normalizados. A morfologia irregular dificulta a propagação do ruído ambiente, o que pode gerar local mais ou menos impactado pela energia sonora. Desta forma a morfologia urbana deve receber uma atenção especial do planejamento urbano (2014 apud BRITO & MONTEIRO, 2015).

Na escala urbana, são necessárias ações que determinem critérios para a realização de atividades em determinadas regiões dentro de uma visão global da cidade. Daí a importância para a realização de um planejamento urbano eficaz e consciente que possa prever, particularmente, os impactos acústicos devido às alterações nas áreas urbanas, seja, no sistema viário, no uso e ocupação do solo ou na própria edificação e com isso estabelecer diretrizes para o desenvolvimento e organização dos espaços de uma cidade (MACEDO e SLAMA, 2000; NAGEM, 2004).

Embora existam diferenças entre programas de redução do nível de ruído em vários países, o aspecto comum neste campo inclui: o planejamento de novas zonas residencial e industrial, de estradas e de aeroportos; participação da população durante ou em etapas posteriores à fase de planejamento, através de reclamações e comentários, além da avaliação do nível de ruído de diferentes fontes segundo regulamentos e leis (CVETKOVI & PRAŠEVI, 2000 apud GUEDES, 2005).

### 2.1.2 Plano Diretor (PD)

Seguindo as recomendações da Constituição de 1988, **Art. 182**. A política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei têm por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes. § 1º - O plano diretor, aprovado pela Câmara Municipal, obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana.

O Plano Diretor é um instrumento da política urbana brasileira que consiste na orientação de ações que acontecem no território. É responsável por ditar todas as questões de desenvolvimento urbano dos municípios, estabelecendo princípios, diretrizes e normas para ações que contemplam desde a construção de uma residência até a abertura de uma nova avenida (BRASIL, 2001).

Uma das questões importantes neste assunto é o zoneamento de terrenos. Ele serve para impor limites, controlando o uso e tamanho das edificações. Em determinadas regiões, por exemplo, pode haver limitação no número de pavimentos para a construção de prédios novos. Algumas zonas do município podem não suportar a construção de empreendimentos grandes, interferindo no cotidiano da área e causando impactos ao longo da reforma.

A funcionalidade do plano diretor é definida inicialmente no Estatuto da Cidade: Art. 42. Onde define que: O plano diretor deverá conter no mínimo: I – a delimitação das áreas urbanas onde poderá ser aplicado o parcelamento, edificação ou utilização compulsória, considerando a existência de infraestrutura e de demanda para utilização, na forma do art. 5 o desta Lei; II – disposições requeridas pelos arts.: • 25 (direito de preempção) • 28 (outorga onerosa do direito de construir) • 29 (outorga onerosa para alteração de uso do solo) • 32 (operações urbanas consorciadas) • 35 (transferência do direito de construir) III – sistema de acompanhamento e controle (BRASIL, 2001).

Em relação aos impactos da produção imobiliária, (2000 apud SILVA, 2014) expõe que os empreendedores sempre se conformaram como agentes fundamentais na definição dos eixos de desenvolvimento e expansão das cidades. No caso das zonas adensáveis, o zoneamento contribuiu, no caso específico da verticalização, para uma sobrevalorização e maximização dos investimentos do capital em suas múltiplas formas: o fundiário, o produtivo, o imobiliário e o financeiro na produção do espaço urbano (1991 apud SILVA, 2014).

É possível prever a partir do trabalho desenvolvido por Silva (2014) que o zoneamento continua sendo uma das estratégias mais difundidas de regulação urbanísticas no Brasil, seguido pelo controle do parcelamento do solo, sendo esse um dos únicos instrumentos de política fundiária que, desde os anos 60, tem resultado da formulação de Planos Diretores e outras ações compreensivas de planejamento urbano.

Assim, a forma urbana tornou-se produto de estratégias políticas e econômicas, em que as diferenças são cada vez mais esmagadas em nome do progresso e o fetichismo da forma mercadoria amplia como elemento de consumo pelas diversas faixas de renda, transformando a forma em “objeto de desejo”.

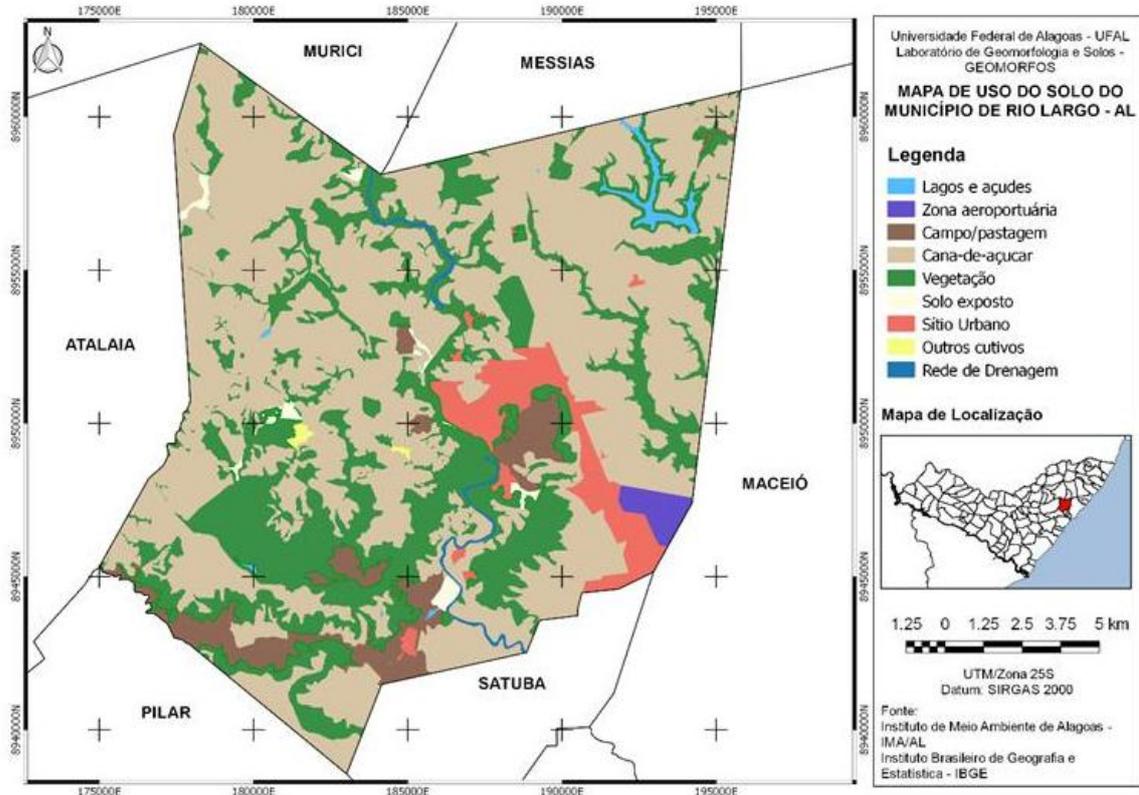
Entendendo a forma urbana como fruto da diversidade de possibilidades da produção social do espaço, mediada por seus agentes, sejam eles ligados a força do capital, sejam eles definidores das políticas ou consumidores do espaço (CARLOS, 2007).

Na Constituição Federal do Brasil, o inciso VII do art.30 cita o município como responsável pelo planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano. Os municípios utilizam-se do plano diretor e código de urbanismo e edificações para instrumentos da política de desenvolvimento e expansão urbana.

Em 2005, o novo aeroporto Zumbi dos Palmares foi construído em uma área de disputa dos municípios de Maceió e Rio Largo, resultando em uma divisão dos impostos estaduais. Na demarcação de limites referenciada pelo IBGE em 2010, aparece o contorno do antigo aeroporto – Campo dos Palmares, sendo localizado no município de Rio Largo - Alagoas, porém sua área de influência abrange também o município de Maceió (Figura 3).

Analisando o mapa de macrozoneamento municipal pertencente ao Plano Diretor (Figura 3), temos a área urbana do entorno do aeroporto classificada como macrozona de restrição à ocupação, e a parte referente a área rural como macrozona de manejo sustentável.

Figura 3: Mapa de uso do solo do município de Rio largo – AL.



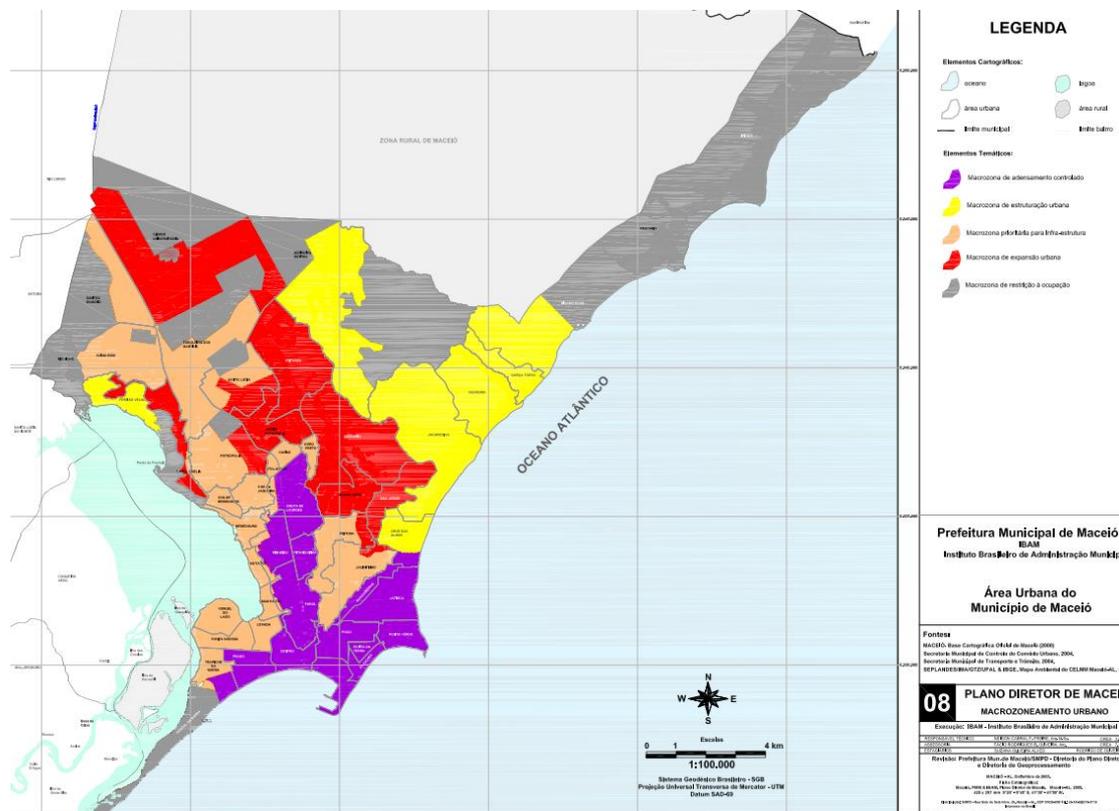
Fonte: Instituto de Meio Ambiente de Alagoas – IMA/AL.

De acordo com o Plano Diretor de Maceió (2005) CAPÍTULO V: DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO: Seção I dos objetivos e diretrizes gerais:

Art. 117. São objetivos para a ordenação do uso e ocupação do solo no Município de Maceió: I – promover a integração de toda a população aos benefícios decorrentes da urbanização; II – garantir o desenvolvimento sustentável no uso e ocupação do solo; III – distribuir as atividades no território, de modo a evitar incompatibilidades ou inconveniências para a vizinhança; IV – garantir a qualidade da paisagem urbana; V – minimizar os conflitos viários. Art. 118. São diretrizes para a ordenação do uso e ocupação do solo no Município de Maceió: I – controle do adensamento populacional e da instalação de atividades de acordo com: a) potencial de infraestrutura urbana instalada e prevista; b) condições de ocupação existente; c) capacidade de suporte do meio físico natural; II – redistribuição dos investimentos públicos e de serviços e equipamentos urbanos e coletivos, de modo a promover a justiça social; III – estudos para a ampliação e disciplinamento do uso e qualificação dos espaços públicos da Cidade de Maceió; IV – ordenamento do uso do solo na área rural; V – coibição da ocupação e do uso irregulares.

A figura 4 apresenta o mapa de uso do solo do Município de Maceió – AL onde compreende uma parte do território do Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares.

Figura 4: Mapa de Macrozoneamento da cidade de Maceió – AL.



Fonte: Prefeitura Municipal de Maceió, 2005.

### 2.1.3 Zoneamento Urbano

No campo de estudo do planejamento urbano, são vastas as bases teóricas sobre o instrumento zoneamento, que demonstra seus princípios e propósitos de natureza política, ideológica, econômica e social.

Diante do aquecimento da produção imobiliária, através da exacerbação da terra e da forma urbana como mercadoria, entende--se que talvez a análise desse instrumento tenha sido pouco explorada quanto aos aspectos dos resultados da forma urbana a que ele se propõe a regular.

Em geral, as leis de uso e ocupação do solo – regido basicamente pela definição de índices urbanísticos e categorias de uso –, são o que de fato é aplicado pelas administrações municipais, regulando quase exclusivamente a atuação do setor privado de construção de média e alta renda. Ainda assim, sem resultar se quer em qualidade urbanística como é possível de ver na maioria das cidades brasileiras (ROLNIK, 2003).

Iniciando pelo entendimento do tema, que nada mais é que o instrumento utilizado nos planos diretores, através do qual a cidade é dividida em áreas sobre as quais incidem diretrizes diferenciadas para o uso e a ocupação do solo, especialmente os índices urbanísticos.

O zoneamento urbano atua, principalmente, por meio do controle de dois elementos principais: o uso e o porte (ou tamanho) dos lotes e das edificações. Através disso, supõe-se que o resultado final alcançado através das ações individuais esteja de acordo com os objetivos do município, que incluem proporcionalidade entre a ocupação e a infraestrutura, a necessidade de proteção de áreas frágeis e/ou de interesse cultural, a harmonia do ponto de vista volumétrico (NERY JUNIOR, 2002).

O zoneamento é um instrumento utilizado principalmente nos planos diretores, que nesse a cidade é dividida em áreas sobre as quais incidem diretrizes diferenciadas para o uso e a ocupação do solo, com relação aos índices urbanísticos. Alguns de seus principais objetivos de acordo com Juergensmeyer; Robert, 2003; Anderson (1995) são:

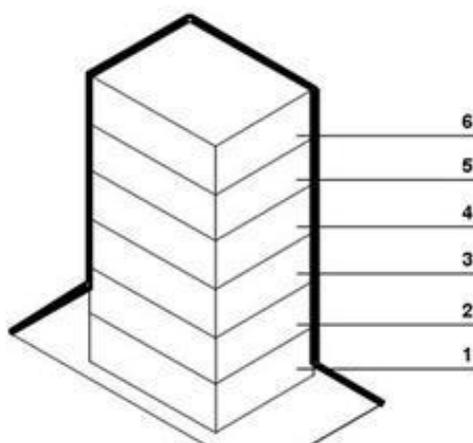
- Controle do crescimento urbano;
- Proteção de áreas inadequadas à ocupação urbana;
- Minimização dos conflitos entre usos e atividades;
- Controle do tráfego;
- Manutenção dos valores das propriedades e do *status quo*.

As primeiras legislações urbanísticas para o conjunto da cidade respaldam--se fortemente na concepção dos códigos de obras e posturas, desenvolvidos para lidar principalmente com as questões de ordem sanitárias advindas das diferentes tipologias de moradia, comércio e serviços existentes na época. Para além do conteúdo técnico, também afirma que a montagem dessa estrutura, assim como sua atuação, em geral, caracterizava--se fundamentalmente consuma gigantesca ferramenta em favor da proteção do patrimônio de suas elites, sobretudo no caso paulistano. A esfera pública da cidade confundia--se permanentemente com os interesses das classes dominantes, que definiam quais projetos e planos deveriam ser elaborados para quais áreas da cidade (fosse a abertura de bulevares, a implantação de bairros e jardins, fosse a abertura de avenidas ou retirada de cortiços) (ROLNIK, 2003).

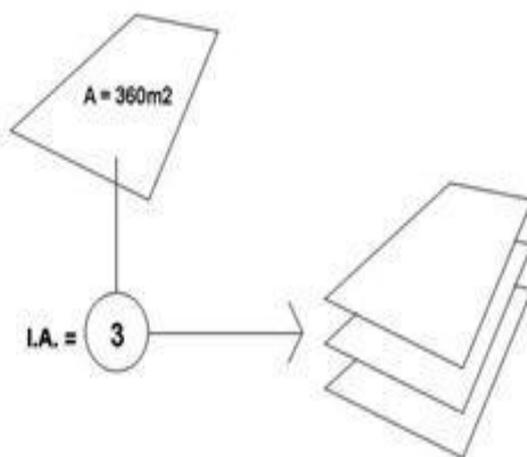
O crescimento acelerado da população urbana brasileira associada a um modelo de expansão rarefeita e de baixa densidade provoca o fenômeno definido como espraiamento<sup>1</sup> ou *urban sprawl*, que tem se mostrado insustentável para o exercício da mobilidade urbana (PONTES, 2010).

Com relação ao Controle da intensidade de ocupação é definido o porte da edificação, este que é controlado através de índices que estabelecem, por exemplo:

- O número máximo de pavimentos e/ou a altura total da edificação;

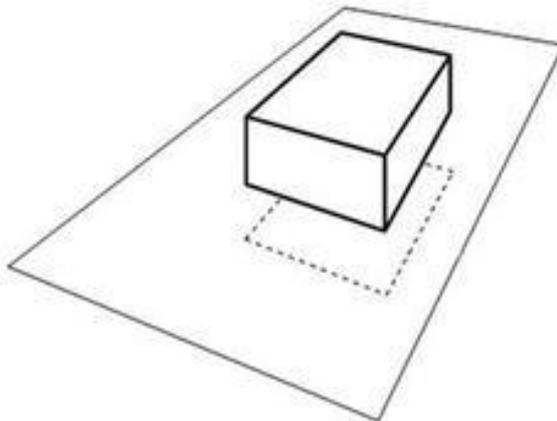


- O Coeficiente de Aproveitamento máximo do lote (CA), que representa a área máxima possível de ser construída dividida pela área do lote;

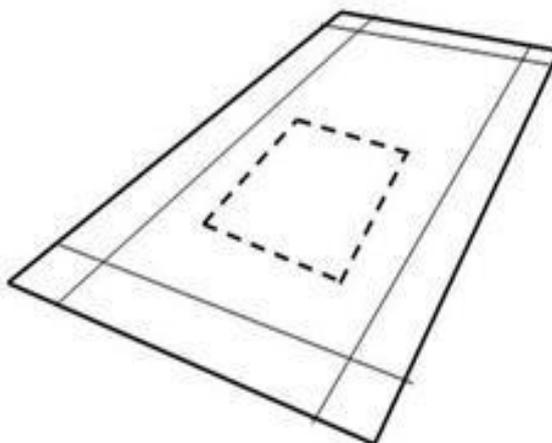


<sup>1</sup> Fenômeno caracterizado pela expansão horizontal das cidades muito antes de se atingir uma densidade demográfica ideal. Comum em bairros ou cidades dormitório que surgem numa região mais afastada ou na área metropolitana de uma grande cidade.

- A taxa de ocupação máxima permitida para o lote;



- Os afastamentos frontal, laterais e de fundos; e o tamanho mínimo do lote.

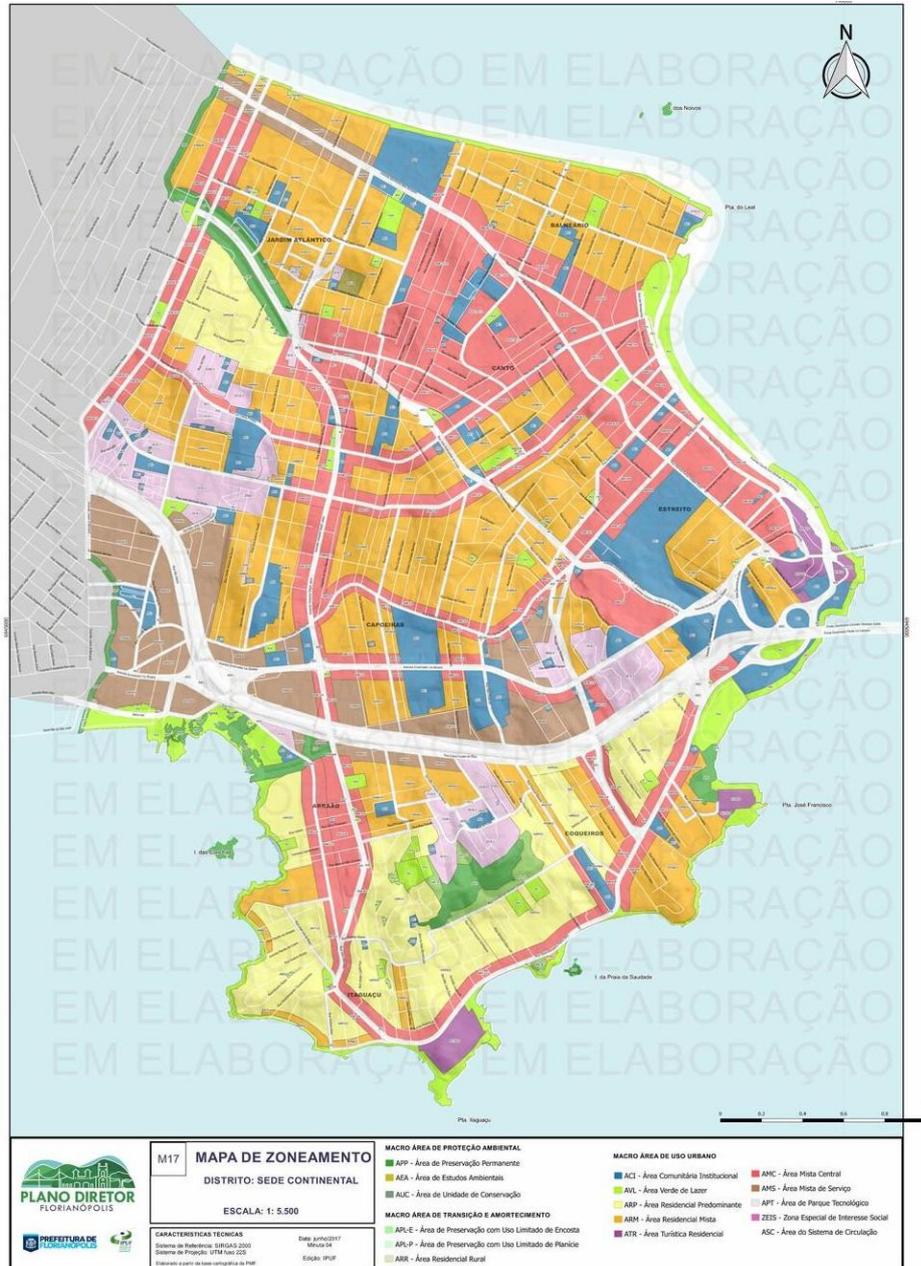


Fonte: IPUF - Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis. Acesso em: 21 abr. 2020.

Devido ao desenvolvimento tecnológico que permite o provimento de infraestrutura urbana e meios de transporte que deram suporte a dinâmica do consumo foi possível ocorrer o aumento da dimensão das cidades. O crescimento das cidades coincide então com a popularização do automóvel e com o processo fordista de produção industrial, sendo contribuinte de transformações profundas na dinâmica sócio espacial dos lugares (PONTES, 2010). A figura 5 expõe a proposta do Plano Diretor em discussão para os distritos das chamadas Sede Continente e Sede Ilha que expõe o mapa de zoneamento da cidade de Florianópolis-SC.

## DESENVOLVIMENTO DE DIRETRIZES PARA REDUÇÃO DO IMPACTO DO RUÍDO AEROPORTUÁRIO: Estudo do Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares.

Figura 5: Propostas do Plano Diretor em discussão para os distritos das chamadas Sede Continente e Sede Ilha.



Fonte: Joana Caldas/G1 disponível em: <https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/florianopolis-no-papel-veja-propostas-do-plano-diretor-para-continente-e-centro.ghtml>.

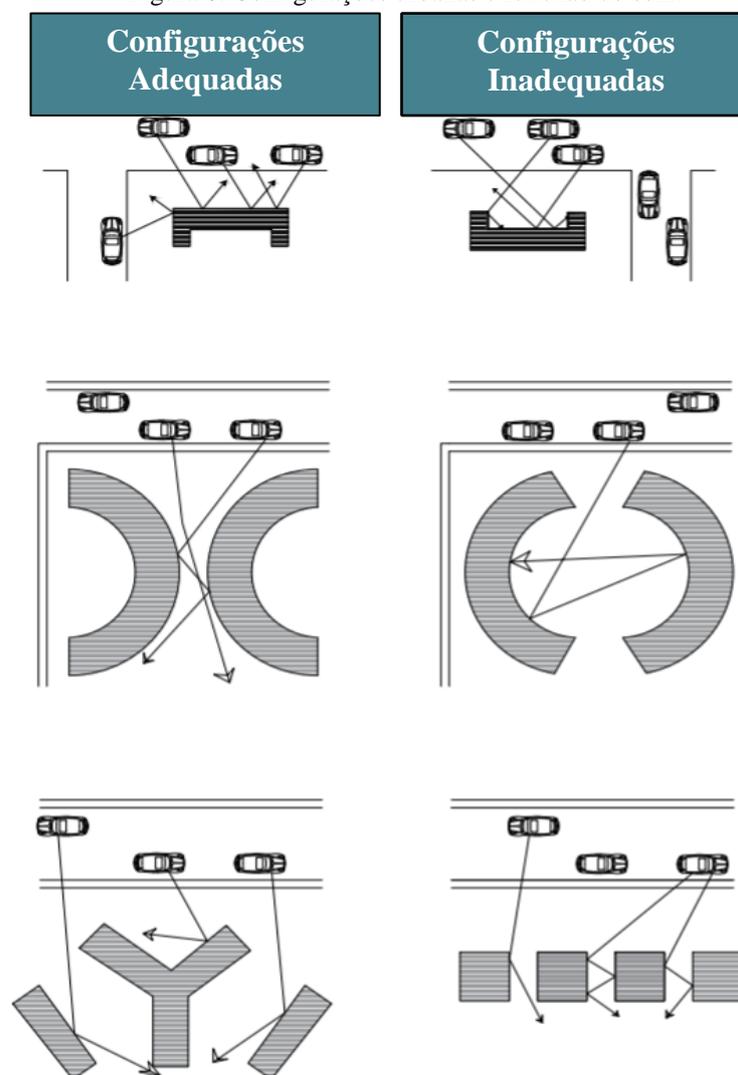
### 2.1.4 Configurações Urbanas

De acordo com BRAGA (2004) o controle do ruído é uma ação que visa obter de ruídos aceitáveis e recomendados pelas normas e legislações em determinados ambientes, consistentes com os aspectos econômicos, operacionais, legais, médicos, psicológicos e culturais. Para a adoção de medidas de controle de ruído faz-se necessária a caracterização do problema, identificando a fonte sonora responsável, a trajetória de transmissão e o receptor.

A hierarquia do controle de ruído segue primeiramente pelo controle da fonte de origem, o controle na trajetória de transmissão; e por último o controle no receptor. Sendo assim, o controle na fonte sonora o mais eficiente. Entretanto, como na maioria das situações o problema surge depois da fonte já instalada, tornando-se inviável o tratamento na fonte, recaindo o controle de ruído normalmente sobre a trajetória de transmissão (2011, apud MOURA, 2012 p. 66-67).

Algumas medidas mitigatórias e estratégias a partir da disposição dos elementos construtivos podem ser inseridas no meio urbano como forma de minimizar a potência sonora a partir do aumento da reflexão do som como pode ser observado em alguns exemplos de disposição na figura 6.

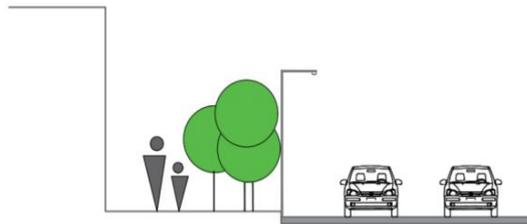
Figura 6: Configurações urbanas e reflexão do som.



Fonte: A autora, 2020.

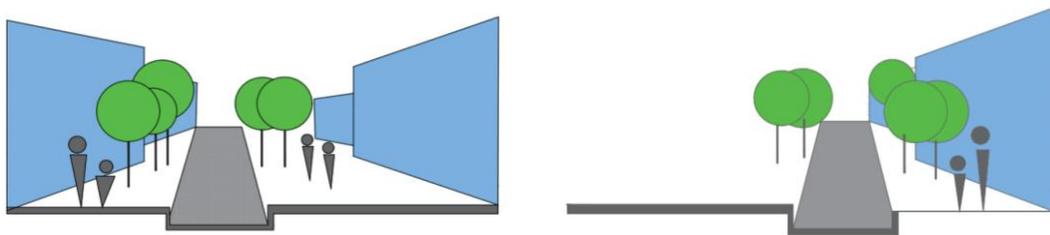
Outras configurações mitigadoras podem ser inseridas no ambiente construtivo para minimizar os níveis de ruído, entre as principais formas de redução é como barreiras sonoras como: com maior distância entre vias de tráfego e o alinhamento das edificações, aproveitamento de recuos (figura 7), hierarquização das vias e uso de barreiras contínuas e vegetação nas calçadas (figura 8).

Figura 7: Perfil de via com recuo.



Fonte: A autora, 2020.

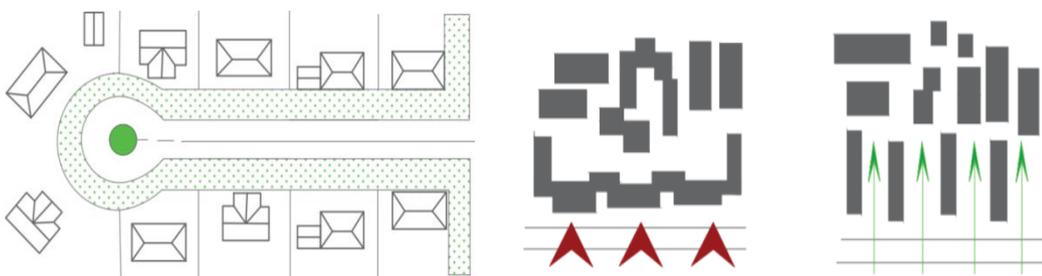
Figura 8: Barreiras contínuas (reflexões x fachadas) / Barreira em um dos lados (campo livre).



Fonte: A autora, 2020.

A presença de cul de sac<sup>2</sup> e vias de pedestre podem se configurar como soluções para tráfego intenso. Já a permeabilidade (figura 9) que se refere à irrigação do território urbano por espaço público, por ruas, e descreve o quanto as formas urbanas, em seu arranjo espacial, podem facilitar ou dificultar o percurso do som.

Figura 9: Cul de sac / Permeabilidade construtiva.



Fonte: A autora, 2020.

<sup>2</sup> Final de rua sem saída, com uma área maior e geralmente arredondada, para a manobra de veículos.

## 2.2 Considerações

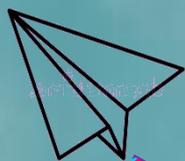
A abordagem conceitual dos planos diretores, zoneamento e das configurações urbanas em relação ao crescimento e urbanização das cidades tem sua interligação por conta não só da preocupação da aplicação e uso desses instrumentos, mas também como bases para a adequação urbana, que orientam para uma coerente formação urbana.

Com a necessária aplicação desses instrumentos, os planos aeroportuários, não esbarrariam na limitação e não passariam por tantas dificuldades na articulação entre as diferentes intenções de produção do espaço urbano. A questão tem relação com o planejamento e as formas de produção quando relacionadas e respeitando o desenvolvimento representado pelo diagnóstico e as compatibilizações entre os demais planos em questão.

Apesar da constatação da necessária relação entre as temáticas abordadas, é evidente que a prática de uso desses planos não se comunica apesar do imprescindível ordenamento da política urbana e o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana.

As deficiências urbanas nas áreas de entorno dos equipamentos aeroportuários, polarizadores de conflitos entre ocupações e uso do solo serão expostos posteriormente, com instrumentos urbanísticos em conexão com o Plano Diretor Aeroportuário de modo a evitar ou mitigar tais riscos e permitir a compatibilização entre as atividades, ou mesmo sinalizar a rejeição de determinados usos no entorno dos aeroportos.

# Poluição Sonora



### 3 POLUIÇÃO SONORA

Este capítulo apresenta uma breve revisão de literatura a respeito dos temas de interesse deste estudo. Retrata a formação do aeroporto, seu desenvolvimento a fim de localizar o aeroporto não apenas geograficamente, mas através de um contexto histórico e urbanístico. Além disso, os assuntos abordados abrangem conceitos básicos sobre o som, a relação do ruído e da cidade; aeroportos, legislações e suas normativas.

#### 3.1 Ruído ambiental

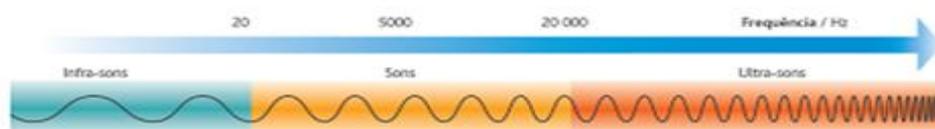
O ouvido humano é um sensor de som muito sofisticado que responde dentro dos limites de amplitude e banda de frequência da variação da pressão atmosférica (GERGES, 2000). O limiar de audição corresponde ao limite máximo inferior do som perceptível no ar.

Por exemplo, o ouvido humano não consegue detectar sons mais suaves do que a gotas de chuva nas partículas de ar sobre o tímpano. A partir destas respostas de limiar para os estímulos mais fracos, o ouvido é também capaz de suportar altas intensidades de som, como o som de uma turbina de um avião, um tiro de um canhão, sendo assim necessário usar mecanismos de proteção, para que os ruídos mais intensos não venham a causar danos (EVEREST, 2001).

De acordo com Organização Mundial da Saúde (2003), um ruído de até 50 dB(A) pode perturbar, mas o organismo se adapta a ele. A partir de 55 dB(A), pode ocorrer estresse leve, acompanhado de desconforto. O nível de 70 dB(A) é tido como o nível de desgaste do organismo, aumentando o risco de infarto, derrame cerebral, infecções, hipertensão arterial e outras patologias. A 100 dB(A), dependendo do tempo de exposição pode haver perda temporária da audição (WHO, 2009). O ruído excessivo também é um incômodo ao sono, afetando seus principais processos orgânicos e cerebrais (WHO, 2009).

Os seres humanos não são capazes de assimilar as frequências sonoras existentes, na verdade, a percepção humana é bastante limitada: só somos capazes de ouvir frequências que se encontrem em intervalo que vai de 20 Hz a 20.000 Hz, esse intervalo é conhecido como espectro audível (Figura 10).

Figura 10: Espectro Sonoro.



Fonte: Google Imagens, 2020.

O tráfego é responsável por cerca de 70% do ruído urbano. A maior parte do ruído vem de automóveis e as fontes mais relevantes são os veículos pesados, incluindo o transporte público (OROZCO-MEDINA & FIGUEROA MONTAÑO, 2010 apud SOARES, 2013). Veículos pesados como ônibus e caminhões, além de motocicletas contribuem muito para a emissão de ruído.

O ruído produzido por veículos depende de vários fatores como motor, sistema de escapamento, sistema de exaustão, sistema de refrigeração, modo como o motorista dirige (velocidade, constante aceleração ou desaceleração e tipo de câmbio); tipo de pneu utilizado pelos veículos e meios de propagação do ruído (ALI & TAMURA, 2002 apud SOARES, 2013).

Os níveis de ruído e a máxima exposição diária permissível estão descritas na ABNT – NBR 11415 (ABNT, 1990), onde o tempo máximo de exposição para um ruído de 85 dB(A) é de no máximo 8 horas diárias e para um ruído de 115 dB(A) o máximo é de até 7 minutos. O quadro 1 expõe os impactos que o ruído pode vir a causar a saúde humana, tendo relação entre volume/reação dos efeitos negativos através de exemplos de exposição.

Quadro 1: Impacto do ruído na saúde.

Volume	Reação	Efeitos Negativos	Exemplos de Locais
Até 50 dB	Controlável (limite da OMS)	Nenhum	Rua sem tráfego
Acima de 50 dB	<b>O ORGANISMO HUMANO COMEÇA A SOFRER IMPACTOS DO RUÍDO</b>		
De 55 a 65 dB	A pessoa fica em estado de alerta, não relaxa	Diminui o poder de concentração e prejudica a produtividade no trabalho intelectual	Agência bancária
De 65 a 70 dB (início das epidemias de ruído)	O organismo reage para tentar se adequar ao ambiente, minando as defesas	Aumenta o nível de cortisona no sangue, diminuindo a resistência imunológica. Aumenta a concentração de colesterol no sangue	Bar ou restaurante lotado
Acima de 70 dB	O organismo fica sujeito a estresse degenerativo, além de abalar a saúde mental	Aumentam os riscos de enfarte e infecções, entre outras doenças sérias	Praça de alimentação de shopping centers, ruas de tráfego intenso
OBS: o quadro mostra ruídos inseridos no cotidiano das pessoas. Ruídos eventuais alcançam volumes mais altos, como o caso de um trio elétrico, que chega facilmente a 130 dB (A), o que pode provocar perda auditiva, temporária ou até mesmo permanente.			

Fonte: (2003, apud PEREIRA, 2014, adaptado pela autora, 2020).

No seu tratado específico para o ruído, “Orientações para o ruído da comunidade” (WHO, 1999), encontram-se dados relativos aos efeitos do ruído da saúde do homem, sendo eles:

- i) Exposição a ruído impulsivo<sup>3</sup>, o limiar é ajustado em níveis de pressão de som de pico de 140 dB;
- ii) A inteligibilidade da fala é prejudicada pelo barulho. A maior parte da energia acústica de expressão está na gama das frequências de 100 a 6000 Hz;
- iii) A perturbação do sono pode causar efeitos primários que são: dificuldade em adormecer; despertar abrupto e alterações de estágio do sono; aumento da pressão arterial, frequência cardíaca e aumento dos movimentos do corpo. Os efeitos secundários são: redução da qualidade do sono percebida; aumento da fadiga; humor deprimido e diminuição do desempenho. Para um boa noite de sono, o nível de som equivalente não deve ultrapassar 30 dB (A) para o ruído de fundo<sup>4</sup> contínuo;
- iv) Nas funções fisiológicas, após exposição prolongada, indivíduos suscetíveis podem desenvolver efeitos permanentes, como hipertensão e doença isquêmica do coração, associados à exposição a altos níveis de som particularmente quando o indivíduo não está familiarizado e o ruído tem início súbito;
- v) A exposição a níveis elevados de ruído ocupacional<sup>5</sup> tem sido associada ao desenvolvimento de neurose, sobre os sintomas psiquiátricos, sugerem que o ruído da comunidade pode ter efeitos adversos para a saúde mental;
- vi) Principalmente em crianças e trabalhadores que o ruído pode afetar adversamente o desempenho de tarefas cognitivas, o desempenho cognitivo deteriora substancialmente para tarefas mais complexas. Leitura, atenção, resolução de problemas e memorização estão entre os efeitos cognitivos mais fortemente afetados pelo ruído;
- vii) Um dos efeitos sociais e comportamentais do ruído é o aborrecimento. Os níveis iguais de tráfego e ruídos industriais podem causar diferentes magnitudes de aborrecimento. A irritação não só varia com as características do ruído, mas depende também, de fatores não acústicos de natureza social, psicológica ou econômica. Ruídos acima de 80 dB(A) podem também ajudar a aumentar o comportamento agressivo.

---

<sup>3</sup> Processo caracterizado por rajadas de um ou vários pequenos pulsos sendo que a amplitude, a duração e o intervalo de tempo, ocorrem aleatoriamente no meio ambiente gerado por eletrodomésticos em geral.

<sup>4</sup> Ruído ambiental gerado por outras fontes que não a de objeto de estudo.

<sup>5</sup> Qualquer som indesejável que acontece no local de trabalho, durante a jornada.

No contexto urbano, esses problemas relacionados aos ruídos crescem à medida que as cidades, a densidade da malha urbana e o volume de tráfego aumentam. (NIEMEYER; SLAMA, 1998).

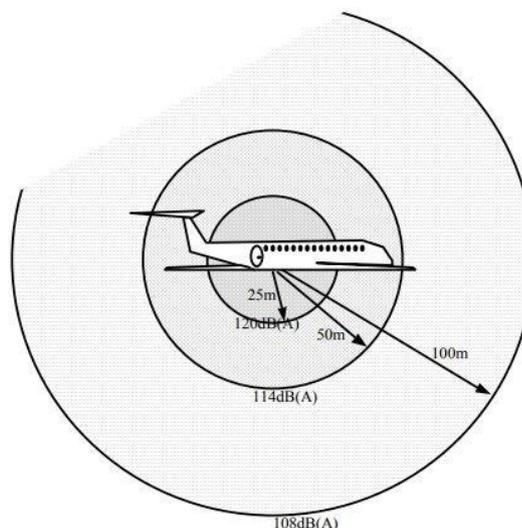
“O planejamento urbano consciente tem como objetivo conferir ordem ao desenvolvimento de um espaço e prever soluções para as necessidades futuras” (PRINZ, 1980 apud NAGEM, 2004).

Uma vez que não há planejamento, torna-se inevitável a construção de cenários favoráveis ao desconforto acústico, visto que o crescimento desordenado não se baseia em critérios regulamentadores que estabeleçam adequados níveis de ruído para as diferentes tipologias de uso do solo. Dessa forma o planejamento urbano afirma-se como artifício indispensável para o funcionamento e a preservação do conforto ambiental da cidade.

Segundo Gerges (2000), a atenuação do nível de pressão sonora com a distância depende da distribuição das fontes de ruído, ou seja, depende do tipo da fonte sonora. O conhecimento do comportamento de fontes sonoras mais complexas parte do estudo as referidas fontes sonoras citadas acima que são modelagens simplificadas que representam diversas fontes sonoras que encontramos no nosso dia a dia.

Designam-se por fontes pontuais aquelas que, pela dimensão e distância ao receptor, emitem níveis sonoros idênticos em todas as direções. Normalmente, caracteriza-se uma fonte pontual quando suas dimensões forem pequenas quando comparadas com a distância a que se encontra do receptor (GERGES, 2000). Na figura 11, considerando a visão de um avião do solo pode-se idealizar como fonte pontual.

Figura 11: Fonte Pontual ou esférica idealizada.



Fonte: Google, 2019.

Uma das características dessa fonte é a diminuição de pressão proporcional ao aumento da distância à fonte, ou seja, quando a distância dobra, a energia sonora diminui para  $\frac{1}{4}$  (devido ao aumento da área da frente de onda dada por  $4\pi r^2$ ), o que corresponde a uma diminuição no nível sonoro de 6 dB, ou seja, para uma fonte sonora pontual, a atenuação sonora é da ordem de 6 dB por duplicação da distância à fonte. (PAULA, 2019).

### 3.1.1 Ruído aeronáutico

A organização de Aviação Civil frequentemente trata a respeito do impacto da aviação no meio ambiente, o impacto ambiental causado por ela está ligado diretamente aos problemas decorrentes da operação das aeronaves e à construção e operação dos aeroportos. Os ruídos aeronáuticos são os problemas mais relevantes, além da emissão de gases provenientes da queima de combustível, os resíduos sólidos e líquidos, danos à flora e fauna e o uso/interferência nos recursos naturais citados também por Horonjeff & McKelvey (1993).

De acordo com a ICAO (2004) a preocupação com o ruído tem levado alguns países a considerar a possibilidade de proibir a operação de certas aeronaves ruidosas em seus aeroportos. No entanto, as restrições deste tipo podem ter consequências econômicas significativas para as empresas aéreas, tanto para as estabelecidas nos países que adotam essas medidas, como as estabelecidas em outros países, particularmente nos países desenvolvidos, que prestam serviços, direta ou indiretamente, na fabricação de aeronaves.

As empresas aéreas terão que trocar suas aeronaves por outras mais novas ou recondiçionadas com motores mais silenciosos, e com equipamento de atenuação de ruído, ou transferir as aeronaves mais ruidosas para outras rotas (ICAO, 2004).

De acordo com Dani e Garavelli (2001) o ruído urbano resulta em comprometimento à qualidade de vida das pessoas, produzindo problemas fisiológicos de saúde, interferências na comunicação, estresse, irritabilidade, sensação de incômodo, perda auditiva total entre outros.

Segundo Nogueira e Slama (2005) como ocorre em outros países, no Brasil os ruídos produzidos por um aeródromo é uma questão que tem deve ser discutida, havendo a necessidade de definição de zonas de ruído ideais, no entanto, é um desafio. Um dos principais problemas ao lidar com o zoneamento do ruído em áreas vizinhas é o de como quantificar esse impacto na formulação de políticas de controle do ruído.

A ausência de um planejamento adequado da ocupação do entorno de aeroportos pode ocasionar, a médio e longo prazo, um conflito previsível entre essa ocupação e a atividade aeronáutica, Damião e Rocha (1998).

As fontes geradoras de ruído em um aeroporto podem ser divididas em dois grupos: os ruídos próprios do aeroporto, provenientes da instalação, funcionamento e utilização deste e as fontes de ruído induzidas, características do local, associadas indiretamente à existência do aeroporto. Estes dois grupos ainda podem ser subdivididos em fontes fixas ou móveis, o que está diretamente condicionado à distribuição dos níveis sonoros no seu entorno (SANCHO & SENCHERMES, 1983). Esta classificação pode ser observada no quadro 2:

Quadro 2: Fontes de ruído de um aeroporto.

Fontes próprias		Fontes induzidas	
Móvel	Fixa	Móvel	Fixa
Aeronaves (vôo)	Manutenção das aeronaves	Áreas industriais	Tráfego em avenidas e autopistas (chegadas e partidas do aeroporto)
Aeronaves (solo)	Serviços mecânicos nos terminais	Centros comerciais (serviços do aeroporto)	
Ônibus (transporte interior)	Sistema de carga e descarga	Serviço de helicóptero	Zonas residenciais
Aeronaves (vôo)	Manutenção das aeronaves		
Aeronaves (solo)	Serviços mecânicos nos terminais		
Ônibus (transporte interior)	Sistema de carga e descarga		

Fonte: SANCHO & SENCHERMES, 1983 apud MORAES, 2008.

As aeronaves constituem a maior e mais significativa fonte sonora ambiental de ruído em um aeroporto (Figura 12), principalmente nas operações de pouso e decolagem. O campo sonoro ocasionado por estas operações é característico de uma fonte móvel, que emite elevados níveis de ruído em rotas definidas (MORAES, 2008).

Figura 12: Fonte geradora de ruído nas aeronaves.



Fonte: PACULL, 2002 apud MORAES, 2008.

Durante o procedimento de pouso e decolagem, as principais fontes geradoras de ruído são: o sistema de propulsão da aeronave e o ruído aerodinâmico, ocasionado pelo atrito do escoamento de ar pela fuselagem, pelas asas e pelo trem de pouso. Entretanto, a contribuição de cada componente na emissão sonora varia de forma significativa em cada uma destas operações, podendo variar nelas mesmo, de acordo com o procedimento operacional adotado (MORAES, 2008).

### 3.2 Ruído e Legislações

O primeiro documento técnico sobre poluição sonora e avaliação de ruído que se teve no Brasil foi a PORTARIA nº 092 de 1980, do Ministério do Interior (BRASIL,1980), tendo estabelecido um método de medição sem muitos cuidados técnicos e utilizava o critério do nível de ruído de fundo, sem especificar como avaliá-lo.

Apesar das divergências e escassez de normas acústicas nacionais específicas, desde a NBR 15575 (2013) apontou-se um novo e um pouco mais criterioso olhar para os requisitos que englobam a acústica nas edificações e com a atualização das normas referentes ao ruído ambiental demonstra o interesse e preocupação com a poluição sonora. Sendo um grande e importante avanço para o campo de estudo e prático da acústica no cenário nacional.

### 3.2.1 Normas acústicas

A Europa comanda com legislações eficientes em relação ao controle do ruído, sendo ainda superior e também direcional para a legislação brasileira. A norma britânica BS 5228-1 (2009) refere-se à necessidade de proteção contra o ruído e a vibração das pessoas que vivem e trabalham nas imediações ou em locais de construção, e recomenda procedimentos para controle de ruído e vibração que tem como objetivo auxiliar profissionais da construção.

O tráfego rodoviário constitui a principal fonte de poluição sonora na Europa, de acordo com o relatório da AEA intitulado «Noise in Europe – 2020» (Ruído na Europa – 2020), prevendo-se que os níveis de ruído aumentem tanto nas zonas urbanas como nas zonas rurais, na próxima década, devido ao crescimento urbano e ao aumento da procura de soluções de mobilidade. O tráfego ferroviário e aeronáutico e o setor industrial constituem as outras fontes principais de poluição sonora no meio ambiente.

Para facilitar a adoção de medidas de combate à poluição sonora, a União Europeia determinou, no final do século XX, que os países e cidades deveriam se responsabilizar pelo controle do ruído ambiental de suas respectivas áreas.

Em meio a esse contexto foi instituída, em 25 de junho de 2002, pelo Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia, a Diretiva 2002/49/CE, relativa a avaliação e gestão do ruído ambiental. O objetivo principal dessa Diretiva é definir uma abordagem comum para evitar, prevenir ou reduzir, numa base prioritária, os efeitos prejudiciais da exposição ao ruído ambiente, incluindo o incômodo dela decorrente (DIRECTIVE 2002/49/EC, 2002).

Tal Diretiva fornece uma base para o desenvolvimento de medidas comunitárias de redução do ruído propagado pelas principais fontes sonoras. Destaca-se que as indicações expostas na Diretiva se aplicam ao ruído ambiental em que os seres humanos estão expostos, especialmente em áreas construídas, parques públicos ou em outras zonas tranquilas de uma aglomeração, em zonas tranquilas em campo aberto, nas imediações de escolas, hospitais e outros edifícios e zonas sensíveis ao ruído.

Dentre as considerações da Diretiva destacam-se: criar medidas para proteção da saúde da população e do ambiente contra o ruído urbano; elaborar uma base para desenvolver e completar o conjunto de medidas comunitárias em vigor quanto ao ruído emitido pelas fontes sonoras; estabelecer obrigatoriedade na elaboração de mapas de ruído em determinadas zonas de interesse, com base nos mapas de ruído, planos de ação que visem à mitigação do ruído urbano em excesso, especialmente níveis que possam trazer efeitos negativos à população (DIRECTIVE 2002/49/EC, 2002).

A Diretiva Europeia também aponta requisitos mínimos para a construção de mapas sonoros, sendo esses:

- i) Situação sonora existente, anterior ou prevista em função de um indicador de ruído.
- ii) Ultrapassagem de um valor-limite;
- iii) Número estimado de habitações, escolas e hospitais em uma determinada zona, expostos a valores específicos de um dado indicador de ruído;
- iv) Número estimado de pessoas localizadas numa zona exposta ao ruído.

Em Hong Kong, as definições são implantadas pelo Departamento de Proteção Ambiental, tendo as penalidades para qualquer pessoa que cometa uma infração nos termos da Portaria consistem nas seguintes penas máximas, que estão explicitadas na tabela 1:

Tabela 1: Penalidades aplicadas em Hong Kong.

Tipo de infração	Penalidade máxima
Ruído doméstico e ruído de espaços públicos	\$10.000
Ruído de construções	\$10.000 na primeira infração e \$200.000 na subseqüente infração, mais \$20.000 por dia
Ruído industrial	
Ruído de produtos	
Ruído de sistema de alarme para intrusos instalados em qualquer local	\$10.000 e prisão por 3 meses
Ruído de sistema de alarme instalado em qualquer veículo	\$10.000

Fonte: HONG KONG, 2002.

Em Santiago do Chile, o levantamento e avaliação do controle de ruído são realizados pelo Instituto de Acústica da Universidad Austral de Chile desenvolvido para o Ministério do Meio ambiente o estudo "Atualização do Mapa do Ruído da Grande Santiago".

Este projeto foi concluído em 2016, e além de obter a atualização do mapa de ruído do grande tráfego de veículos de Santiago, desenvolveu um estudo piloto da paisagem sonora do Centro da cidade de Santiago. Em virtude de um sucesso semelhante à publicação da obra "*Valdivia Sound Map*", um acordo de colaboração entre o Ministério do Meio Ambiente e a Universidade Chile, através do Vice-Chanceler desenvolvimento e criação de pesquisa O que possibilitou o design e a publicação deste Mapa sonoro da Zona Centro de Gran Santiago (SUÁRES; CÁRDENAS, 2018).

Com o intuito de garantir o ordenamento populacional, a democracia e o respeito dos direitos dos cidadãos o Estado cria leis, normas e traça através delas parâmetros a serem respeitados.

Ao se tratar de problemas ambientais, com destaque para a poluição sonora, o país apresenta algumas legislações, entretanto, nota-se a necessidade da elaboração de legislações mais específicas se comparado ao desenvolvimento de países europeus, por exemplo. No Brasil, as legislações e normas desenvolvidas passam por atualizações e focam em novas preocupações, essas serão pontuadas no quadro 3 por ordem de criação:

Quadro 3: Síntese da legislação Nacional referente à poluição sonora.

Leis / Decretos Nacionais	Ano que entrou em vigor	Finalidade / Observações
Decreto - Lei nº 3.668	1941	Penalidade pela perturbação do sossego ou trabalho alheio com propagação de ruído.
Norma regulamentadora nº 15, nº 3214	1978	O Poder Público passou a considerar o ruído como um agente nocivo no ambiente de trabalho.
Resolução CONAMA nº 1/1990	1990	Dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais ou recreativas.
Resolução CONAMA nº 2/1990	1990	Institui em caráter nacional, o Programa Silêncio, visando a controlar o ruído excessivo que possa interferir na saúde e bem estar da população.
Decreto nº 611/92 - Lei nº 8213/91	1992	O ruído começou a ser considerado como agente causador de doença profissional.

Fonte: A autora, 2021.

É indispensável registrar o art. 225 da Constituição Federal, que dispõe sobre o direito de todos terem um meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum da sociedade e essencial à qualidade de vida, cabendo ao poder público a coletividade defendê-lo e preservá-lo, envolvendo também a poluição sonora (BRASIL, 1988).

Na esfera Federal, a resolução nº 002 dispõe sobre o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora – SILÊNCIO. Definindo que a emissão de ruídos, em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política obedecerá, no interesse da saúde, do sossego público, aos padrões, critérios e diretrizes estabelecidos nesta Resolução. Sendo determinada a NBR 10151 (2019) como parâmetro para definição dos níveis de ruído aceitáveis (CONAMA, 1990).

Entre as definições apresentadas pela Lei do Silêncio - CAPÍTULO II, Art. 3º Para os efeitos desta Lei são estabelecidas também as seguintes definições:

- IV – ruído de vizinhança: todo ruído não enquadrável em atos ou atividades sujeitas a regime específico no âmbito do presente dispositivo legal, associado ao uso habitacional e às atividades que lhe são inerentes, produzido em lugar público ou privado, diretamente por alguém ou por intermédio de outrem, ou de dispositivo à sua guarda, ou de animal colocado sob sua responsabilidade que, pela duração, repetição ou intensidade do ruído, seja susceptível de atentar contra a tranquilidade da vizinhança ou a saúde pública;
- IX – ruído impulsivo: ruído que contém impulsos, que são picos de energia acústica com duração menor do que 1 s (um segundo) e que se repetem em intervalos maiores do que 1 s (um segundo);
- XI – ruído de fundo: todo e qualquer som que seja emitido durante um período de medições sonoras e que não seja objeto das medições;
- XIII – limite real da propriedade: aquele representado por um plano imaginário que separa o imóvel de uma pessoa física ou jurídica do de outra ou de áreas, vias ou equipamentos públicos;
- XIV – horário diurno: o período do dia compreendido entre as sete horas e as vinte e duas horas;
- XV – horário noturno: o período compreendido entre as vinte e duas horas e às sete horas do dia seguinte ou, nos domingos e feriados, entre as vinte e duas horas e às oito horas.

Desenvolvidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), órgão brasileiro responsável pelas normatizações, às normas importantes (quadro 4) para o presente estudo que se referem ao tema da acústica são:

Quadro 4: Síntese da legislação Nacional referente à poluição sonora.

Leis / Decretos Nacionais	Ano que entrou em vigor	Finalidade
NBR 10151 – Avaliação do Ruído em áreas habitadas, visando conforto da comunidade - Procedimento	2000 (atualizada 2019)	Estabelece o método de medição e os critérios de aceitação do ruído em comunidades.
NBR 10152 – Níveis de ruído para o conforto acústico	1987 (atualizada 2017)	Estabelece os níveis de ruído compatíveis com o conforto acústico em ambientes internos.
NBR 15575-4 – Norma de Desempenho de Edificações Habitacionais	2013 (em revisão)	Estabelece a classe de ruído para avaliar o desempenho acústico de edifícios habitacionais.

Fonte: A autora, 2020.

No ano de 2019, a ABNT publicou a revisão da norma expandindo seu conceito para **Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas**. Com detalhamento dos métodos de ensaio incluindo o monitoramento sonoro de medição e definição de parâmetros quantificáveis para caracterização de som tonal e impulsivo, tudo isso baseado na análise dos resultados em função da finalidade de uso e ocupação do solo.

Segundo a ABNT, a nova norma estabelece:

- Procedimento para medição e avaliação de níveis de pressão sonora em ambientes externos às edificações, em áreas destinadas à ocupação humana, em função da finalidade de uso e ocupação do solo;
- Procedimento para medição e avaliação de níveis de pressão sonora em ambientes internos às edificações provenientes de transmissão sonora aérea ou de vibração da edificação, ou ambos;
- Procedimento para avaliação de som total, específico e residual;
- Procedimento para avaliação de som tonal, impulsivo, intermitente e contínuo;
- Limites de níveis de pressão sonora para ambientes externos às edificações, em áreas destinadas à ocupação humana, em função da finalidade de uso e ocupação do solo e requisitos para avaliação em ambientes internos. (ABNT, 2019).

A Norma NBR 10151 (ABNT, 2019) estabelece o método padrão de medição e os critérios para aceitação do ruído em comunidades, tendo sido atualizada em 2019. Os critérios e métodos de medição, por ela estabelecidos, estão em conformidade com os padrões internacionais adotados pelas normas ISO e IEC.

As medições externas devem ser efetuadas no local onde existe a reclamação, com 1,2 m acima do solo, 1,5 m de paredes e janelas. O nível médio de som ( $L_a$ ) medido no local deve ser em ponderação “A” no modo *fast* (rápido).

O nível de critério de avaliação NCA para ambientes é o nível indicado na Tabela 2, com a correção de 10 dB(A) para janela aberta e -15 dB(A) para janela fechada.

Tabela 2: Nível de Avaliação NCA para ambientes externos em dB(A).

Tipos De Área	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	60
Área predominantemente industrial	70	65

Fonte: A autora, 2020.

Os limites de horário para o período diurno e noturno podem ser definidos pelas autoridades de acordo com os hábitos da população. Porém, o período noturno não deve começar depois das 22 horas e não deve terminar antes das 07 horas do dia posterior. Caso o dia posterior for domingo ou feriado, o término do período noturno não deve ser prévio das 09 horas.

Apesar da forte pressão para flexibilizar a norma técnica ABNT NBR 10.151 publicada em 2019, somente algumas alterações foram feitas, de forma que se mantém a flexibilidade no uso da norma com certos equipamentos. Foi inserida uma nota informativa a qual demonstra que independentemente da versão das normas IEC, o sonômetro deve atendê-las de acordo com o ano de fabricação do mesmo.

Na data da publicação desta Norma, a edição vigente da IEC 61260 é dividida em três partes (IEC 61260 -1:2014, IEC 61260-2:2016 e IEC 61260-3:2016). A edição anterior desta Norma é parte única (IEC 61260:1995).

*Independente do ano e da edição, as normas IEC são requisitos, pois cada instrumento é fabricado de acordo com a norma IEC vigente no ano de sua fabricação. E que Sonômetros fabricados antes de 2002 atendem à IEC 60651 e IEC 60804, embora estas Normas tenham sido canceladas e substituídas pelas IEC 61672 (Partes 1, 2 e 3) (ABNT, 2020).*

Houve também uma alteração sutil que inclui agora uma melhor explicação sobre a palavra sonômetro entre parênteses, de forma a deixar claro que essa nomenclatura é aplicada a um medidor integrador e um sistema de medição. Entretanto, incluiu-se uma frase dando permissão para uso de sonômetros mais antigos, desde que tipo '0' ou tipo '1', de forma que profissionais com equipamentos antigos, mas que ainda oferecem uma boa calibração possa continuar exercendo suas atividades com tais equipamentos. Quanto ao uso do protetor de vento, a norma ficou mais flexível quanto à correção no espectro de frequência, sendo apenas recomendada conforme a instrução do fabricante (ABNT, 2020).

Já a NBR 15575-4 (2013) foi estabelecida a partir da preocupação com a qualidade sonora a partir da definição do desempenho acústico dos elementos construtivos, e determina diferentes classes de ruído, e para cada classe de ruído foram determinados valores de desempenho mínimo, intermediário e superior.

A adoção da Norma pelas empresas implica em uma nova metodologia de se projetar edificações, que ainda precisa ser compreendida pelos profissionais do mercado. Apesar do conceito definido pela norma ser simples de ser entendida, sua aplicação prática é difícil.

Alguns fatores que influenciam podem ser a caracterização das condições de entorno do empreendimento, como a paisagem sonora urbana, as questões acústicas e mesmo climáticas, e geológicas são fundamentais para o adequado desempenho acústico, pois implicam na adoção de caminhos diferentes para se atender ao objetivo da isolamento sonora (CBIC, 2013).

Considerando ruídos externos com intensidade da ordem de 55 a 60dB (A), típicos de áreas residenciais ou pequenos centros comerciais, os valores estipulados para o isolamento acústica foram pensados para repercutir em condições razoáveis de desempenho. Para áreas com a presença de importantes fontes de ruído (rodovias, aeroportos etc.).

Se for considerado um isolamento acústico típico de uma fachada entre 20 e 25 dBA, significaria que os vizinhos de uma fonte sonora com 80 dB com ponderação A estariam sofrendo uns níveis de ruído no interior das suas residências superiores a 55 dBA, enquanto os níveis de ruído recomendados pela OMS são de 30 dBA para ambientes internos (havendo a necessidade de um isolamento acústico com cerca de 45 dBA a 50 dBA de desempenho nas fachadas) (WHO, 2011).

Sendo assim, a partir dos níveis de ruído obtidos no meio urbano, pode-se definir quanto que será o isolamento sonoro mínimo necessário, para obedecer às exigências da NBR 15575 (ABNT, 2013), e assim, permitir ao interior da habitação um ambiente que promova a inteligibilidade da fala e um ambiente confortável para descanso dos seus moradores.

Para critério de avaliação de níveis de conforto o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA, 1990) determina a NBR 10152 (ABNT, 2017) como parâmetro de medições. A norma fixa os níveis de ruído compatíveis com o conforto acústico em ambientes diversos, já as questões relativas a riscos de danos à saúde em decorrência do ruído são estudadas em normas específicas como na NR 15 (1978).

A NBR 10152 (ABNT, 2017) define níveis de ruído máximos para os diversos ambientes como hospitalar, escolas, hotéis, e residências com definição de valores para ambientes de alta permanência como dormitórios e salas de estar (Tabela 3).

Tabela 3: Nível de Avaliação NCA para ambientes externos em dB(A).

Locais	dB (A)	NC
<b>Residências</b>		
Dormitórios	35 - 45	30 - 40
Salas de estar	40 - 50	35 - 45
Salas de concertos, teatros	30 - 40	25 - 30
Salas de conferências, cinemas, salas de uso múltiplo	35 - 45	30 - 35
Restaurantes	40 - 50	35 - 45

OBS: o valor inferior da faixa representa o nível sonoro para conforto, enquanto que o valor superior significa o nível sonoro aceitável para a finalidade.  
Níveis superiores aos estabelecidos nesta tabela são considerados desconfortáveis, sem necessariamente implicar risco de danos à saúde.

Fonte: Adaptado de ABNT 10152, 2017.

### 3.2.2 Normas e legislações de ruído aeronáutico

A ICAO (Organização da Aviação Civil Internacional) surgiu em 1947 pela ONU (Organizações das Nações Unidas), dedicada a recomendações e padronizações da aviação civil junto aos países membros e indústrias do setor, objetivando um setor de aviação seguro, eficiente, economicamente sustentável e ambientalmente responsável.

A partir da ICAO foi criado o *Committee on Aircraft Noise* – CAN, que em 1971 definiu uma das primeiras normas internacionais referentes ao ruído aeroviário, objetivando assegurar que todas as novas aeronaves em serviço usariam a melhor tecnologia disponível para redução de ruído (ICAO, 2016). Atualmente, o CAN foi substituído pelo Caep – *Committee on Aviation Environmental Protection*, o qual possui o *Working Group 1*, dedicado ao ruído aeronáutico.

Suas imposições estão dispostas em anexos revisados periodicamente. Alusivo ao ruído aeronáutico e emissão de poluentes, tem-se o Anexo 16, o qual, dentre várias recomendações, cria uma certificação para as aeronaves de acordo com suas emissões sonoras (ICAO, 2017).

A classificação das aeronaves refere-se ao capítulo correspondente de sua certificação no Anexo 16.

Heleno (2010) e o relatório anual de ruído aeronáutico da Associação de Aviação Alemã - BDL (2015) discorrem sobre os capítulos estruturados de acordo com as aeronaves e suas tecnologias de fabricação, dispostos no Anexo 16 da ICAO. São eles:

- NNC – *Non Noise Certificated*

Corresponde ao grupo de aeronaves não certificadas de acordo com o Anexo 16.

Foram fabricadas nas décadas de 1950 e 1960, correspondente à primeira geração de aviões a jato fabricadas. As aeronaves são as mais ruidosas; um exemplo é o Boeing 707.

- Capítulo 2

Aeronaves mais silenciosas que as NNC, correspondentes à segunda geração de motores a reação, como é o caso do Boeing 727-100, foram fabricadas até outubro de 1977.

Através de um acordo global, as aeronaves do Capítulo 2 só poderiam ser utilizadas até abril de 2002, conforme resolução A28-3, adotada pela ICAO.

- Capítulo 3

Aeronaves como o Boeing 737-300 e Airbus 319, fabricadas a partir da década de 1980, equipadas com a terceira geração de motores a reação.

- Capítulo 4

No ano de 2006, as aeronaves foram certificadas de acordo com o Capítulo 4, mais rigoroso que o anterior, com uma redução de 10dB. Encontram-se nessa classificação o Boeing 787 e a Airbus A350.

- Capítulo 14

Em 2014, foi adotada uma nova certificação padrão para aviões a jato e com hélice. Será aplicada para novas aeronaves a partir de 31 de dezembro de 2017, e para aeronaves com menos de 55 toneladas a partir de 31 de dezembro de 2020.

A relação da redução de nível sonoro em dB entre as aeronaves está descrita na figura 20, demonstrando a significativa redução em relação às aeronaves mais novas. As aeronaves que se enquadrarão no Capítulo 14 apresentam uma redução de aproximadamente 33dB em relação às aeronaves do Capítulo 2 (figura 13).

Figura 13: Infográfico de redução de ruído entre as classificações das aeronaves.



Fonte: BDL, 2016 apud ALENCAR, 2018.

Visando a progressiva retirada e substituição das aeronaves mais barulhentas do mercado, a partir do uso da tecnologia de ponta na fabricação de aeronaves mais silenciosas.

Em 2008, a Embraer, empresa brasileira de fabricação de aeronaves, iniciou o desenvolvimento de um estudo em parceria com universidades brasileiras e europeias com finalidade de identificar e avaliar ruídos gerados e propagados por seus modelos fabricados (ALENCAR, 2018).

Com a proposição da ICAO em um sistema de abordagem equilibrada da gestão do ruído aeroportuário, no qual sugere a identificação e análise do ruído específico de cada aeroporto. O sistema propõe quatro diretrizes principais de atuação para combater o ruído, visando o máximo de eficiência ambiental com o mínimo de custo (ICAO, 2017). São elas:

- A redução de ruído na fonte geradora

Consiste na redução de ruído produzido pelo motor e aerodinâmica das aeronaves, o que vem sendo abordado desde 1971 pela ICAO através da certificação das aeronaves.

- Planejamento e gestão do território

Destaca a importância do controle do uso do solo da circunvizinhança de aeroportos para diminuir o número de pessoas afetadas pelo ruído aeronáutico e assegurar que as outras medidas tomadas possuam máxima eficiência.

- Desenvolvimento de procedimentos operacionais de redução de ruído

Discorre sobre procedimentos de pouso e decolagem seguros e de baixo custo, além de escolha de rotas e pista que diminuam o nível de ruído. Nesse caso, o procedimento é definido pela situação do entorno e posicionamento do aeroporto.

- Restrições operacionais em aeroportos

Algumas circunvizinhanças de aeroportos são mais sensíveis ao ruído aeronáutico, motivando restrições operacionais, como proibição de aeronaves ruidosas, limite de número de voos por dia, fechamento do aeroporto no período noturno e – o mais rigoroso – cobrança de multas. Essa diretriz pode gerar impactos negativos economicamente para o aeroporto e companhias áreas que o utilizem.

O quadro 5 apresenta as legislações referentes ao ruído aeronáutico desenvolvido desde então com seu ano de vigência e finalidade.

Quadro 5: Legislações referentes ao Ruído aeronáutico.

Leis / Decretos Nacionais	Ano que entrou em vigor	Finalidade
<b>CBA - Decreto-IEI nº 483</b>	1938	Art. 42, Par. Único: Logo que o tráfego aéreo interno o exija, expedirá a autoridade competente instruções sobre as convenientes rotas aéreas para segurança das cidades e fiscalização do tráfego.
<b>Decreto nº 68.920</b>	1971	Regulamenta o Capítulo III do Título IV do CBA no que se refere às zonas de proteção de aeródromos, de helipontos e de auxílios à navegação aérea, ainda sem referência aos aspectos de ruído.

<b>Decreto nº 83.399</b>	1979	Capítulo VIII introduz os Planos de Zonas de Ruído, e estabelece restrições de planejamento, com base em recomendações de controle de uso e tratamento acústico, atribuindo a responsabilidade pelo cumprimento das restrições indicadas às — entidades federais, estaduais e municipais competentes para o licenciamento das obras.
<b>Lei 6.997</b>	1982	Altera o decreto-lei n 32/66, onde os PBZR e PEZR passam a ser identificados.
<b>NBR 7.731</b>	1983 *cancelada	“Guia para execução de serviços de medição de ruído aéreo e avaliação dos seus efeitos sobre o homem” fixava condições gerais e as grandezas exigíveis para a execução de serviços relacionados com a medição e avaliação do ruído aéreo
<b>NBR 8.572</b>	1984	Fixava valores de redução de nível de ruído para tratamento acústico de edificações expostas ao ruído aeronáutico, localizadas na área II do PZR de determinados aeroportos.
<b>Decreto nº 89.431</b>	1984	Dispõe sobre o PBZR e PEZR, visando à execução do Art. 57 do Decreto-Lei nº 32, alterado pela Lei nº 6997, no que se refere às restrições ao uso do solo.
<b>Portaria 0629/GM5/84</b>	1984	Dispõe sobre o PBZR e PEZR, visando à execução do Art. 57 do Decreto-Lei nº 32, alterado pela Lei nº 6997, no que se refere às restrições ao uso do solo.
<b>NBR 12.859</b>	1993	Analisa os níveis de incômodo sonoro e fixa condições para gerar curvas isofônicas em áreas sujeitas ao ruído gerado por operações aeronáuticas. O método de avaliação do incômodo sonoro é calculado pelo Índice Ponderado de Ruído (IPR)
<b>NBR 13.368</b>	1995	Prescreve o método para monitoramento de ruídos gerados por aeronaves que verifica a existência do impacto sonoro gerado pelo ruído aeronáutico (Lra) em relação ao ruído de fundo (Lrf)

<b>NBR 12.314</b>	1997	Estabelece os procedimentos para medir, calcular, corrigir e analisar dados, além de estabelecer padrões acústicos aceitáveis para diversos recintos internos, sujeitos ao ruído gerado por operações aeronáuticas e similares, visando compatibilizar o local com as atividades desenvolvidas.
<b>Decreto nº 6.780</b>	2009	Estipular diretrizes e estratégias em observância à legislação nacional e internacional.
<b>RBAC nº 161</b>	2011	Estabelece para os operadores aeroportuários os requisitos de elaboração e aplicação do Plano de Zoneamento de Ruído-PZR e define critérios técnicos aplicáveis na análise de questões relacionadas ao ruído na aviação civil.
<b>RBAC nº 161</b>	2013	Estabelece os níveis de ruído compatíveis com o conforto acústico em ambientes internos.
<b>ISO 1.996-1</b>	2016	Estabelece a classe de ruído para avaliar o desempenho acústico de edifícios habitacionais.
<b>NBR 16.425</b>	-	Sua transmitância está em andamento: regulamenta a medição e avaliação de níveis de pressão sonora provenientes de transportes, sendo o aeroaviário um deles.

Fonte: A autora, 2020.

Na Comunidade Europeia, a Diretiva (UE) 2015/996 (2002), recomenda, no Anexo II, aos Estados - Membros, que não dispõem de métodos de cálculo nacionais ou que pretendem mudar o método de cálculo, a utilização das métricas  $L_{eq,den}$  e  $L_n$  para o ruído gerado pelo setor das indústrias, pelas aeronaves e pelo ruído de tráfego rodoviário e ferroviário.

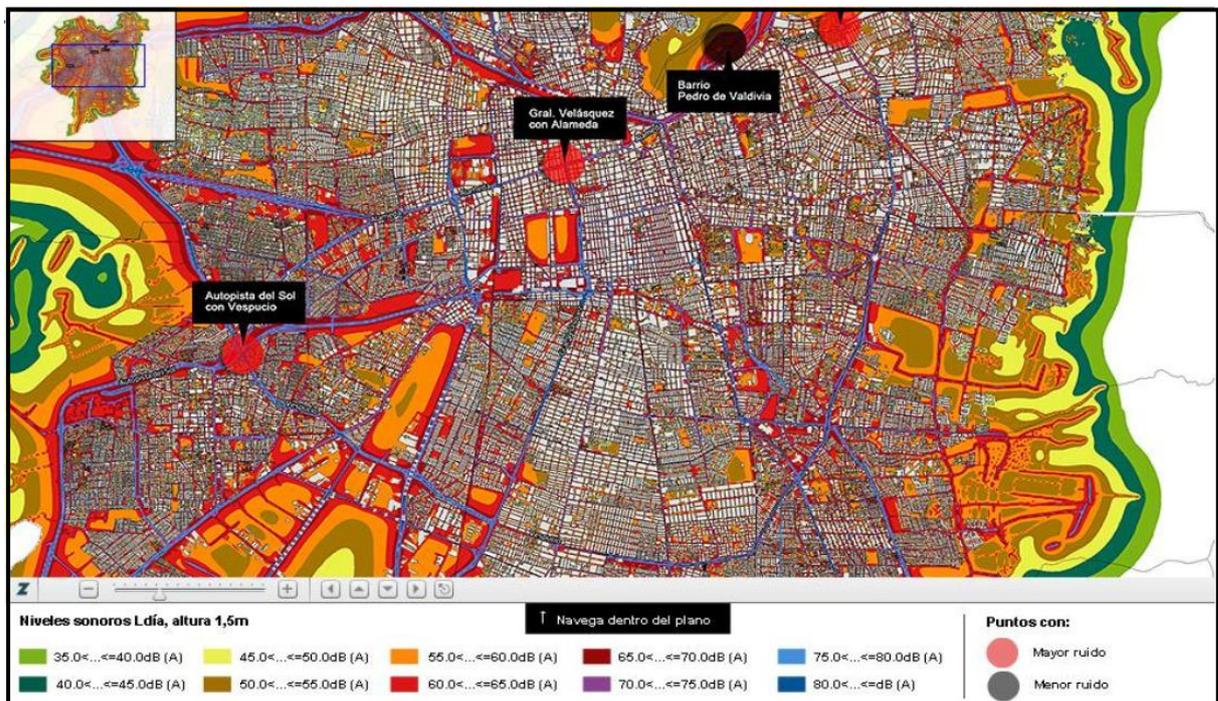
A NBR 8.572 (ABNT, 1984) fixava valores de redução de nível de ruído para tratamento acústico de edificações expostas ao ruído aeronáutico, localizadas na área II do PZR de determinados aeroportos. O aeroporto de Maceió estava incluso com recomendações de diminuição de 25 a 30dB(A). A norma foi cancelada em 2014, sem substituição.

Considerava como método de avaliação do incômodo às comunidades circunvizinhas aos aeroportos o Índice de Ponderado de Ruído (IPR ou LDN). Foi cancelada em junho de 2016 por não ser mais utilizada pelo setor e entrar em conflito com a legislação vigente.

Partindo das diretivas impostas na Europa, atualmente algumas cidades utilizam do mapeamento sonoro como ferramenta para controle do ruído municipal de grandes cidades, sendo esse um mapa para fins de avaliação global da exposição ao ruído em determinada zona, devido a várias fontes de ruído, ou de estabelecimento de previsões globais para essa zona. Ou seja, expõe uma simulação da exposição a ruídos ao longo do tempo.

Na América do Sul há programas para controle do ruído em: Santiago e Valdivia (Chile), Bogotá (Colômbia) e Buenos Aires (Argentina) e a partir de 2013 deu início na cidade de São Paulo (Brasil) a iniciativa com relação ao controle do ruído a partir da ferramenta do mapeamento sonoro. A figura 14 expõe o mapa sonoro de Santiago no Chile.

Figura 14: Mapa de ruído de Santiago – Chile.



Fonte: Universidad Austral de Chile/Instituto de Acústica, Acesso em: abril de 2020.

Atualmente, na cidade de São Paulo foi sancionada a Lei 16.499/2016 que oficializa o mapeamento das emissões sonoras, criando bases concretas para a revisão e aperfeiçoamento da defasada legislação sobre ruído na cidade, como uma ferramenta de apoio às decisões para o planejamento e ordenamento urbano com vistas à gestão de ruído na cidade, com identificação de áreas prioritárias para redução de ruídos e preservação de zonas com níveis sonoros apropriados.

### **3.3 Plano de Zoneamento de Ruído - PZR**

De acordo com o RBAC 161, o monitoramento é uma importante ferramenta de auxílio na gestão para controle do ruído aeroviário, e que deve ser posto em prática quando: o operador do aeroporto que apresente média anual de movimento de aeronave nos últimos três anos acima de 120.000 (cento e vinte mil) e que possua regiões de uso residencial ou misto em mais de 50% das áreas definidas pelas curvas de ruído 65-75, 75-80 e 80-85 e acima de 85 dB de seu PEZR), isoladas ou conjuntamente, deverá apresentar à ANAC, para análise e aceitação, um projeto de monitoramento de ruído.

A representação geográfica da área a que se refere o PZR é delimitada por curvas de ruído, ou curvas isofônicas, as quais são linhas traçadas a partir da interpolação de pontos que apresentam o mesmo nível de ruído no entorno de uma Pista de Pouso e Decolagem - PPD - de um aeródromo, em virtude da movimentação de aeronaves, sendo assim a base de um PZR (RBAC 161/2011, NUNES e SATTLE, 2004), o qual pode ser classificado em Plano Básico de Zoneamento de Ruído (PBZR) - ou Plano Específico de Zoneamento de Ruído (PEZR) - os quais serão definidos adiante.

No Brasil, em 1984, o então Ministério da Aeronáutica, por meio da Portaria 629/GM5 aprovou e efetivou os PEZR de noventa aeroportos brasileiros. Tais planos foram regulamentados em 1987 pela portaria 1141/GM5. Esses PEZR possuíam duas curvas de ruído, uma de 75 dB(A) e outra de 65 dB(A), as quais delimitavam respectivamente as áreas I, II e III dos PEZR, que representa o PEZR do SBEG atualmente em vigor, o qual foi um dos aprovados pela Portaria 629/GM5.

Com o auxílio do monitoramento é realizado o estudo de sensibilidade ambiental sonoro elaborado através de simulações acústicas e tem por objetivos o atendimento a diversas demandas relacionadas à avaliação de impacto do ruído produzido pelas operações aeroportuárias (GERA, 2017).

A figura 15 apresenta as Curvas Laeq Diurno do Aeroporto Roberto Marinho, localizado na cidade de Jacarepaguá no Rio de Janeiro e avaliação do ruído do movimento de aviões em conjunto com helicópteros.

Figura 15: Curvas Laeq Diurno/Noturno do Aeroporto Roberto Marinho – RJ.



Fonte: GERA, 2017.

A partir dessa metodologia permite apoio a decisões nas seguintes condições:

- Revisão dos PEZR, assessoria técnica nas situações em que os aspectos relacionados ao ruído das operações venham a ser questionados;
- Auxílio na realização de campanhas de monitoramento de ruído;
- Orientação de estudos para determinação de procedimentos operacionais específicos.

A portaria 1.141/GM5 de 1987 estabelece o Plano de Zoneamento de Ruído (PZR) com o intuito de controlar o uso e ocupação do solo nos arredores dos aeroportos, visto que os níveis sonoros nestas áreas são bastante altos (AZEVEDO; ORTIGOZA, 2008).

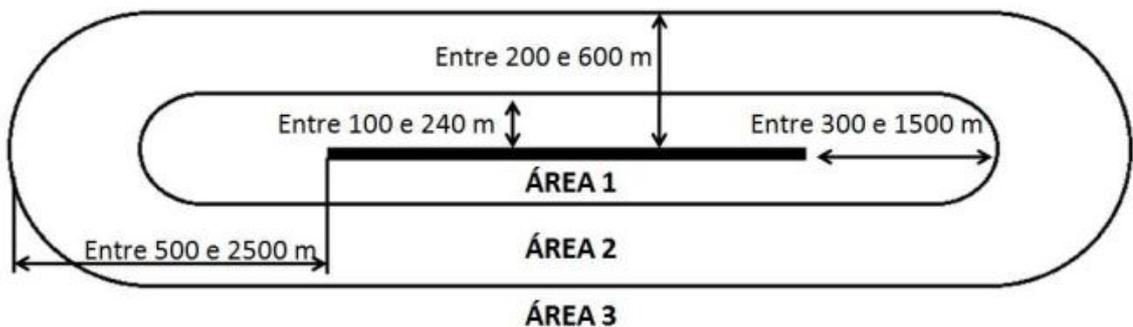
A partir da operação aeroportuária, os ruídos gerados por essa modalidade são estabelecidos pelo Plano de Zoneamento de Ruído (PZR), que é um documento normativo do Comando da Aeronáutica, estabelecendo restrições de uso do solo, constituídas pelo PBZR que definem as áreas de impacto do ruído.

A Anac foi criada em 2005 pela Lei nº 11.182, substituindo o Departamento de Aviação Civil (DAC). É responsável pela normatização e fiscalização das atividades de aviação civil e de infraestrutura aeronáutica e aeroportuária. A Anac aprova aeronaves, empresas, fabricantes, oficinas, aeródromos, escolas e profissionais da aviação civil.

Em 1984, o então Ministério da Aeronáutica aprovou a Portaria nº 629/GM5, a qual continha Planos de Zoneamento de Ruído de 90 aeroportos brasileiros, dentre eles o aeroporto Campo dos Palmares em Maceió – atualmente denominado Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares.

Como pode ser visto na figura 16 onde: Área 1 – Interior à curva de nível de ruído 1, onde o nível de incômodo sonoro é potencialmente nocivo aos circundantes, podendo ocasionar problemas fisiológicos, devido às exposições prolongadas, sendo o IPR de 75 dB(A); Área 2 – Área do Plano de Zoneamento de Ruído, compreendida entre as curvas de nível de ruído 1 e 2 com valores médios do IPR entre 65 dB(A) e 75 dB(A), onde são registrados níveis de incômodo sonoro moderado; Área 3 – Área do Plano de Zoneamento de Ruído, exterior à curva de ruído de nível 2, onde normalmente não são registrados níveis de incômodo sonoro significativos com o valor do IPR sendo inferior a 65 dB(A).

Figura 16: Áreas de Impacto PBZR – Portaria 1.141/GM5/87.



Fonte: Departamento de Aviação Civil, 2005.

De acordo com o RBAC nº 161/13 itens 161.21 e 161.31, os Planos de Zoneamento de Ruído estão divididos em duas categorias e estão definidos como se segue:

- Plano Básico de Zoneamento de Ruído (PBZR), de elaboração obrigatória para qualquer aeródromo com operações de até 7.000 (sete mil movimentos anuais), tem como base duas curvas de ruído que são traçadas a partir de método indicado no RBAC nº 161. O regulamento estabelece restrições para as duas áreas entre curvas definidas com níveis de 65 a 75 dB e seguem as dimensões relacionadas na figura 10. As atividades e uso do solo localizado nas áreas internas às curvas de ruído do PBZR estão condicionados às restrições contidas na Tabela E1 do RBAC nº 161, representado na tabela 4.

Tabela 4: Dimensões de acordo com o número de operações de movimento de pouso e decolagem de acordo com o C-1 do RBAC 161/13 ANAC.

MOVIMENTO ANUAL	CLASSE	L1	R1	L2	R2
Até 400	1	70	30	90	60
De 401 a 2.000	2	240	60	440	160
De 2.001 a 4.000	3	400	100	600	300
De 4.000 a 7.000	4	550	160	700	500

- O Plano Específico de Zoneamento de Ruído (PEZR), tem como base 05 curvas de ruído em níveis de 65dB à 85dB. Para sua elaboração deve ser considerado o método indicado no RBAC nº 161 (Subparte D). Os cálculos devem ser realizados por meio de programa computacional com modelo matemático apropriado à geração de curvas na métrica DNL *Day Night Average Sound Level*, métrica esta, criada na década de 1970 pela *Federal Aviation Administration - FAA*, e que é utilizada na maioria dos países europeus e nos Estados Unidos. A métrica DNL está associada à média da energia sonora produzido por todos os movimentos de pouso e decolagem durante um período de 24 horas com a correção de 10 dB durante o período noturno (HELENO, 2010).

### 3.3.1 Plano Diretor Aeroportuário

A Política Nacional de Aviação Civil – PNAC, aprovada pelo Decreto nº 6780/2009 (BRASIL, 2009), representa um marco legal para o desenvolvimento da aviação civil brasileira ao estipular diretrizes e estratégias em observância à legislação nacional e internacional.

A PNAC busca, em especial, assegurar o atendimento aos princípios da segurança, eficiência, proteção ao meio ambiente, proteção do consumidor, sustentabilidade, nas ações estratégicas nesse setor de aviação. No que tange à proteção ao meio ambiente, principalmente no que diz respeito ao ruído, objeto de estudo da pesquisa, e à emissão de gases dos motores das aeronaves cabe destacar as seguintes ações estratégicas gerais disciplinadas na PNAC:

- Estimular a redução dos níveis de ruídos de motores das aeronaves;
- Minimizar o impacto das emissões de gases de motores das aeronaves na qualidade do ar;

- Promover o envolvimento das entidades relacionadas à aviação civil na proteção do meio ambiente;
- Estimular o desenvolvimento e o uso de tecnologias que reduzam os impactos da atividade aeronáutica no meio ambiente. Ressalta-se que a PNAC está contextualizada nas disciplinas das políticas nacionais brasileiras e, portanto, é importante que seja observada pelos governos federal, estadual e municipal, bem como demais responsáveis pelo desenvolvimento da aviação civil.

Os níveis de ruído e a máxima exposição diária permissível estão descritas na ABNT – NBR 11415 (ABNT, 1990), onde consta também o tempo máximo de exposição para um ruído de 85 dB (A) que é de no máximo 8 horas diárias e para um ruído de 115dB(A), 7 minutos.

Nos casos em que forem constatados conflitos relacionados a ruído aeronáutico entre o aeródromo e a comunidade de seu entorno, que não se enquadrem na obrigatoriedade de elaboração de projeto de monitoramento de ruído, prevista no parágrafo (a) do RBAC 161 Emenda N°00, é facultado à ANAC determinar ao operador de aeródromo a implementação do projeto nas áreas do Plano Específico de Zoneamento do Ruído – PEZR.

O Regulamento Brasileiro de Aviação Civil nº 161 (RBAC), criado pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) estipula os Planos de Zoneamento de Ruído de Aeródromos (PZR) e estabelece, para os operadores de aeródromos, os requisitos de elaboração e aplicação do PZR incluindo critérios técnicos para garantir a compatibilidade do uso do solo (vide subparte e do RBAC nº161).

Também, define critérios técnicos aplicáveis na análise de questões relacionadas ao ruído aeronáutico na aviação civil. De acordo com o referido Regulamento, todo aeródromo civil ou compartilhado, obrigatoriamente, deve ter um PZR cadastrado pela ANAC. O PZR é composto por curvas de contorno de ruído e pela compatibilização e incompatibilização ao uso do solo estabelecido para as áreas delimitadas.

As curvas são linhas traçadas no mapa que apresentam o nível de exposição ao ruído médio dia-noite.

O Plano de Zoneamento de Ruído pode ser subdividido em Plano Básico de Zoneamento de Ruído (PBZR), composto apenas das curvas de ruído de 75 e 65, para a média de movimentações anuais  $\leq 7$  mil, e o Plano Específico de Zoneamento de Ruído (PEZR), composto pelas curvas de 85, 80, 75, 70 e 65, para a média de movimentações anuais  $> 7$  mil.

### 3.3.2 Trabalhos relacionados

A partir da revisão dos principais estudos levantados é constatado que não há pesquisas que apresentem diretrizes mitigadoras de ruído da implantação de aeroportos em áreas urbanas, de forma direta, porém é possível identificar diversos trabalhos que abordam a temática do ruído aeronáutico apenas expondo o problema sem identificar relações entre a expansão urbana e as legislações municipais.

Foi possível observar também que em sua maioria, os trabalhos já realizados (quadro 6) abordam os conflitos de uso do solo entre o entorno dos aeroportos e a cidade, e a identificação dos instrumentos de gestão responsáveis para minimizá-los, percebendo a falta de conexão de forma geral das legislações e de seus aeroportos.

Com o levantamento das diretrizes acústicas em Planos Diretores de cidades Brasileiras, constata-se que a temática mais especificadamente, ruído e poluição sonora, exige esforços interdisciplinares, o que justifica a presença do tema em várias premissas dos planos.

Quadro 6: Compilação dos estudos referente ao Plano diretor e suas implicações a aeroportos.

Autor(es)	Título	Ano	Propósito da pesquisa	Local	Conclusão
<b>VASCONCELOS, Leonardo</b> <b>Fernandes Soares</b>	O aeroporto como integrante de um projeto de desenvolvimento regional: a experiência brasileira	2007	Traçar um panorama das políticas públicas brasileiras que considerem o aeroporto como integrante de um projeto de desenvolvimento regional, bem como observar o impacto dessas ações nas economias regionais, sob o prisma dos novos paradigmas de planejamento e gestão aeroportuária.	Brasília-DF	Expõe que a gestão pública deve entender que o aeroporto transforma as condições econômicas de região onde está instalado, desde que seja considerado como parte integrante do desenvolvimento regional e lhe sejam dadas condições de modernização e adaptação da estrutura física e do modelo de administração as novas demandas dos usuários.
<b>SILVA, Edson Santos da.</b>	Dinâmicas urbanas e operações aeroportuárias: estudo do aeroporto de Congonhas/SP.	2018	Estudar as origens dos conflitos de uso do solo entre o entorno dos aeroportos e a cidade, e a identificação dos instrumentos de gestão para minimizá-los.	Brasília-DF	Este trabalho levanta os conflitos entre as legislações aeroportuárias e urbanas buscando identificar incompatibilidades, e ausências de instrumentos de modo a gerar possibilidades de gestão eficaz do espaço urbano viabilizando os equipamentos aeroportuários. A pesquisa visa orientar a integração entre legislações visando o pleno desenvolvimento urbano e aeroportuário.

<p><b>PINTO, Paulo Sergio Ramos</b></p>	<p>Planejamento e gerenciamento do uso do solo de aeroportos e áreas vizinhas no Brasil: O caso do Aeroporto de Aracaju, de 2009 a 2018</p>	<p>2019</p> <p>A pesquisa verificou como foram tratados os conflitos de uso do solo entre o aeroporto e os municípios de Aracaju e São Cristóvão, ambos na principal área de influência urbanística do aeroporto.</p>	<p>Brasília-DF</p>	<p>Falta, no Brasil, que aeroportos, Prefeituras e Câmaras Municipais, governo federal, governos estaduais, Ministério Público Federal e estaduais e entidades locais representativas da sociedade – isto é, entidades comunitárias, acadêmicas e empresariais – se articulem, em verdadeiro diálogo, reconhecendo mutuamente seus interesses específicos, para desenvolver os aeroportos em todo o seu potencial, se possível, e em máxima harmonia urbanística com as áreas sob sua influência e para definir planos de ação de prevenção de novos conflitos e de correção e mitigação dos conflitos existentes.</p>
<p><b>SILVA, Celso José Leão e.</b></p>	<p>Transporte aéreo, infraestrutura aeroportuária e controle urbano: o estudo de caso do Aeroporto Internacional do Recife/Guararapes-Gilberto Freyre</p>	<p>2010</p> <p>Entender como ocorrem as relações institucionais entre os responsáveis pela operação aeroportuária e aqueles responsáveis pelo controle do uso e ocupação do solo e propor medidas a serem adotadas por esses agentes a fim de promover uma maior compatibilidade entre a ocupação da área de entorno de um aeroporto e suas atividades.</p>	<p>Recife-PE</p>	<p>Necessidade em estreitar relações entre os diversos agentes que, como observado nas entrevistas, sequer se conhecem, mas legislam sobre um mesmo tema que busca como objetivo comum compatibilizar a atividade aeroportuária com o uso do solo no entorno do aeroporto.</p>
<p><b>CARRA, T. A.; TEIXEIRA, B. B.; CONCEIÇÃO, F. T.</b></p>	<p>Impactos e medidas mitigadoras associadas à operação de aeroportos</p>	<p>2011</p> <p>Descrever as principais interações entre os aeroportos e o meio ambiente, com a indicação de diretrizes e procedimentos que permitam o adequado gerenciamento ambiental e</p>	<p>São Paulo</p>	<p>Necessidade de elaboração de diagnósticos periódicos atividades de monitoramento e de Planos e Programas para o gerenciamento dos aspectos ambientais, tais como</p>

			a identificação de boas práticas e soluções ambientais para o desenvolvimento das atividades do empreendimento.		o Inventário de Emissões, o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e o Programa de Gerenciamento de Riscos Ambientais e Plano de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
<b>BALTER, Thais Sena</b>	Análise comparativa dos aeroportos brasileiros de grande porte a nível internacional	2012	Utilizar referências de aeroportos estrangeiros similares e comparar com as projeções dos aeroportos de grande porte no Brasil em um horizonte de aproximadamente 15 anos.	Recife-PE	Há um longo caminho para a infraestrutura dos aeroportos brasileiros de grande porte se adequar às previsões e disporem de parâmetros para terminais de passageiros, pistas e posições de pátio.
<b>MACHADO, Ivy, Costa Torres</b>	Comparação do desempenho dos aeroportos brasileiros de médio porte a nível internacional	2012	Discutir parâmetros dos aeroportos brasileiros de médio porte, através da comparação desses com aeroportos estrangeiros de características semelhantes, no sentido de fornecer aos gestores métricas objetivas para definição de ações quanto ao dimensionamento e gestão dos mesmos.	Rio de Janeiro-RJ	A análise dos aeroportos revelou que a infraestrutura é um fator limitante para o desenvolvimento do transporte aéreo brasileiro.
<b>BRANCO, Larissa -Ferrer</b>	Aeroportos e desenvolvimento urbano e regional: Modelos Internacionais e exemplos locais na Macro metrópole Paulista	2013	Compreender o processo de evolução de tais infraestruturas nos espaços urbanos originalmente por elas ocupadas ao longo do tempo	São Paulo	Possibilidade de aproveitamento dos novos modelos internacionais para a criação de caminhos de otimização e melhoria da infraestrutura aeroportuária local.

A seguir será apresentado uma breve revisão de cidades e seus aeroportos, relacionando dados de uso dos principais aeroportos nacionais, e posteriormente a apresentação das cidades e aeroportos selecionados para compor o trabalho com análise de seus Planos Diretores e Planos de Zoneamento de Ruído, para assim ser possível desenvolver contribuições ao objeto de estudo.

### 3.4 Cidades e seus aeroportos

Os aeroportos tiveram sua origem associada à invenção dos aviões e a popularização do transporte aéreo como um meio de transporte rápido, seguro e barato para movimento de pessoas e cargas a longas distâncias.

(ALVIM, ABASCAL & MORAES, 2011 apud BRANCO, 2013) afirma que por meados dos anos 1980, a globalização introduz novas demandas e desafios para as cidades. As cidades são componentes, senão centrais, dos processos de globalização sob os quais todo o planeta encontra-se inserido.

Atualmente, a indústria do avião é crucial para o funcionamento da economia internacional. Em 2004, de acordo com o Conselho Internacional de aeroportos, foram transportados 3,4 bilhões de pessoas, enquanto em 2007 subiu para 4,4 bilhões (AIRPORT COUNCIL INTERNATIONAL, 2008 apud BRANCO, 2013).

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 setor aéreo foi redistribuído oficialmente em companhias regionais e nacionais, o território nacional foi dividido em cinco macro regiões onde as companhias operariam sob regime de monopólio e com mercados determinados. Preços e passagens dos voos eram controlados por autoridades do setor, e o acesso de novas empresas ao mercado era proibido. A entrada nos anos 1980 vem com mudanças políticas intensas, o país começara a viver um período de início de abertura e também de problemas macroeconômicos. Com uma inflação galopante e a necessidade de controle, todas as

atenções se voltaram aos planos de estabilização que acabaram sendo intrusivos aos setores produtivos da economia. Além disso, a desvalorização do câmbio aumentou os custos dos insumos. 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 (BNDES, 2010).

Ainda segundo Kaiser (2012) nos últimos 30 anos, foi possível observar momentos políticos distintos que interferiram ativamente no desenvolvimento da indústria aérea. Na década de 70 do século passado, ainda sobre forte influência militar, observamos um momento de intensa regulação na esfera econômica e industrial. O setor aéreo foi redistribuído oficialmente em companhias regionais e nacionais, o território nacional foi dividido em cinco macrorregiões onde as companhias operariam sob regime de monopólio e com mercados determinados. Preços e passagens dos voos eram controlados por autoridades do setor, e o acesso de novas empresas ao mercado era proibido.

A entrada nos anos 1980 vem com mudanças políticas intensas, o país começara a viver um período de início de abertura e também de problemas macroeconômicos.

Com uma inflação galopante e a necessidade de controle, todas as atenções se voltaram aos planos de estabilização que acabaram sendo intrusivos aos setores produtivos da economia. Além disso, a desvalorização do câmbio aumentou os custos dos insumos (KAISER, 2012).

No Brasil de 2003 a 2008 houve um crescimento de 59% de viagens enquanto no mundo houve um crescimento de apenas 35%. Os passageiros são em sua maioria homens (62,7%) com idade entre 25 e 50 anos (44,8%). Contudo o número de passageiros representa apenas 5% da população do país mostrando um enorme potencial de expansão (BNDES, 2010).

A previsão do BNDES (2010) afirmou que a Aviação global segue em crescimento, com transporte de 4,4 bilhões de passageiros para 2018, é possível ver o crescimento do setor no ano de 2018 nos aeroportos brasileiros na figura 17.

**DESENVOLVIMENTO DE DIRETRIZES PARA REDUÇÃO DO IMPACTO DO RÚIDO AEROPORTUÁRIO:**  
Estudo do Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares.

Figura 17: Ranking de Aeródromos - 2018 (Pousos + Decolagens + Cruzamentos + TGL).

		Variação Anual 2017/2018	
1º	Guarulhos	299.961	▲ 10,6%
2º	Congonhas	228.866	▲ 2,2%
3º	Brasília	164.485	▲ 3,8%
4º	Santos Dumont	117.740	▼ -0,3%
5º	Galeão	116.717	▼ -8,2%
6º	Campinas	111.472	▼ -1,2%
7º	Confins	102.134	▲ 1,5%
8º	Campo de Marte	87.044	▲ 5,4%
9º	Porto Alegre	85.963	▲ 3,1%
10º	Salvador	83.558	▲ 2,3%
11º	Jacarepaguá	82.846	▲ 8,5%
12º	Recife	82.104	▲ 3,7%
13º	Goiânia	70.420	▲ 6,3%
14º	Curitiba	69.232	▼ -3,4%
15º	Fortaleza	60.400	▲ 6,4%
16º	Florianópolis	50.008	▼ -0,1%
17º	Vitória	46.950	▼ -4,6%
18º	Pampulha	43.634	▼ -3,5%
19º	Belém	43.321	▼ -1,5%
20º	Manaus	41.161	▲ 5,8%
21º	Navegantes	34.849	▲ 10,3%
22º	Campo Grande	34.343	▲ 1,0%
23º	Ribeirão Preto	32.600	▼ -4,2%
24º	Uberlândia	29.439	▼ -1,9%
25º	Londrina	29.348	▲ 1,7%
26º	São José dos Campos	26.490	▼ -4,0%
27º	Foz do Iguaçu	22.432	▲ 2,8%
28º	São Luís	21.023	▼ -3,2%
29º	Maceió	19.081	▲ 3,2%
30º	Palmas	13.310	▲ 2,4%
31º	Joinville	9.013	▼ -16,6%
32º	Uberaba	6.297	▼ -0,5%

Fonte: DECEA, 2019.

O número de passageiros transportados em 2021 deve subir para 3,38 bilhões, voltando aos níveis de 2014, mas bem abaixo dos 4,54 bilhões de 2019. Os dados referentes ao ano de 2019 dos aeroportos brasileiros podem ser vistos na figura 18.

## DESENVOLVIMENTO DE DIRETRIZES PARA REDUÇÃO DO IMPACTO DO RÚIDO AEROPORTUÁRIO: Estudo do Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares.

Figura 18: Ranking de Aeródromos - 2019 (Pousos + Decolagens + Cruzamentos + TGL).

			Varição Anual
			2018/2019
1º	Guarulhos	 298.207	▼ -0,6%
2º	Congonhas	 222.784	▼ -2,7%
3º	Brasília	 154.331	▼ -6,2%
4º	Campinas	 117.458	▲ 5,4%
5º	Santos Dumont	 114.825	▼ -2,5%
6º	Galeão	 107.900	▼ -7,6%
7º	Confins	 102.349	▲ 0,2%
8º	Jacarepaguá	 86.253	▲ 4,1%
9º	Recife	 84.490	▲ 2,9%
10º	Porto Alegre	 82.461	▼ -4,1%
11º	Salvador	 79.684	▼ -4,6%
12º	Campo de Marte	 76.599	▼ -12,0%
13º	Curitiba	 70.416	▲ 1,7%
14º	Fortaleza	 60.800	▲ 0,7%
15º	Goiânia	 59.201	▼ -15,9%
16º	Florianópolis	 46.358	▼ -7,3%
17º	Vitória	 45.204	▼ -3,7%
18º	Belém	 43.335	▲ 0,0%
19º	Pampulha	 43.115	▼ -1,2%
20º	Manaus	 41.801	▲ 1,6%
21º	Navegantes	 33.377	▼ -4,2%
22º	Campo Grande	 33.001	▼ -3,9%
23º	Ribeirão Preto	 31.149	▼ -4,5%
24º	Uberlândia	 28.141	▼ -4,4%
25º	São José dos Campos	 26.758	▲ 1,0%
26º	Londrina	 25.463	▼ -13,2%
27º	Foz do Iguaçu	 21.956	▼ -2,1%
28º	São Luís	 20.433	▼ -2,8%
29º	Maceió	 18.459	▼ -3,3%
30º	Palmas	 11.949	▼ -10,2%
31º	Joinville	 8.431	▼ -6,5%
32º	Uberaba	 6.233	▼ -1,0%

Fonte: DECEA, 2019.

Em 2020, por conta da pandemia do novo coronavírus o setor aéreo foi um dos mais afetados, tendo uma queda nos voos e transporte de passageiros com apenas 2,25 bilhões de passageiros, segundo dados da Associação Internacional de Transporte Aéreo (IATA, 2020).

A tabela 5 apresenta os números operacionais do Aeroporto Internacional de Maceió, com histórico de passageiros embarcados e desembarcados das empresas em operações domésticas entre os anos de 2000 a 2020.

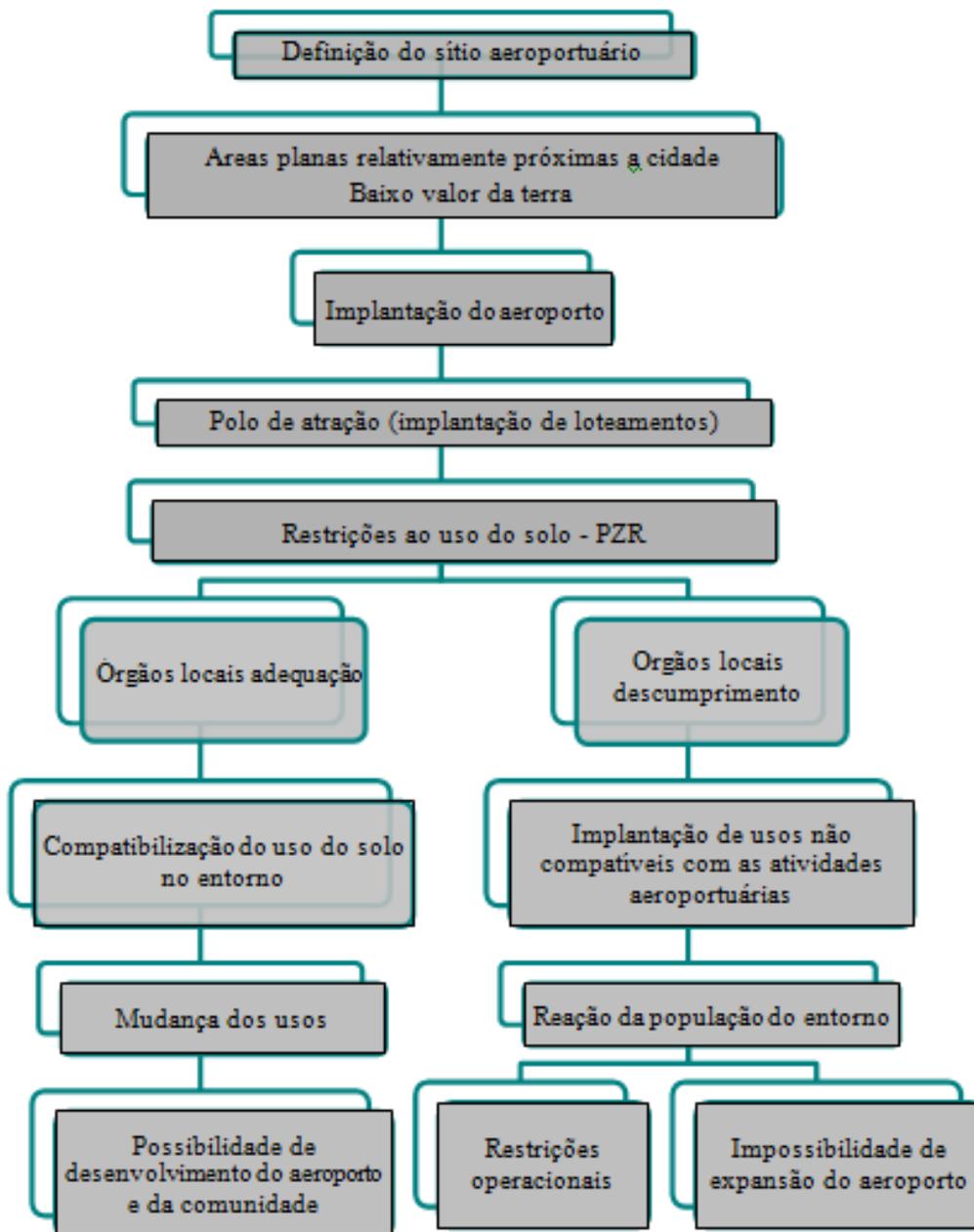
Tabela 5: Números operacionais do Aeroporto Internacional de Maceió.

Ano	Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares									
	Maceió-AL									
	Embarque Doméstico	Embarque Internacional	Total Embarques	Crescimento	Desembarque Doméstico	Desembarque Internacional	Total Desembarques	Crescimento	Movimento Total	Crescimento
2020	568.456	1.817	570.279	-48,28%	572.786	2.550	575.336	-47,44%	1.145.609	-47,86%
2019	1.095.458	7.128	1.102.586	0,71%	1.088.338	6.298	1.094.636	-0,01%	2.197.222	0,35%
2018	1.085.177	9.589	1.094.766	7,35%	1.085.245	9.520	1.094.773	7,19%	2.189.539	7,27%
2017	1.016.431	3.392	1.019.823	3,37%	1.027.759	3.627	1.021.386	2,99%	2.041.209	3,18%
2016	985.374	1.199	986.573	1,41%	990.368	1.326	991.694	1,63%	1.978.267	1,52%
2015	972.331	572	972.903	4,02%	975.395	411	975.806	3,90%	1.948.709	3,96%
2014	934.247	1.083	935.330	-1,37%	938.107	1.095	939.202	-2,34%	1.874.532	-1,85%
2013	946.754	1.526	948.280	12,74%	960.824	843	961.667	13,58%	1.909.047	13,16%
2012	838.872	2.254	841.280	9,39%	844.810	1.901	846.711	11,27%	1.687.837	10,33%
2011	765.901	3.041	768.942	9,05%	758.294	2.628	760.922	10,95%	1.529.264	9,98%
2010	702.182	2.952	705.134	28,47%	682.649	3.194	685.843	27,46%	1.390.377	27,97%
2009	544.565	3.904	548.869	16,45%	535.256	2.830	538.086	16,21%	1.086.955	16,33%
2008	465.834	5.496	471.830	0,78%	459.608	3.402	463.010	0,41%	934.340	0,60%
2007	462.996	4.671	467.667	6,87%	458.188	2.947	461.135	6,94%	928.802	6,91%
2006	427.519	10.080	437.599	25,74%	428.049	3.160	431.209	25,19%	868.808	25,47%
2005	343.596	4.416	348.014	21,62%	339.184	5.263	344.447	23,30%	692.461	22,45%
2004	285.150	1.008	286.158	23,88%	278.456	895	279.351	19,22%	565.509	21,54%
2003	230.371	616	230.987	-8,37%	233.410	896	234.306	-6,23%	465.293	-7,30%
2002	251.940	134	252.074	-11,64%	249.706	172	249.878	-12,02%	501.952	-11,83%
2001	282.813	2.477	285.290	-2,05%	282.176	1.829	284.005	-2,94%	589.295	-2,50%
2000	289.044	2.203	291.247		290.823	1.796	292.619		583.866	

Fonte: Aviação Brasil. Disponível em <<https://aviacaobrasil.com.br/aeroporto-internacional-de-maceiozumbi-dos-palmares/#:~:text=Com%20capacidade%20para%20receber%20mais,%E2%80%9320Azul%2C%20Gol%20e%20Latam>>. Acesso em: 03 jun 2021.

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: viária água, esgoto, energia até o aeroporto. O diagrama exposto na figura 19 mostra as áreas do entorno do aeroporto que se tornam polos de atração para a implantação de loteamentos (GARCIA, 2015).

Figura 19: Processo de envolvimento dos aeroportos pela malha urbana.



Fonte: GARCIA, 2015.

A área de influência do entorno de um aeroporto como o de Guarulhos atinge um raio de 3 a 5 quilômetros, seja direta ou indiretamente... O município poderia prever usos e ocupações especiais para essas áreas, como permissão de projetos residenciais com adensamento maior ou de incentivo para investimentos privados equipamentos urbanos (MASCARÓ, 2005. P. 176-177).

Romaro (2007) afirma que a nova configuração dos aeroportos, resultante do crescimento e das suas alterações estruturais, levou ao desenvolvimento das “cidades-aerportos”, verdadeiros núcleos intermodais de transportes.

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.

De acordo com Romaro (2007) 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.

Este papel supera o tradicional, antes limitado à função de abrigo das atividades de transporte aéreo, administradas por organizações civis, porém de origem militar, comprometidas com uma visão eminentemente funcional, afirma Romaro (2007).

A administração dos aeroportos dos países desenvolvidos, especialmente da Europa, (GÜLLER apud ROMARO, 2007) muda sua atitude direcionando-se a um leque mais amplo de atividades voltadas à formação e consolidação de centros comerciais e a alavancagem de promoções imobiliárias.

Nesta nova realidade o planejamento dos aeroportos coordena as redes viárias e a inter-relação entre os sistemas ferroviário e aéreo, articulando o urbanismo e os transportes.

Romaro (2007) conclui que a primeira questão deve considerar a planificação regional dos usos do solo e os transportes, que integre o aeroporto e o desenvolvimento. A segunda considera que para o aeroporto trazer benefícios econômicos a uma região é importante acionar medidas mitigadoras de forma a minorar as pressões provocadas sobre as infraestruturas existentes locais e especialmente o meio ambiente. Finalmente ele conclui que o aumento progressivo das superfícies dos aeroportos leva à necessidade de desenvolver novos conceitos para o projeto aeroportuário.

Guedes (2005) ressalta o transporte como a principal fonte de poluição sonora nas cidades por ser de caráter bastante difuso. Segundo ele, a qualidade sonora das áreas próximas a aeroportos, rodovias e estradas de ferro é, profundamente, degradada em vista do ruído emitido por essas fontes que, em geral, se apresenta de maneira transitória.

Segundo Cvetkovi e Praševi (2000), embora existam diferenças entre programas de redução do nível de ruído em vários países, o aspecto comum neste campo inclui: o planejamento de novas zonas residencial e industrial, de estradas e de aeroportos; participação da população durante ou em etapas posteriores à fase de planejamento, através de reclamações e comentários, além da avaliação do nível de ruído de diferentes fontes segundo regulamentos e leis.

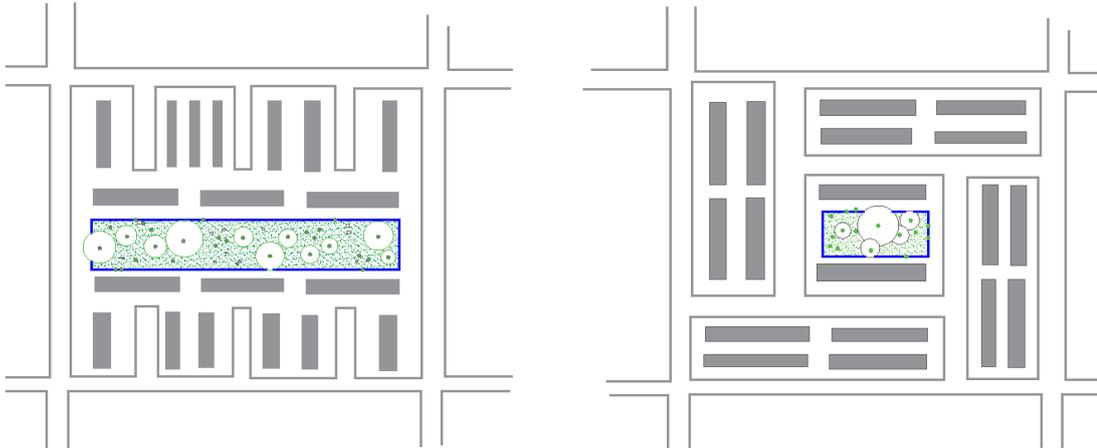
O fenômeno da segregação residencial é muito geral ao longo da história da urbanização. Quase sempre existiram grupos que, devido a sua pobreza, a sua etnia ou a outro fator eram forçados a viverem em certas áreas (geralmente menos atraentes e bonitas, menos dotadas de infraestrutura, mais insalubres etc), sendo, na prática ou até formalmente, excluídos de certos espaços, reservados para as classes e grupos dominantes da sociedade (SOUZA, 2005 p. 68).

Na escala urbana, são necessárias ações que determinem critérios para a realização de atividades em determinadas regiões dentro de uma visão global da cidade. Daí a importância para a realização de um planejamento urbano eficaz e consciente que possa prever, particularmente, o impacto sonoro devido às alterações nas áreas urbanas, seja, no sistema viário, no uso e ocupação do solo ou na própria edificação e com isso estabelecer diretrizes para o desenvolvimento e organização dos espaços de uma cidade (MACEDO & SLAMA, 2000; NAGEM, 2004).

Niemeyer e Slama (1998) definem quadra ou quarteirão sendo a menor área de espaço urbano delimitada, como unidades do espaço urbano, constituídas por lotes (em geral, retangulares) e delimitadas pelas vias. Acusticamente, podem ser entendidas como porções desse espaço limítrofe ao local de emissão de ruído (vias), onde seus edifícios desempenham papel de barreiras, protegendo seus ambientes internos dos níveis sonoros externos.

A depender da distribuição dessas edificações, a quadra tende a ser mais ou menos exposta ao ruído de tráfego, conforme as configurações apresentadas na Figura 20.

Figura 20: Quadra mais exposta ao ruído de tráfego e (b) quadra menos exposta ao ruído de tráfego.



Fonte: Adaptado de Niemeyer e Santos (2021).

Souza (2005) afirma que a segregação induzida pode ser observada desde a Antiguidade, até o capitalismo inicialmente na Europa, acarretando mudança de escala no padrão de segregação. As diferenças entre a segregação em uma cidade norte-americana contemporânea e em uma grande cidade brasileira são enormes, apesar de ambas serem produtos de um modelo social capitalista.

Romaro (2007) afirma que desde o início do processo de planejamento de um aeroporto é de suma importância dar destaque às questões urbanas, ambientais e de acessibilidade, com a finalidade de minimizar ou pelo menos tentar evitar os possíveis impactos decorrentes da construção e desenvolvimento deste empreendimento e de suas operações aeronáuticas, que têm como uma de suas principais “vilãs” a geração de ruídos.

Diante desta colocação é importante identificar quais os procedimentos necessários desde o momento da tomada de decisão pela implantação de um aeroporto, até sua construção e operação. Isto envolve alguns condicionantes como a escolha do sítio aeroportuário, a elaboração do plano diretor (PDIR), estudos e relatórios de impactos ambientais e diretrizes para o uso do solo através de zoneamentos, que irão tratar, entre outras questões, das limitações nas zonas de proteção de aeródromos e de ruídos, e também das áreas de segurança aeroportuária (ROMARO, 2007).

Romaro (2007) identifica diversos parâmetros necessários para a caracterização do sítio aeroportuário, conforme o Manual de Implementação de Aeroportos, e devem obedecer:

- a)** as principais características socioeconômicas da região a ser atendida pela unidade aeroportuária;
- b)** a localização da área, do ponto de vista da importância da distância em relação ao centro urbano do principal pólo gerador de tráfego e a outros centros próximos;
- c)** a identificação de aeródromos, existentes ou previstos, na área de influência da localidade em estudo (50 km);
- d)** as vias de acesso: características e distâncias em relação às localidades atendidas;
- e)** os dados meteorológicos históricos de pelo menos cinco anos relativos à temperatura e aos ventos (direção, intensidade e frequência);
- f)** as dimensões e orientação da área em relação aos ventos predominantes;
- g)** o tipo de ocupação do solo na área proposta e no seu entorno, tais como: edificações, culturas, parcelamentos, matas naturais e outros usos;
- h)** a identificação e a caracterização das possíveis implantações de natureza perigosa, tais como lixões, aterros sanitários, vazadouros, matadouros e outros que possam atrair pássaros;
- i)** a identificação da existência de áreas de proteção ambiental na área de influência do projeto;
- j)** a caracterização do valor das terras nas localidades indicadas com potencial para atender ao aeroporto;
- k)** a topografia da área e de seu entorno, visando avaliar possíveis obstáculos à navegação aérea e a necessidade de movimentação de terra;
- l)** a caracterização preliminar geológica do tipo de solo e das possibilidades de drenagem, visando à implantação do aeroporto;
- m)** a identificação de serviços e instalações quanto ao fornecimento de energia elétrica, meios de comunicação telefônica, abastecimento de água, tratamento de esgoto e lixo, entre outros.

Além dos condicionantes já citados, outros requisitos necessários para proceder ao processo de planejamento de aeroportos que envolvem a previsão do tráfego aéreo de passageiros e cargas na região atendida pelo aeroporto, bem como a definição dos critérios de cálculo e dimensionamento para os mesmos, são considerados fundamentais (NETO, 2010).

A relação da atividade aeroportuária com seu entorno é defendida pelos autores citados como imprescindível, sendo possível também com a transferência modal de passageiros que pode ser realizada dentro dos limites patrimoniais, apesar da interferência que essa atividade exerce sobre seu entorno se estende por uma longa distância.

A proximidade das cidades com os aeroportos são intensificadas não só pelo impacto sonoro, mas também pelos desastrosos acidentes aéreos como o que ocorreu com um avião no Campo de Marte, em São Paulo. O acidente levantou a discussão sobre os riscos de haver aeroportos em áreas populosas de grandes cidades.

A presença de aeroportos movimentados convivendo em áreas residenciais ocorre em diversas cidades sendo algumas delas: Londres e Portugal (como pode ser visto na figura 21).

No caso do aeroporto *London City*, o aeroporto foi construído às margens do rio Tâmisa exatamente para facilitar o deslocamento ao centro de Londres (Reino Unido). E no caso de Portugal foi construído em local remoto e com o passar dos anos, o crescimento das cidades acabou expandindo em direção ao aeroporto.

Figura 21: Aeroporto London City (Londres)/ aeroporto Humberto Delgado, em Lisboa (Portugal).



Fonte: Disponível em: <<https://todosabordo.blogosfera.uol.com.br/2018/12/05/aeroportos-dentro-de-grandes-cidades-pelo-mundo/>>. Acesso em: 21 nov 2020.

Para pousar no aeroporto de *London City*, os aviões precisam fazer uma descida mais íngreme. Outro desafio é a pista curta, de 1.500 metros.

No caso da cidade de Natal (RN) O aeroporto se manteve por muito tempo no município vizinho de Parnamirim, no lado sul de Natal até o no de 2014, quando foi transferido para São Gonçalo do Amarante, no limite norte da capital. Com a inauguração do novo Aeroporto de Natal, localizado a 36 km das praias de Ponta Negra e Via Costeira, onde se concentram a maioria dos hotéis e pousadas.

De acordo com Santos (1993) apud Silva (2018) em decorrência do descontrole urbano surgem os conflitos entre as operações aeroportuárias e as cidades provenientes das ocupações irregulares cada vez maiores e a ausência de controle eficaz, os ocupantes dessas áreas passam a definir seu próprio espaço em quantidade e qualidade O quadro 7 sistematiza os principais conflitos.

Quadro 7: Demonstrativo dos impactos entre Aeroporto e Cidade e Cidade e Aeroporto.

<b>CONFLITOS AEROPORTO X CIDADE</b>	<b>CONFLITO CIDADE X AEROPORTO</b>
Descaracterizar as distâncias necessárias para a segurança de voo;	Redução dos gabaritos edificados, redução das taxas de uso e ocupação;
Crescimento populacional e densidade construtiva, impossibilidade do crescimento físico do sítio para futuras expansões;	Impactos gerados pela incomodidade das operações aeroportuárias (ruído aeroportuário, emissões de gases, etc.);
Aumento não dimensionado na capacidade de fornecimento;	Incompatibilidade com fornecimento de serviços de energia elétrica, água, esgoto, coleta de lixo, etc.;
Mudanças nas características comerciais e fornecimento;	Restrições de uso tais como, residências, escolas, hospitais, hotéis (sem tratamento acústico);
Mudanças nas características do entorno, microclimas, desmatamentos, etc.;	Aumento na implantação, manutenção e amortização dos custos para as infraestruturas urbanas;
Impactos ambientais, descaracterização do solo (erosões, voçorocas, etc.), desmatamentos etc., atração de fauna (pássaros e outros animais);	Conflito entre o meio ambiente e as políticas urbanas;
Considerando rotas de pouso e decolagem, aumento da densidade construtiva (altura das edificações nas rampas de aproximação), atração de pássaros (assentamento de lixões, ausência da coleta de lixo, etc.);	Probabilidade de aumento de atingir as malhas urbanas em caso de acidentes aviários;
Restrições operacionais (pouso e decolagem) passageiros e cargas.	Impactos econômicos frente as restrições aeroportuárias (redução de viagens, processamento de cargas comerciais, etc.)

Apesar dessa nova dinâmica que influi sobre a mudança de usos e ocupação de uma porção específica da Zona Administrativa Norte de Natal, a maior parte das novas instalações do circuito superior da economia é composta por filiais de empresas que já existem em outros locais da cidade. Com base nisto, compreende-se que a região se configura como um novo espaço de expansão do capital, mas esta dinâmica atende ainda a uma demanda da própria região.

Apesar de crescente, não é capaz de repercutir ainda em um fluxo de pessoas de outras regiões da cidade. A abertura da sede da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte-UERN no bairro de Potengi pode ampliar o destaque dessa região norte no contexto da cidade (MEDEIROS, 2017).

No caso da segregação induzida, as pessoas não escolhem aonde viver, sendo forçadas a isso. Se aventurando a morar em outras partes da cidade. Levando-se em conta essa diferenciação das áreas intraurbanas segundo a renda e o status dos grupos sociais, e considerando ainda a localização das atividades industrial e comercial, foram, ao longo do século XX, propostos diversos modelos da organização interna da cidade (SOUZA, 2005).

Souza (2005) elenca que a segregação residencial é um produto da cidade. Povoados ou aldeias rurais não possuem uma complexidade que dê origem a bairros inteiros ou grandes espaços segregados, sendo, relativamente homogêneos. A segregação residencial é um fenômeno urbano, e d a grande cidade muito mais que das cidades pequenas.

### 3.5 Estudo de repertório

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, identificadas na figura 22.

O propósito do levantamento de informações físicas das cidades abordadas justifica-se para ser possível compreender as características dessas e relacionar com seus aeroportos. A partir desses dados, é possível compreender a relação do porte da cidade tanto social quanto econômico a partir dos seus aeroportos, como é o caso dos aeroportos de **Congonhas/SP** e **Santos Dumont/RJ** estando entre os 5 mais movimentados do país.

O Aeroporto **Juscelino Kubitschek/DF** destaca-se por sua localização estratégica no Centro do país, tendo uma leva considerável de voos para conexões principalmente de voos do Sul/Sudeste ao Nordeste/Norte.

Já os aeroportos **Gilberto Freyre/PE**, **Pinto Martins/CE**, **Eduardo Gomes/ AM** e **Salgado Filho/RS** têm como característica em comum pelo potencial turístico das cidades em que estão implantados, onde dois desses são localizados no Nordeste do país com cidades litorâneas (**Gilberto Freyre/PE**, **Pinto Martins/CE**), **Pinto Martins/ AM** por ser localizado no Norte do país, cidade com potencial histórica e vasta riqueza ambiental, e **Salgado Filho/RS** que é localizado no Sul do Brasil, com o potencial da arquitetura histórica e atratividade de espaços com áreas verdes existentes na cidade.

Figura 22: Mapa do Brasil com demarcação dos estados/cidades brasileiras definidas para apanhado de dados físicos e aeroportuários.



Fonte: Acervo autoral, 2021.

Foi feito o levantamento dos Planos Diretores das cidades selecionadas e apresentados por ordem cronológica no quadro 8.

Quadro 8: Cidades selecionadas e seus Planos Diretores, 1950-2020.

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

A tabela 6 apresenta dados pertinentes referentes às cidades escolhidas para o desenvolvimento do trabalho como: área, população, distância ao Centro, ano de implantação do aeroporto, e capacidade.

Tabela 6: Dados referentes às cidades selecionadas para o Estudo de Repertório.

Cidade//Aeroporto	Ano de implantação	População (2020)	Área (km <sup>2</sup> )	Distância ao Centro da cidade (km)	Passageiros em 2019 (milhões)	Capacidade de passageiros	Administradora
<b>São Paulo (Congonhas)</b>	1936	12,33	1.521	8	22.281.896	1,6 milhões	Infraero
<b>Rio de Janeiro (Santos Dumont)</b>	1938	6,74	1.255	Localizado no Centro	8.933.777	9,9 milhões	Infraero
<b>Brasília (Juscelino Kubitschek)</b>	1956	3,05	5.802	12	19.821.796	21 milhões	Inframérica
<b>Recife (Gilberto Freyre)</b>	1958	1,65	218	11	8.531.312	16,5 milhões	Aena Brasil
<b>Porto Alegre (Salgado Filho)</b>	1940	1.488	496,8	9	8.292.608	16,5 milhões	Fraport
<b>Fortaleza (Pinto Martins)</b>	1966	2,687	313,8	9	7.218.697	13,5 milhões	Fraport
<b>Manaus (Eduardo Gomes)</b>	1976	2,219	11.401	14	7.218.697	12,5 milhões	Infraero

Fonte: A autora, 2021.

### 3.6 Considerações

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 veementes questionada nas cidades é diretamente relacionada aos tipos de ruído de transportes, esses já explanados anteriormente, tendo seus aspectos por interesse necessariamente sendo correlacionados não só às dinâmicas urbanas como também com normas atualmente em vigor que por vezes sequer citam seus efeitos no contexto urbano.

O adequado uso dos instrumentos e ferramentas de planejamento urbano (Plano Diretor e Zoneamento Urbano) permite sugerir mitigações para os impactos urbanos e setoriais. Visto que a partir do levantamento e catalogação dos planos diretores das cidades analisadas é possível absorver contribuições ao meio relacionando tanto ao instrumento urbanístico como aos aspectos da poluição sonora e normas aeronáuticas pertinentes.

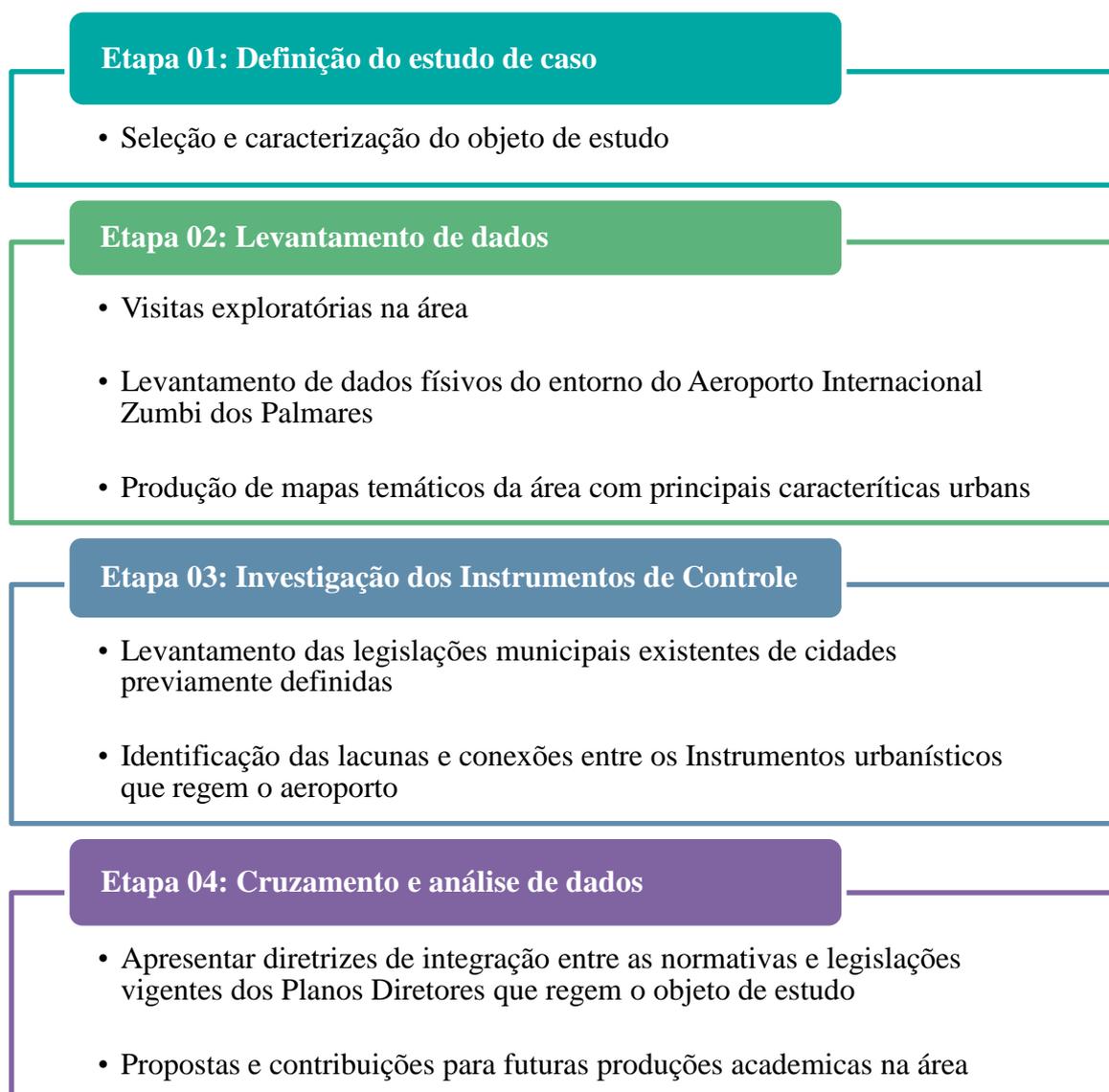
A paper airplane is shown in the lower-left quadrant, flying towards the upper-left. It leaves behind three colorful, wavy trails: a purple one, a blue one, and a red one. The background is a bright blue sky with large, white, fluffy clouds.

# **Procedimientos Metodológicos**

## 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O trabalho consiste em uma pesquisa comparativa para investigação da compatibilidade do plano diretor e das leis de uso e ocupação do solo dos municípios de Maceió e Rio Largo onde está localizado o Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares. O método adotado foi dividido em quatro principais etapas descritas a seguir (figura 23).

Figura 23: Procedimentos Metodológicos.



#### 4.1 Etapa 01: Definição e caracterização do objeto de estudo

Nessa etapa da pesquisa serão apresentados dados pertinentes ao objeto de estudo, levando em consideração produção de mapas temáticos e considerando as características urbanas da área.

O Aeroporto Internacional de Maceió apresenta a principal pista de pouso e decolagem do estado de Alagoas, estando localizada entre os municípios de Rio Largo e Maceió (Figura 24). É denominado **MCZ** pela sigla do sistema IATA<sup>6</sup> e **SBMO**, pelo sistema ICAO<sup>7</sup>. O aeroporto situa-se nas coordenadas 09°31'02" SUL e 35° 47'01" OESTE, a 387ft (aproximadamente 118m) de altitude.

Figura 24: Esquema de mapas do Brasil com destaque para o estado de Alagoas, de Alagoas com destaque para os municípios de Maceió e Rio Largo, e de Maceió com destaque para o bairro Cidade Universitária.



Fonte: A autora, mapas adaptados, 2021.

#### 4.2 Etapa 02: Levantamento de dados

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.

<sup>6</sup> Sistema da *Internacional Air Transport Association* – Iata para identificar aeroportos. Código utilizado no Brasil.

<sup>7</sup> Sistema internacional da ICAO utilizado para identificação de aeroportos.

### 4.3 Etapa 03: Investigação dos instrumentos de controle

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 foi formulada considerando o contexto local.

Esta etapa metodológica também irá consistir na investigação e identificação da abordagem sobre acústica no plano diretor de Maceió ano 2005. A principal finalidade desta etapa será analisar as temáticas que abordam as questões acústicas, para a partir 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 9).

Quadro 9: Legislações municipais e Normatização brasileira sobre acústica urbana e poluição sonora.

Legislações	Normatização
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	

#### 4.4 Etapa 04: 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. A seguir serão apresentadas no quadro 10 as legislações municipais encontradas e suas respectivas finalidades.

Quadro 10: Decretos e leis sobre acústica urbana da cidade de Maceió.

Leis Municipais		
Ano	Decreto / Lei	Finalidade
1985	Lei Municipal N° 3538/1985	Trata de recomendações para controle da poluição ambiental, incluindo a poluição sonora.
1996	Lei Municipal N° 4548/1996	Institui que a fiscalização quanto às emissões sonoras será realizada pela Secretária Municipal do Meio Ambiente, independente da competência comum da União, do Estado e demais órgãos que cuidam da matéria
2000	Lei Municipal N° 4956/2000	Disciplina o funcionamento de estabelecimentos comerciais que causam poluição sonora e dá outras providências.
2005	Plano Diretor	Designa ao município estabelecer a definição dos empreendimentos e atividades dependentes do Estudo de Impacto de Vizinhança.
2007	Código de Urbanismo	Define os estabelecimentos que deverão passar pelo Estudo de Impacto de Vizinhança, incluindo as casas de cultos e igrejas com área superior a 1000m <sup>2</sup> . Entre os aspectos de escolha das edificações

encontra-se o fato de serem causadores de poluição sonora.

No Art. 305, consta que toda edificação construída em Maceió deverá ter: que todos os estabelecimentos de qualquer porte, que apresentem sonorização indispensável no exercício de suas atividades, deverão obrigatoriamente ter tratamento acústico adequado, de modo a não provocar poluição sonora ou desconforto ambiental.

O Plano Diretor da cidade de Maceió aborda as questões de ruído ambiental quando trata do Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV), porém repassa para o município a responsabilidade de determinar quais os tipos de edificações que precisarão desse estudo. O código de Urbanismo de Maceió determina que será necessário o EIV em edificações com áreas superiores a 1000m<sup>2</sup>. A tabela 7 apresenta legislação e normatização que engloba as recomendações da lei municipal e da NBR 10151: 2019.

Tabela 7: Recomendação da lei municipal sobre poluição sonora pelos ruídos que regem Maceió.

<b>Recomendação sobre poluição sonora pelos ruídos que regem Maceió</b>			
Leis e Normas		<b>Lei ordinária 3.538/1985 (Secção II, da poluição pelos ruídos)</b>	<b>ABNT 10151:2020</b>
<b>Recomendação</b>		Art. 113 - Nível de pressão sonora máximo para alto-falantes, orquestras, instrumentos isolados, aparelhos e utensílios de qualquer natureza, usados em estabelecimentos comerciais ou de diversões públicas.	Fixa as condições exigíveis para avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades, independentemente da existência de reclamações, limitando o nível de ruído emitido por fontes sonoras.
Horários	Diurno	07:00 – 19:00	07:00 – 22:00

	Noturno	18:00 – 07:00	22:00 – 07:00
Nível máximo de pressão sonora	Diurno	55 dB(B)	55 dB(A)
	Noturno	45 dB(A)	50 dB(A)
Afastamento sonoro do refletor da superfície	do medidor	5m	2m

A Lei 3.538 - Recomendações para controle da poluição ambiental, incluindo a sonora (1985) é a única que retrata informações mais precisas quanto aos níveis de pressão sonora máxima determinada, apresentação de delimitação de horários diurnos e noturnos e orientação quanto ao procedimento de medições. Essa lei apresenta algumas fragilidades, onde pode ser observado como ao que se refere no procedimento de medição. Ela orienta que as medições sejam realizadas na curva “B” do sonômetro, quando deveria ser na curva “A”. Ao se tratar de ruído, a curva “A” é a que mais se aproxima da sensibilidade do ouvido humano e desta forma é a segunda com relação às normas internacionais e nacionais. A segunda fragilidade é devido a determinação dos horários limites dos turnos diurno e noturno, o horário entre 18:00 e 19:00 pertence aos dois turnos.

A NBR 10151/2000: Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando conforto da comunidade, foi escolhida como parâmetro por ser referência nacional de procedimento para esse tipo de estudo.

Em 2000, entrou também em vigor a Lei 4.956/2000 a qual tem como objetivo disciplinar o funcionamento de estabelecimentos comerciais causadores de poluição sonora. Essa lei orienta que as medições utilizem medidor de nível sonoro capaz de atender às recomendações da EB 386/74 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Porém, não define os valores de níveis de pressão sonora máxima nem horários diurnos e noturnos.

A Lei 4.956/2000 revogou a Lei 3.538/1985, especificadamente, passando a constar que todas as medições deverão ser realizadas na curva de ponderação “A”.

De acordo com o Código de Urbanismo (2007) Art. 45. A área do Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares que se localiza na cidade de Maceió enquadra-se como Zona de Expansão do tipo 1 (ZE-1) é a área na cidade com potencial para o crescimento urbano, com as seguintes diretrizes:

I – Verticalização alta, compatibilizada ao saneamento básico;

II – Atividades comerciais, de serviços e industriais de todos os grupos previstos nesta Lei, sem prejuízo da avaliação dos impactos ambientais e urbanos;

III – estímulo aos empreendimentos e estabelecimentos de incentivo à implantação de infraestrutura e serviços urbanos.

O quadro 11 explana os parâmetros urbanísticos da Zona de Expansão 1 da cidade de Maceió.

Quadro 11: Parâmetros urbanísticos da ZE-1.

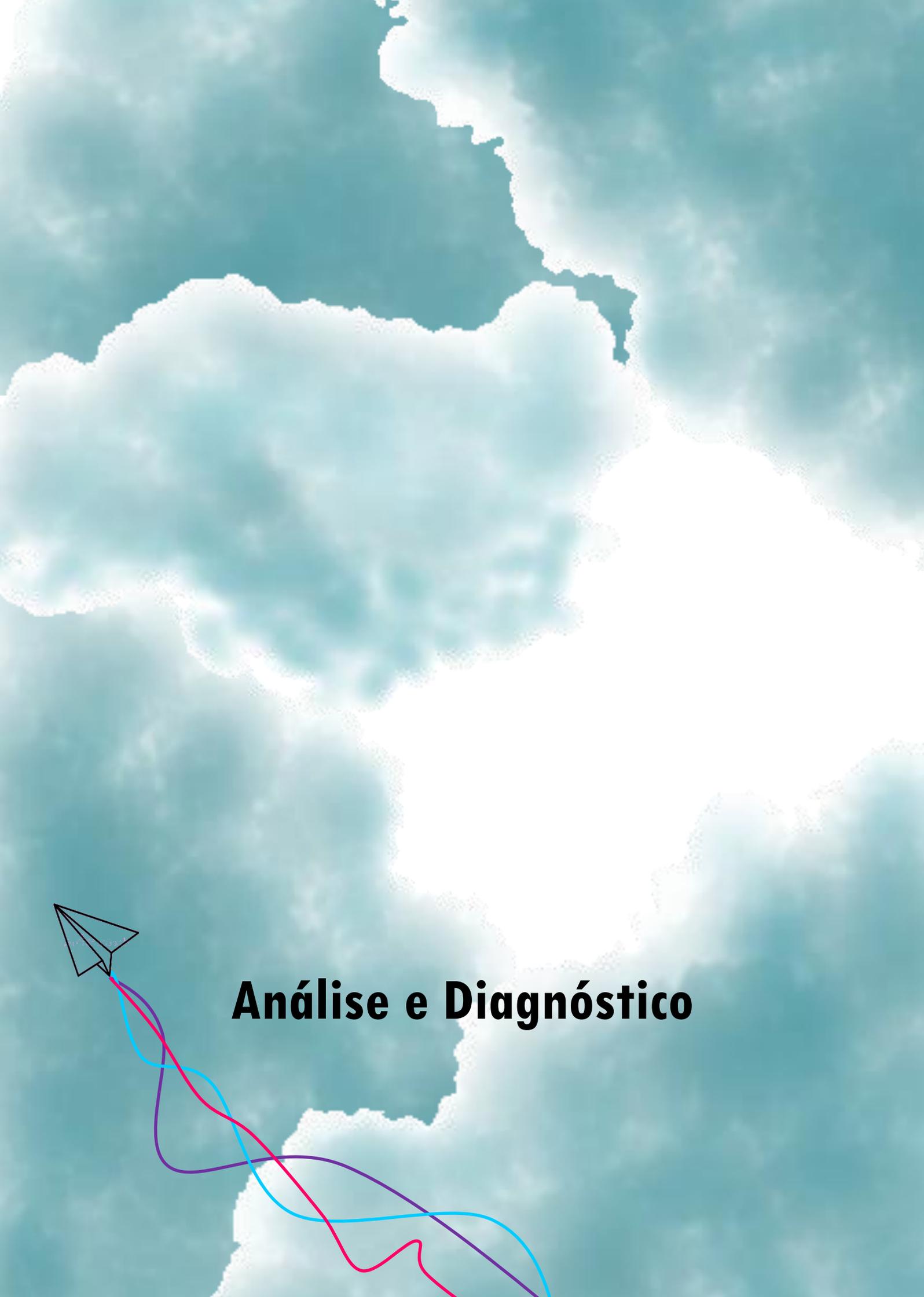
Zonas	Usos	Taxa de Ocupação do Terreno Máxima	Altura Máxima da Edificação (nº pavtos)	Testada Mínima do Lote (m)	Área Mínima do Lote (m <sup>2</sup> )	Recuo Mínimo		Coeficiente de Aproveitamento do Terreno	Vagas de estacionamento
						Frontal (m)	Laterais e de fundos (m)		
ZE-1	UR-1	60%	2	---	---	5	2	1,2	Espaço p/ guarda de 01 veículo
	UR-4	Para condomínios horizontais, aplicam-se os critérios definidos para o uso UR-1; Para condomínios verticais, aplicam-se os critérios definidos para o uso UR-5.							
	UR-5 (*)	50%	10	---	---	$R = 3,5 + \frac{n-2}{2}$	$R = 1,50 + \frac{n-2}{2}$	4	AC: - até 100m <sup>2</sup> : 1 (uma) vaga por unidade; - superior a 100m <sup>2</sup> até 250m <sup>2</sup> : 2 (duas) vagas por unidade; - superior a 250m <sup>2</sup> : 3 (três) vagas por unidade.
		35%	15						
20%		40							
Comercial, Serviços e Industrial – Grupos I, II, III, IV e V	AC até 70m <sup>2</sup> : 70% AC: - até 300m <sup>2</sup> : 70%; - até 900m <sup>2</sup> : 60%; - acima de 900m <sup>2</sup> : 50%.	2 <sup>(+12)</sup>	---	---	5	2	1 2	AC: - até 70m <sup>2</sup> : isento; - superior a 70m <sup>2</sup> até 400m <sup>2</sup> : 1 (uma) vaga p/ cada 50m <sup>2</sup> ; - superior a 400m <sup>2</sup> até 900m <sup>2</sup> : 1 (uma) vaga p/ cada 75m <sup>2</sup> ; - acima de 900m <sup>2</sup> : 1 vaga p/ cada 100m <sup>2</sup> .	

AC – Área Construída n - número de pavimentos  
(\*) – Admite-se até 40 pavimentos, obedecendo aos parâmetros urbanísticos previstos para UR-5 a partir do 3º piso.  
Na ZE-1, para novos parcelamentos a testada mínima será de 15m e a área mínima do lote será de 450m<sup>2</sup>.

Fonte: Prefeitura de Maceió/AL, 2006.

A Macrozona de Expansão Urbana é caracterizada pelo Plano Diretor de Maceió (MACEIO, 2005) como área de intensidade de ocupação ou áreas subutilizadas nos interstícios de áreas ocupadas, situadas no tabuleiro junto aos vetores de crescimento urbano, com potencial para atendimento por redes de saneamento básico e pelo Sistema Municipal de Mobilidade. Os bairros de Santa Amélia, Antares, Cidade Universitária, Barro Duro, Serraria, São Jorge e parte dos bairros Petrópolis e Feitosa integram a referida macrozona.

Entende-se que A Macrozona de Expansão tem por finalidade principal promover a ocupação e integrar áreas ocupadas da cidade. São áreas que estão sofrendo o processo de ocupação urbana, no qual o Código de Edificações da cidade (MACEIÓ, 2007) estabelece uma taxa de ocupação máxima de 60%. Essa é caracterizada pelo Plano Diretor de Maceió (MACEIO, 2005) como área de intensidade de ocupação ou áreas subutilizadas nos interstícios de áreas ocupadas, situadas no tabuleiro junto aos vetores de crescimento urbano, com potencial para atendimento por redes de saneamento básico e pelo Sistema Municipal de Mobilidade. Os bairros de Santa Amélia, Antares, Cidade Universitária, Barro Duro, Serraria, São Jorge e parte dos bairros Petrópolis e Feitosa integram a referida macrozona.



# **Análise e Diagnóstico**

## 5 ANÁLISE E DIAGNÓSTICO

Neste capítulo serão apresentadas as análises e diagnóstico do estudo de repertório partindo das recomendações acústicas obtidas em planos diretores de cidades brasileiras, a fim de relacionar os dados pertinentes para integração ao plano diretor das cidades de Maceió e Rio Largo e o Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares.

Vale ressaltar que devido à escala do objeto de estudo comportar uma imensurável área afetada pelo ruído produzido pelo Aeroporto Zumbi dos Palmares, buscou-se apresentar diretrizes gerais referentes às temáticas indicadas para adoção dos Planos diretores e para a administradora do aeroporto, Aena Brasil.

### 5.1 Análise dos Planos Diretores sobre acústica urbana de cidades brasileiras

Para efeitos de análise, os resultados da revisão documental e a investigação qualificam e discutem as cidades brasileiras pela perspectiva de seus planos diretores. Foram compactados em quadros para facilitar a análise e subsidiar as propostas de diretrizes. Para tanto, foi realizado o levantamento dos Planos Diretores municipais, para o recorte de cidades brasileiras, no período 1950-2020.

Foram investigadas as temáticas com abordagem nos aspectos acústicos e como tratam seus aeroportos e suas respectivas diretrizes, apresentadas de forma sintetizada. Os dados foram sistematizados de acordo com a respectiva cidade (quadro 12).

Quadro 12: Diretrizes de integração sonora em planos diretores de cidades brasileiras.

CIDADE	ABORDAGEM ACÚSTICA	DIRETRIZES
São Paulo	Parcelamento uso e ocupação do solo e da paisagem urbana	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Deve ser apresentada uma estratégia para controle da poluição sonora atmosférica.</li> <li>2. Os usos e atividades serão classificados de acordo com o impacto que causam entre eles o impacto sonoro.</li> <li>3. O Estudo de Impacto de Vizinhança deverá apresentar a geração de poluição ambiental e sonora da área (SÃO PAULO, 2014).</li> </ol>

	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).
<b>Rio de Janeiro</b>	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).

	<p>Controle e Monitoramento Ambiental</p>	<p>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).</p>
<p><b>Recife</b></p>	<p>Uso e ocupação do solo</p>	<p>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).</p>
<p><b>Fortaleza</b></p>	<p>Política de Meio ambiente</p>	<p>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).</p>
	<p>Uso e ocupação do solo</p>	<p>4. Poluição sonora deverá ser observada na análise do nível de incomodidade dos empreendimentos geradores de impactos.</p>

	Uso e ocupação do solo	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).
<b>Porto Alegre</b>	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).
<b>Brasília</b>	Meio Ambiente	1. Adotar medidas de educação e de controle ambiental, evitando-se todas as formas de poluição e degradação ambiental no território (BRASÍLIA, 2009).
	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).
<b>Manaus</b>	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).

Percebe-se que nos Planos Diretores investigados, a temática da acústica é debatida em várias premissas da Lei. O enfoque principal é a poluição sonora e o combate aos ruídos aeroaviários. As temáticas apresentam variações de nomenclaturas de uma cidade para outra, porém abordam aspectos semelhantes.

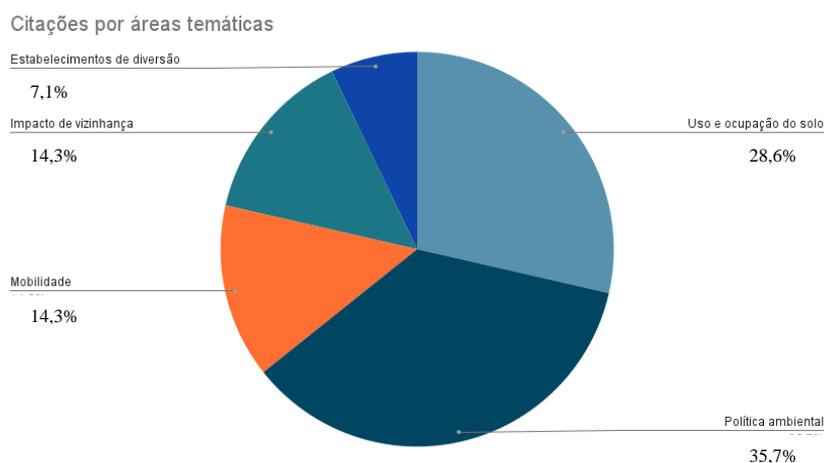
Algumas temáticas se misturam como é o caso do Plano Diretor da cidade de Fortaleza, que trata de ruídos provocados por veículos automotores na seção sobre meio ambiente. As abordagens acústicas apresentadas fazem parte das principais premissas de um Plano Diretor, como uso e ocupação do solo, mobilidade urbana, meio ambiente e político-social.

É possível identificar com a análise dos dados das cidades analisadas que não há a devida relação entre a poluição sonora com os aeroportos das cidades, ou sequer citações referentes à implantação ou efeitos do impacto sonoro de aeroportos em meio urbano.

Tem-se a exceção para o Plano diretor da cidade de Recife que garante uma Zona de Diretrizes Específicas (ZDE) que compreendem as áreas que exigem tratamento especial na definição de parâmetros reguladores de uso e ocupação do solo, expondo a preocupação e tentativa de controle com a expansão urbana em área da circunvizinhança do aeroporto.

O gráfico 2 expõe a quantitativa de citações entre os Planos Diretores estudados com relação ao número de citações por áreas temáticas que houve.

Gráfico 2: Citações por áreas temáticas.



A partir da compilação de dados referentes às temáticas abordadas nos Planos Diretores, é possível observar que a temática da acústica é abordada principalmente em Política Ambiental (36%) e Uso e ocupação do solo (29%). A temática também é abordada na temática de Mobilidade e transporte, porém não há citações referentes a aeroportos ou ruído aeroportuário.

Observa-se que algumas cidades estão com seus planos diretores em revisão, como é o caso da cidade de São Paulo/SP que nos últimos anos iniciou seu mapa sonoro em parceria com a prefeitura da cidade, sendo feita a relação entre as diretrizes impostas pelo instrumento e ferramentas acústicas.

## 5.2 Avaliação das características físicas da circunvizinhança do objeto de estudo

A história aeroportuária da cidade de Maceió inicia na lagoa Mundaú, a qual possuía um dos melhores planos d'água naturais para uso de hidroaviões do litoral alagoano (INFRAERO, 2016). Para atender às necessidades dos aviões da década de 1920, foi construído o campo de pouso no bairro do Tabuleiro do Pinto, em Rio Largo, nomeado Costa Rêgo em homenagem ao governador de Alagoas na época, e contava com capacidade para seis aeronaves.

Em 1943, de fato, houve a construção de um aeroporto com as condições mínimas de estrutura para sua função (CARVALHO, 2004). Em 1975, o aeroporto, então denominado Campo dos Palmares, deixa a jurisdição do 2º Comando Aéreo Regional e passa a ser administrado pela Infraero, e no ano seguinte é implementado o Terminal Logística de Carga – Teca (INFRAERO, 2016). Com o passar do tempo, a demanda de voos influenciou na construção de um novo aeroporto, localizado próximo ao aeroporto anterior, projetado pelo arquiteto Henrique Gennari em 1982. Segundo Carvalho (2004, p.14), “foi o primeiro aeroporto de Maceió projetado para atender à crescente demanda turística da cidade”. Em 1999, a Lei Nº 9.911 alterou o nome do aeroporto para Zumbi dos Palmares. A figura 25 apresenta um breve histórico da evolução do Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares.

Figura 25: Cronologia do Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares.



Fonte: A autora, 2021.

Em 2005, o novo aeroporto Zumbi dos Palmares foi construído em uma área de disputa dos municípios de Maceió e Rio Largo, resultando em uma divisão dos impostos estaduais.

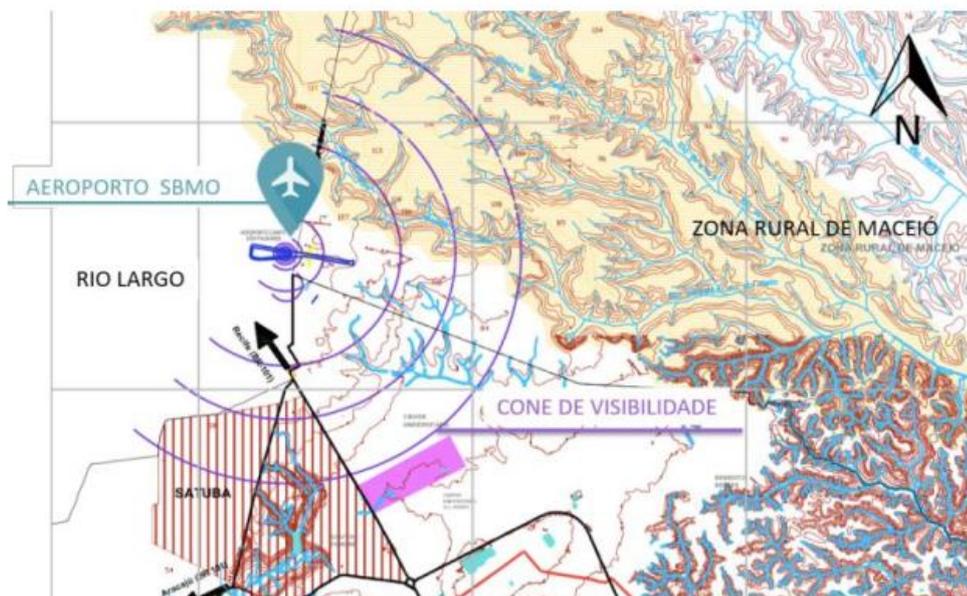
Na demarcação de limites referenciada pelo IBGE em 2010, aparece o contorno do antigo aeroporto – Campo dos Palmares, sendo localizado no município de Rio Largo/Alagoas, porém sua área de influência abrange também o município de Maceió.

O Código de Obras e Edificações de Rio Largo foi instituído em 1997, pela Lei N° 1.208. Ele não aborda nenhuma especificação ou restrição às edificações da área do entorno do aeroporto Zumbi dos Palmares (figura 26).

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

- i. A restrição à verticalização na área do cone de visibilidade do aeroporto, através do controle da altura de edificações próximas ao aeroporto (Figura 26);
- ii. A necessidade de monitoramento do crescimento urbano no entorno do aeroporto, visto a proximidade da área com o sistema Pratagy – estação de captação e tratamento de água e;
- iii. 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.

Figura 26: Mapa de restrições ocupacionais da cidade de Maceió-AL.

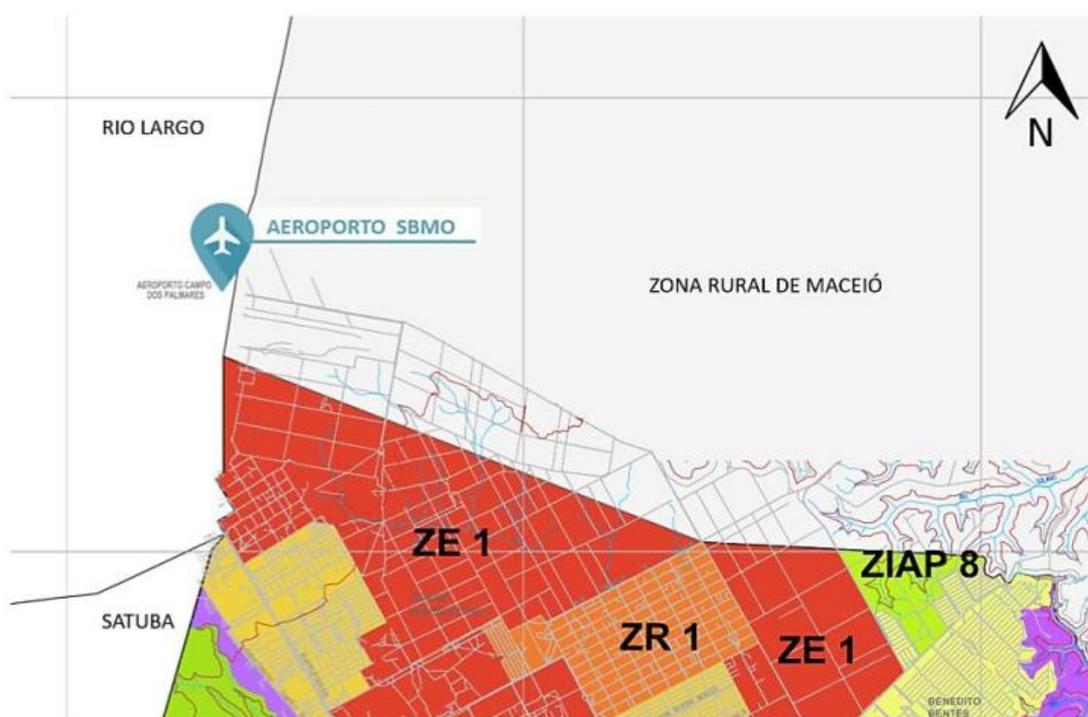


Fonte: Sempla, 2005.

Ao completar 10 anos, o Plano Diretor deu início a sua revisão. Durante as oficinas e palestras promovidas pelo poder público, foi apresentado o projeto de adensamento da cidade, intensificando ocupações dos espaços vazios que possuam infraestrutura, excluindo a promoção de ocupação do limite noroeste da cidade, onde se encontra o aeroporto.

Por outro lado, o Código de Urbanismo e Edificações de Maceió, aprovado em 2007, classifica a área urbana do entorno do aeroporto como Zona de Expansão 1 (ZE 1), com grande potencial para o crescimento urbano permitindo a alta verticalização, nesse caso - edificações de até 40 pavimentos (Figura 27).

Figura 27: Mapa de zoneamento da cidade de Maceió-AL.



**LEGENDA:**  
ZE 1 – Zona de Expansão 1  
ZR 1 – Zona Residencial 1  
ZIAP 8 – Zona de Interesse Ambiental e Paisagístico 8

Fonte: Sempla, 2007.

Os mapas de zoneamento do Plano Diretor e o Código de Urbanismo e Edificações da cidade de Maceió não apresentam mesma visão para área da zona urbana do entorno do aeroporto – compreendida, por um lado, com diretrizes de restrição à ocupação, sendo um dos fatores o aeroporto; por outro, sendo vista como zona de expansão.

Localizado a 20km da rodoviária e a 22km do centro da cidade de Maceió, seu acesso é feito pela BR-104, a qual liga ao estado de Pernambuco ao de Alagoas. Por Maceió, tal acesso dá-se por vias principais: Avenida Durval de Góes Monteiro e Avenida Menino Marcelo disponível no Anexo A e na figura 28.

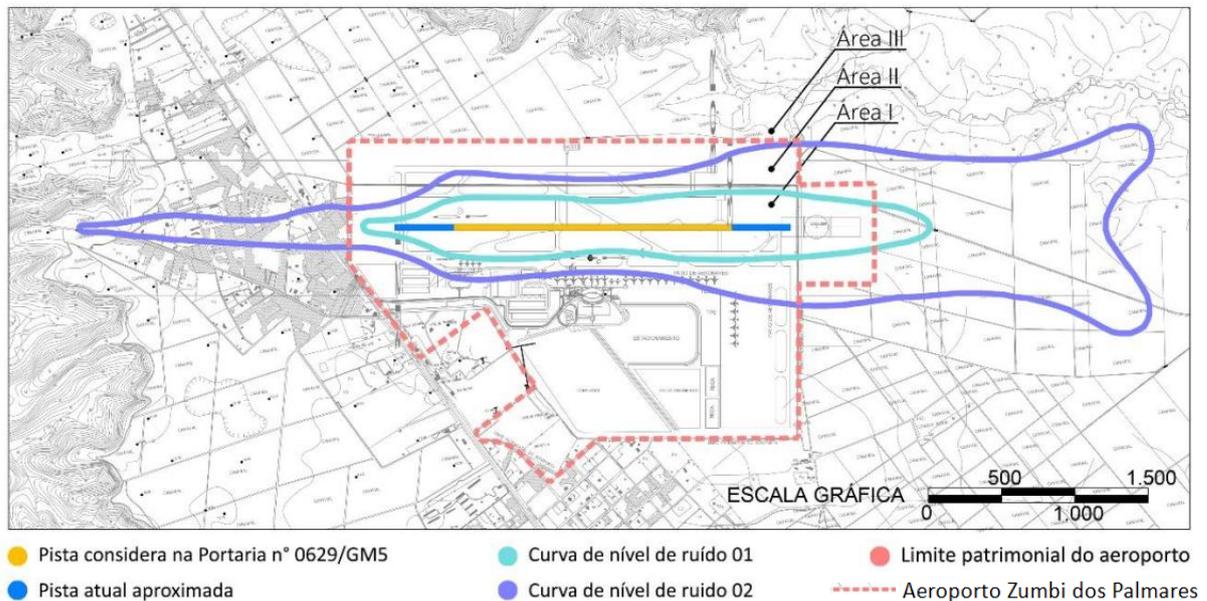
Figura 28: Localização da área de estudo.



Fonte: A autora, mapas adaptados, 2021.

Nas consultas realizadas na Superintendência de Desenvolvimento Aeroportuário da cidade de Rio Largo e de Maceió, constatou-se que o plano de ruído utilizado pelo Aeroporto Zumbi dos Palmares, atualmente, ainda é o definido pela Portaria nº 692/1984. A partir desta informação e do conhecimento de que o comprimento da pista do aeroporto de Maceió aumentou, pode-se ponderar que o PEZR vigente não deve atender os parâmetros considerados hodiernamente pelo Regulamento nº 161/2013, fazendo com que os maiores prejudicados com essa situação sejam as pessoas que ocupam o entorno do aeroporto. A Figura 29 ilustra a diferença no comprimento da pista do período de 1984 e a definida pelo projeto de reforma de 2005. Na imagem, também é possível visualizar as curvas de nível de ruído 01 e 02 da Portaria nº 629/1984.

Figura 29: Planta de situação do Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares sobreposta pelas curvas de nível de ruído 01 e 02 da portaria n° 629/1984.



Fonte: Portaria n° 629/1984. Ministério da Aeronáutica.

As curvas de nível I e II delimitam três áreas de ruído no plano de específico de zoneamento de ruído, detalhadas da seguinte forma:

- a. Área I: compreende a região que fica mais próxima da pista, limitada pela Curva de Nível de Ruído I. Neste perímetro, são proibidos todos os tipos de atividade urbana. Podendo abrigar apenas atividades de produção e extração de recursos naturais (agricultura, piscicultura, silvicultura, mineração e atividades equivalentes), recreação e lazer (praças, parques e campos de esporte), serviços públicos (estação de tratamento de água e esgoto e cemitério) e comerciais (depósitos, estacionamentos, feiras livres);
- b. Área II: compreende a região definida pelos perímetros das Curvas de Níveis de Ruído I e II. A região encontra-se mais afastada da pista, apresentando níveis de ruídos menores que a Área I, o que favorece o estabelecimento de algumas atividades urbanas. No entanto, ainda é proibido implantar equipamentos de saúde, educação e cultura. Neste local, o uso residencial é permitido em casos especiais e somente com tratamento acústico;
- c. Área III: essa área abarca a região fora do perímetro da Curva de Nível de Ruído II. Nela, os níveis de ruído são menores que nas outras duas o que torna possível o estabelecimento de qualquer atividade urbana.

Atualmente, o documento vigente, criado pela Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC, em 2013, para substituir as Portarias nº 629/1984 e nº 1.141/1987, é o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 161/13. Esse estabelece os requisitos de elaboração e aplicação do Plano de Zoneamento de Ruído – PZR e define critérios técnicos aplicáveis na análise de questões relacionadas ao ruído aeronáutico na aviação civil.

Segundo o Regulamento nº 161/13, o PZR é composto pelas Curvas de Ruído, que são linhas traçadas em um mapa, em que cada uma representa níveis iguais de exposição ao ruído, pelas compatibilizações e incompatibilizações ao uso do solo estabelecidas para as áreas delimitadas por essas curvas. Nesse documento existem 2 tipos de Plano de Zoneamento de Ruído, sendo explicitados no Quadro 13.

Quadro 13: PEZR e PBZR.

Plano Específico de Zoneamento de Ruído – PEZR	Plano Básico de Zoneamento de Ruído – PBZR
<p>É composto por 5 curvas de ruído, considerando os valores de 85, 80, 75, 70 e 65, calculadas por meio de programas computacionais.</p> <p>Sua utilização é indicada para aeródromos com média anual de movimento de aeronaves superior a 7.000 nos últimos 3 anos.</p>	<p>Possui curvas de ruído de 75 e 65 com formas geométricas simplificadas cujas configurações e dimensões são apresentadas no regulamento.</p> <p>Sua utilização é indicada para aeroportos de pequeno porte.</p>

As áreas resultantes das Curvas de Nível de Ruído estabelecem restrições ao uso do solo, definidas pelo Regulamento nº 161/13 para cada tipo de PZR demonstradas em tabelas. Resumidamente, pode-se dizer que as principais proibições de uso, para ambas as áreas, ocorrem a partir da curva de ruído 65 dB para cima, sendo: residencial uni e multifamiliar, alojamentos temporários (hotéis, pousadas, etc), locais de permanência prolongada (presídio, orfanato, asilo, etc.) e educacional, salvo algumas restrições.

A partir das análises do entorno do aeroporto, observou-se que, atualmente, a maioria dos terrenos adjacentes é ocupada por canaviais, uso compatível com as restrições estipuladas pelo Regulamento nº 161/2013. No entanto, uma porção desses terrenos encontra-se ocupados por edificações de uso proibido dentro do perímetro das curvas de nível do PEZR, apontado na Figura 30.

É importante ressaltar que, apesar da área ocupada por usos incompatíveis ser relativamente pequena, não pode deixar de considerar a dinâmica da cidade e seu crescimento potencial, que, eventualmente, acarretará na ocupação desses espaços de forma indevida, caso nenhuma atitude seja tomada para controlar o adensamento.

Figura 30: Mapa demonstrando a mancha de ocupação das edificações com a localização da área de estudo.

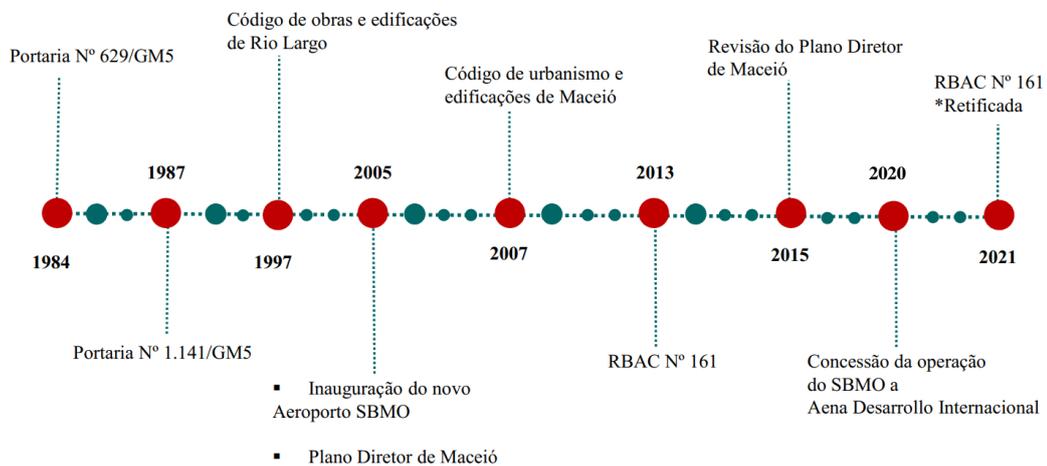


- Pista considera na Portaria nº 0629/GM5
- Curva de nível de ruído 01
- Mancha da área ocupada por edificações
- Pista atual aproximada
- Curva de nível de ruído 02

Fonte: Adaptado do *Google Maps*, 2020.

Nos dias atuais, a área vem sendo cada vez mais ocupada, principalmente por conjuntos habitacionais. Vale ressaltar que os Planos Diretores e o Código de Urbanismo e Edificações das cidades de Rio Largo e Maceió foram desenvolvidos depois da Portaria Nº 1.141/GM5, porém antes da RBAC Nº 161, como mostra a Figura 31.

Figura 31: Histórico e Relação das normas referente ao PZR, legislação municipal e inauguração do Aeroporto Zumbi dos Palmares.



A caracterização da situação atual também foi avaliada e feita à identificação da infraestrutura existente. A figura 32 ilustra a identificação das principais instalações existentes.

Figura 32: Identificação da infraestrutura existente do Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares.



A partir de estudos de Niemeyer e Slama (1998), estudou interferência de diversos parâmetros no ambiente sonoro, assim como a altura das edificações altura de edifícios, distância entre fachadas e presença de zonas verdes. A partir desses parâmetros foram levantadas imagens de áreas próximas ao aeroporto

A partir do breve levantamento de ruas próximas ao Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares é possível salientar que as vias do entorno tem uso e ocupação do solo predominantemente residencial, expondo o gabarito local com casas térreas ou de dois ou três pavimentos.

### 5.2.1 O Plano Diretor de Maceió e Rio Largo

Na análise do Plano Diretor de Maceió (2005) e Rio Largo (2009) foram investigadas quais seções da Lei tratavam do conforto acústico. As informações foram compactadas nos quadros 14 e 15, organizadas por tema e a respectiva diretriz.

Quanto às legislações municipais, o município de Maceió apresenta poucas legislações específicas a respeito da poluição sonora, as mesmas seguem listadas abaixo:

De acordo com o Plano Diretor de 2005 define que:

Para que haja Estudo de impacto de vizinhança deverá se observar a presença de alguns fatores e entre eles se são causadores de poluição sonora (MACEIÓ, 2005).

- **Art. 22.** São elementos referenciais para o saneamento ambiental de Maceió, de modo a melhorar as condições de vida da população no Município e impedir a degradação dos seus recursos naturais, os seguintes sistemas:

V – Controle da poluição ambiental,

- **Art. 28.** As diretrizes para a gestão do patrimônio natural no território municipal de Maceió serão implementadas mediante:

VIII – definição e implementação de normas rígidas para controle da poluição ambiental observando o disposto na legislação ambiental correlata, incluindo:

a) implantação de sistema de esgotamento sanitário e tratamento de efluentes;

b) monitoramento de atividades e equipamentos urbanos potencialmente poluidores;

- **Art. 135.** Para definição de outros empreendimentos ou atividades, públicos ou privados, que causem impacto de vizinhança, de que trata o caput do artigo anterior, deverá se observar, pelo menos, a presença de um dos seguintes aspectos:

VI – causadoras de poluição sonora.

## **Seção II**

### **Da Infraestrutura Física do Sistema Municipal de Mobilidade**

- **Art. 80.** A infraestrutura física do sistema de mobilidade será constituída pelos sistemas viário, ferroviário, hidroviário, aeroviário, ciclovário e de circulação de pedestres de Maceió, compreendendo:

VIII – Aeroporto Zumbi dos Palmares;

- **Art. 85.** São diretrizes específicas para a infraestrutura física do sistema de transporte do Município de Maceió:

f) ligar o Centro ao Aeroporto Zumbi dos Palmares, através da rede ferroviária;

I – Monitoramento do crescimento urbano a montante do Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares, para proteger o sistema de captação de água do Prataji;

- **Art. 129.** A Macrozona de Restrição à Ocupação é constituída por:

§ 6o. São diretrizes para a Macrozona de Restrição à Ocupação no tabuleiro:

XI – restrição à verticalização na área do cone de visibilidade do Aeroporto Internacional

Zumbi dos Palmares;

- **Art. 131.** A Macrozona de Expansão Intensiva é constituída por áreas de baixa intensidade de ocupação ou áreas subutilizadas nos interstícios de áreas ocupadas, situadas no Tabuleiro junto aos vetores de crescimento urbano, com potencial para atendimento por redes de saneamento básico e pelo Sistema Municipal de Mobilidade. IV – operação urbana consorciada para promoção de habitação de interesse social e implantação de pólos de comércio e serviços, associados à instalação de terminais rodoviários, especialmente junto à área de instalação da CEASA e do Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares, na Cidade Universitária.

Desde o ano de 2015 o Plano Diretor de Maceió passa por revisão e até o presente trabalho o mesmo ainda não foi contemplado para divulgação.

Constata-se que os aspectos acústicos são abordados apenas em uma das premissas do plano diretor, nos instrumentos de controle urbano e ambiental. Dentro desta temática, constata-se a abordagem acústica na Lei sobre o Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV), que aponta a poluição sonora como um pré-requisito para o EIV.

Quando comparado aos Planos Diretores apresentados na revisão documental, percebe-se uma abordagem escassa com relação aos aspectos acústicos, visto que apenas uma premissa cita-o. Outras temáticas fundamentais para o controle de ruído como a mobilidade urbana e o meio ambiente não são tratadas.

Quanto à determinação existente no Plano Diretor da Cidade de Maceió, a curva B, utilizada para as medições dos dados sonoros referentes ao tráfego de veículos na cidade, não é utilizada frequentemente para este tipo de estudo, visto que, o objetivo do mesmo é verificar o impacto do ruído para os habitantes da região, sendo assim, a curva A que mais se aproxima do ouvido humano é indicada.

Com relação às leis vigentes da cidade de Rio Largo, tanto o Código de Urbanismo e Edificações quanto o primeiro Plano Diretor foram instituídos anteriormente a implantação do aeroporto. Já com relação à cidade de Rio Largo, o plano diretor vigente data de 2009, o mesmo cita em seis sessões a poluição sonora e em uma o Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares descritos abaixo.

No Plano Diretor datado de 1997 Não aborda especificação ou Restrição às edificações da área do entorno do aeroporto.

Art. 2º O PLANDEPAR adota como princípios fundamentais:

III. Ampliar as condições de acesso à qualificação para o trabalho; conforto ambiental; convívio urbano de paz e fraternidade; plena participação nas atividades culturais, esportivas e de lazer;

- **Art. 11.** Detalhar na Lei de Zoneamento, e no Código de Obras, as dimensões das áreas, e padrões de acabamentos aceitáveis para construções industriais, recuos, altura máxima das edificações, taxa de aproveitamento e ocupações, fator de permeabilidade do solo, que garante os níveis de salubridade, da paisagem, estética, redução de impactos através do controle de emissões de poeiras, fumaças e ruídos das empresas, qualidade do ambiente de trabalho para os colaboradores, e valorização das áreas públicas e privadas de vida para a população do Município;

- **Art. 13.** São políticas e ações para incrementar o turismo, que gere emprego e renda:

VI. Adotar medidas para atrair os turistas que usam o Aeroporto Zumbi dos Palmares, situado no terreno de Rio Largo, para visitar destinos turísticos do município.

- **Art. 117.** Os empreendimentos e as atividades, privadas ou públicas, na cidade e nos Núcleos com Potencial de Desenvolvimento, dependerão da elaboração de Estudo Prévia de Impacto de Vizinhança e respectivo Relatório de Impacto de Vizinhança para obter licença ou autorização para parcelamento, construção, ampliação ou funcionamento, bem como os parâmetros e os procedimentos a serem adotados para sua avaliação, definidos através de lei, encaminhados à Câmara Municipal no prazo máximo de um ano após a promulgação desde PLANDEPAR-RL;

Parágrafo único. Será exigido Prévio de Impacto de Vizinhança para empreendimentos ou atividades públicas ou privadas na área urbana como:

- I. Cemitério;
- II. Aterro sanitário;
- III. Feiras livres;
- IV. Aeroporto;
- V. Shopping (...)

- **Art. 64.**

IV. Estimular a população a fiscalizar a limpeza urbana e defesa da qualidade paisagística, do ar, sonora, da água e das áreas verdes;

- **Art. 122.** O Estudo Prévio de Impacto de Vizinhança não substitui a elaboração e a aprovação do Estudo Prévio de Impacto Ambiental, requerido nos termos da legislação ambiental, quando for o caso (RIO LARGO, 2009).

O Plano diretor vigente de Rio Largo (2009) assim como o Plano Diretor de Maceió (2005) aborda o Estudo Prévio de Impacto de Vizinhança, a fim de obter o controle das implantações de construções, dando ênfase a implantação de aeroportos, porém o plano diretor em questão entrou em vigor anos após a implantação do SBMO.

Não foi observada nenhuma menção ao PZR do aeroporto e suas consequentes restrições ao uso e ocupação da área. O que pronuncia a simplicidade dos planos e código das cidades em estudo em relação à interferência que o aeroporto pode causar nas cidades, principalmente do ponto de vista do conforto acústico.

O Aeroporto Zumbi dos Palmares também é mencionado na Seção VI – Do Turismo atentando para a importância e potencial do mesmo, a fim de servir como instrumento de desenvolvimento turístico, porém o instrumento não adentra na temática nem especifica quais medidas e ações serão tomadas para obtenção de resultados futuros.

Na Lei de Zoneamento, e no Código de Obras, as dimensões das áreas, e padrões de acabamentos aceitáveis para construções industriais, recuos, altura máxima das edificações, taxa de aproveitamento e ocupações, sendo um indicador a ser detalhado e especificado nesses com ênfase em parâmetros para controle da área do objeto de estudo.

### 5.3 Propostas e Diretrizes

Para obter a relação entre propostas à temática abordada da pesquisa foram relacionados percursos para desenvolvimento das diretrizes e propostas, sendo apresentado o esquema da figura 33.

Figura 33: Ordem das etapas a serem realizadas de implantação aeroportuária e de edificações do entorno de aeroportos.

<b>Área aeroportuária</b>	
<b>Aspectos e impactos ambientais do ruído aeronáutico</b>	
<b>Normas e Legislações</b>	Instrumentos e medidas para controle de ruído
<b>Investigação do Zoneamento Urbano do entorno</b>	
<b>Levantamento físico e acústico</b>	Medições acústicas
<b>Ações Mitigadoras</b>	Barreiras acústicas
<b>Enquadramento das habitações a norma da ABNT 15575/2013</b>	

#### **Instrumentos e medidas para controle do ruído aeronáutico**

Dentro das temáticas de uso e ocupação, instrumentos de controle urbano e ambiental, Estudo de Impacto Ambiental, meio ambiente e mobilidade, pode-se estabelecer parâmetros para os Planos Diretores das cidades de Maceió e Rio Largo. Vale salientar sobre a importância de considerar o contexto e as necessidades locais, além de analisar o que já está previsto em lei.

Considerando o contexto do Aeroporto Zumbi dos Palmares, foi formulada uma proposta de 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 14.

Quadro 14: Diretrizes para o processo de revisão dos Planos Diretores que regem o Aeroporto Zumbi dos Palmares.

Temática	Responsável	Diretriz
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:

Temática	Responsável	Diretriz
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 especificadas no Plano Especial de Ruído para assim ter maior afastamento possível das áreas habitadas e do aeroporto.
Temática	Responsável	Diretriz
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 às 05:00h os recomendados para limitação por serem convenientes ao sossego das populações afetadas.

Temática	Responsável	Diretriz
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 a partir das normas recomenda e respeitando os índices de redução sonora de fachadas e vedações internas de composição dessas edificações.

Temática	Responsável	Diretriz
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.

Temática	Responsável	Diretriz
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.
		4. 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.
		5. 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.
		6. 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.

Na temática uso e ocupação do solo deve ser classificado o uso da edificação para verificar quais os impactos sonoros na circunvizinhança e o quanto de impacto do ruído aeronáutico estará exposto para assim prever o necessário desempenho acústico para essa edificação.

Para procedimento de medições acústicas na comunidade, recomenda-se a seguir a Norma 10151 (ABNT, 2020), que estabelece os níveis máximos de pressão sonora de acordo com o turno e o tipo de uso da área. O Zoneamento específico compreende as áreas que exigem tratamento especial na definição de parâmetros reguladores, com a indicação das Zona de Diretrizes Específicas e Zona Especial do Aeroporto - ZEA que são atreladas além da NBR 12859 (ABNT, 2016) que trata da Avaliação do impacto sonoro gerado por operações aeronáuticas.

A aplicação da ZEA se dá a partir do monitoramento e definição de fatores que particularize os níveis sonoros permitidos, assim como as demandas de uso e ocupação do solo específico para o raio definido pela ANAC e especificado na Portaria 1.141 GM5 (1987), assim como quesitos que tratem das condições mínimas necessárias para o devido tratamento acústico das edificações.

No instrumento de Estudo de Impacto Ambiental, sugere-se manter a o ruído aeronáutico como um aspecto para realização. Recomenda-se que no EIA seja apresentada a geração da poluição sonora causada pelo aeroporto, carta de ruído aeronáutico de impactos ambientais e as principais áreas afetadas para serem tomadas medidas que amenizem esse impacto, como por exemplo, substituição pré-requisitos para as moradias como é o caso de: esquadrias nas residências do entorno visando o isolamento acústico.

Na temática do meio ambiente incentivam-se os estudos sobre ruído aeronáutico na cidade, para que haja conscientização sobre a qualidade acústica do ambiente urbano. As diretrizes sugerem parceria entre público e privado e investimentos na educação sonora, sendo uma indicação como medida para melhoria do senso crítico a respeito dos sons que se querem ouvir.

Na temática do Controle e monitoramento ambiental expõe a preocupação com os efeitos do ruído aeronáutico bem como em sua interferência no sossego público. Além de incentivar a utilização de barreiras acústicas e a implementação de tratamento acústico eficiente para os constituintes urbanos, assim como implantação de massas vegetativas e materiais construtivos que promovam o controle e/ou redução sonora a depender da implantação e quantificação.

Na premissa da mobilidade urbana, estimula-se Promover a qualidade ambiental, efetivada pelo controle dos níveis do ruído aeronáutico, visto que uma das principais fontes de ruído urbano são as aeronaves. Dessa forma é proposto medidas como a utilização de barreiras acústicas (BISTAFA, 2011), asfalto poroso (MURGEL, 2007), além da elaboração do mapeamento sonoro afim de obter a distribuição espacial do ruído para auxílio da gestão ambiental. Recomenda-se também que seja adotado um padrão de qualidade e monitorização dos dados, para que a atualização do mapa sonoro da cidade seja periódica.

O mapa de capacidade acústica do município é uma ferramenta urbanística que determina os limites de ruídos de cada parte da cidade e limita a implantação de atividades ruidosas, acima do limite da norma, e podendo também restringir empreendimentos residenciais em áreas ruidosas e prever Estudo de Impacto Ambiental acústico para os empreendimentos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

Devido aos efeitos nocivos provocados pela operação de aeronaves que ocasiona o ruído aeronáutico é de consenso pela bibliografia em geral que os aeroportos devem se localizar em áreas distantes das cidades e principalmente de usos residenciais e/ou que necessitem de silêncio. Em alguns casos, as cidades se desenvolvem em direção aos aeroportos devido à infraestrutura e economia gerada pela expansão urbana na área.

Cabe ressaltar que o trabalho apresenta uma abordagem de propostas e diretrizes mais generalistas que são justificadas devido a macro escala da área de estudo, não sendo um objeto de estudo com limites definíveis, mas sim tratando de uma grande área habitada entre os limites de duas cidades de médio porte.

O estudo propôs-se a aplicação de uma análise comparativa de dados obtidos pelas legislações, realizando a compatibilização dos planos diretores das cidades selecionadas e das leis de uso e ocupação do solo dos municípios de Maceió e Rio Largo em relação ao Aeroporto Zumbi dos Palmares, a partir da investigação das influências do aeroporto no espaço construído e as interferências mútuas entre operações aéreas e os conflitos nas cidades.

Em síntese das análises realizadas por meio do levantamento das legislações urbanísticas é possível identificar nos Planos Diretores investigados, que a temática da acústica é debatida em várias premissas das Leis abordadas. Havendo como enfoque principal a poluição sonora e o combate aos ruídos aeronáuticos, apresentando temáticas com variações de nomenclaturas de uma legislação a outra, porém abordando aspectos semelhantes da lei. Algumas dessas temáticas se interligam como é o caso do Plano Diretor da cidade Fortaleza que trata de ruídos provocados por veículos automotores na seção sobre meio ambiente. Essas abordagens acústicas são tratadas principalmente em: uso e ocupação do solo, mobilidade urbana, meio ambiente e político-social.

Percebe-se que mesmo com sua importância no combate e gestão prévia do ruído aeronáutico em áreas de possível impacto que muitas das legislações ainda não tratam do Estudo do Impacto da Vizinhança – EIV como ferramenta de controle, permitindo abordar e conhecer impactos ligados às poluições ambientais que o empreendimento a implantar terá. O estudo permite ainda, avaliar a viabilidade construtiva do mesmo e ainda subsidiar a análise dos órgãos responsáveis.

No caso do entorno do Aeroporto Internacional de Maceió a ocupação urbana ocorreu nas últimas décadas e ainda está em fase de consolidação, na qual se percebe o aumento do número de empreendimentos habitacionais.

Durante o desenvolvimento da metodologia do trabalho foi possível compreender a importância dos levantamentos das legislações nas cidades apresentadas no estudo de repertório, visto que mesmo essas com suas peculiaridades tratam suas diretrizes com homogênea aplicação de uso.

Outro fator primordial para a construção do trabalho deve-se a análise realizada das diretrizes abordadas nos planos diretores das cidades de Maceió e Rio Largo, visto que o Plano diretor da cidade de Rio Largo trata apenas em adotar medidas para atração turística para o aeroporto, expondo assim o interesse em usufruir da localização e potenciais do mesmo.

Destaca-se também a abordagem do Potencial de Desenvolvimento que dependerão da elaboração de Estudo Prévia de Impacto de Vizinhança e respectivo Relatório de Impacto de Vizinhança para obter licença ou autorização para parcelamento, construção – expondo assim o interesse na aplicação do uso dessa ferramenta para futuros empreendimentos de grande porte.

Em relação à legislação vigente da cidade de Maceió é perceptível a ausência de interesse em abordar os aspectos e diretrizes que contribuam com o controle e monitoramento do ruído aeronáutico, a partir da falta de quesitos que tratem sequer da poluição sonora.

Durante o processo foi possível constatar a escassez de abordagem dos aspectos acústicos nas legislações analisadas, até mesmo nas que são atualizadas com mais constância, além das poucas premissas em que são citados os parâmetros acústicos. O mesmo ocorre quando se tem a tratar dos aeroportos dessas cidades que mesmo em sua maioria localizada em proximidade com zonas residenciais não demonstram uma real preocupação com os efeitos que as operações desses aeroportos podem provocar em seu entorno.

Entende-se pelo desenvolvimento do trabalho a importância do Plano Diretor como importante instrumento urbanístico, podendo evitar e controlar ocupações desordenadas do solo urbano. É percebido que, a simples elaboração da lei que institui um Plano Diretor não leva aos resultados esperados para as cidades tendo como primeiro desafio estruturar um setor de Desenvolvimento Urbanístico que, reúna fiscalização e planejamento para que assim as diretrizes defendidas sejam aplicadas.

Este trabalho visa contribuir com o desenvolvimento de diretrizes, a fim de auxiliar na conexão entre aeroporto e gestão pública, a partir do levantamento de legislações urbanísticas, para auxiliar no controle de impacto do ruído aeroportuário com a construção de diretrizes de integração como instrumentos urbanísticos para aplicação nas legislações analisadas.

Para trabalhos futuros, podem-se realizar medições sonoras nas áreas próximas dos aeroportos que entrem em conflito com os usos residenciais da área, e em paralelo aos dados quantitativos a serem obtidos ser possível desenvolver uma pesquisa que atenda a elaboração de ferramentas acústicas com a construção de mapeamento sonoro da área para obter o real ambiente sonoro e assim compreender o impacto do ruído produzido pela operação do Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares.

É indicado também trabalho com a aplicação da metodologia da paisagem sonora, por utilizar de questionários realizados com usuários e/ou moradores da área do entorno do Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares, a fim de obter uma relação entre os dados quantitativos e qualitativos por parte da percepção dos sons oriundos das operações aeroportuárias.

Pode ser constatado que os conflitos existentes entre a operação do aeroporto e das comunidades localizadas no entorno dele, são consequência da incompatibilidade das prescrições dos planos aeroportuário e urbanos, visto que, não há um controle específico desses instrumentos para essa área que está em crescente expansão habitacional nas últimas décadas.

Vale ressaltar que a falta de controle no uso e ocupação das áreas do entorno do Aeroporto Zumbi dos Palmares expõe que entre os padrões implantados tem-se principalmente o de conjuntos habitacionais de baixa renda, tendo assim um adensamento populacional. Esse tipo de ocupação deixa clara a falta de preocupação por parte dos governantes no interesse em promover o bem estar dessas famílias já que o tipo de uso e ocupação por parte de conjuntos habitacionais é permitida sem quaisquer restrições específicas e/ou definição do desempenho a ser apresentado nas edificações em questão.

Neste trabalho é indicada a discussão em consenso entre as prefeituras e a administradora do aeroporto, Aena Brasil, a fim de tratar estratégias de uso e ocupação do solo, e assim, impossibilitar que áreas irregulares e/ou sem o necessário tratamento acústico sejam ocupadas, impedindo futuras restrições ao uso do aeroporto ou desocupação de áreas irregulares.

Pode-se concluir também que as propostas e diretrizes apresentadas podem ser instrumentos de aporte ao Plano Diretor municipal das cidades de Maceió e Rio Largo e ao Plano de Zoneamento de Ruído do Aeroporto Zumbi dos Palmares, visto que questões a temática é pouco explorada pelos documentos. Aliado aos planos em questão, o zoneamento acústico pode conduzir o uso e ocupação do solo eficiente e compatível com o ruído gerado no aeroporto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

ABNT. **NBR 8.572**: Fixação de valores de redução de nível de ruído para tratamento acústico de edificações expostas ao ruído aeronáutico. Rio de Janeiro, 1984.

\_\_\_\_\_. **NBR 10.151**: Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento. Rio de Janeiro, versão corrigida em 31 mar de 2019.

\_\_\_\_\_. **NBR 10.152**: Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, 2017.

\_\_\_\_\_. **NBR 15.575-4**: Edificações Habitacionais - Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

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.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO. **Estudo do Setor de Transporte Aéreo do Brasil**: Relatório Consolidado. Rio de Janeiro: McKinsey & Company, 2010.

BENTES, Flavio Maldonado **Contribuição à análise de sensibilidade do ruído de aeronaves de carga utilizando simulação computacional e sistemas de informação geográfica**. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2013.

BISTAFA, Sylvio R. **Acústica Aplicada ao Controle do Ruído**. 2ª ed. São Paulo. Blucher. 2011.

BRAGA, Roberto; CARVALHO, Pompeu Figueiredo de. Cidade: *Espaço da Cidadania*. São Paulo, 2004.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 001**, de 08 de março de 1990. Estabelece padrões para emissão de ruídos no território nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1990.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 002**, de 08 de março de 1990. Institui o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora – Silêncio. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1990.

\_\_\_\_\_. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil, DF: Senado, 1988.

\_\_\_\_\_. Estatuto da Cidade (2001). **Lei Federal nº 10.257/2001**. 2 ed. Câmara dos Deputados, 2009. Disponível em: [http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/.../estatuto\\_cidade\\_2ed.pdf?...1](http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/.../estatuto_cidade_2ed.pdf?...1). Acessado em: Abr de 2020.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. **Portaria n. 3214, 8/6/78, NR 15**: Atividades e operações insalubres. Brasília, DF, 1980 Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr15.htm>. Acesso em: 22 abr. 2020.

\_\_\_\_\_. **Norma Regulamentadora nº 15**. NR 15 – Dispõe sobre atividade ou operações insalubres. Ministério do trabalho. Departamento de Segurança e Saúde no Trabalho. 1978.

\_\_\_\_\_, **Decreto n.º 68.920 de 15 de julho de 1971**. (Revogado).

\_\_\_\_\_, **Decreto n.º 83.399** - Regulamenta o Capítulo III do Título IV do Código Brasileiro do Ar (Das Zonas de Proteção de Aeródromos, de Heliportos e de Auxílios à Navegação Aérea. 1979.

\_\_\_\_\_, 1984. Decreto 89.431 - Dispõe sobre o Plano Básico de Zoneamento de Ruído e Planos Específicos de Zoneamento de Ruído a que se refere o Código Brasileiro do Ar. 1984.

BRANCO, L. F. **Aeroportos e desenvolvimento urbano e regional: Modelos internacionais e exemplos locais na macrometrópole paulista**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2013.

BRITO, F.; SOUZA, J. **Expansão urbana nas grandes metrópoles - O significado das migrações intrametropolitanas e da mobilidade pendular na reprodução da pobreza**. São Paulo em Perspectiva, v. 19, n. 4, p. 48-63. 2005a.

BRITO, F.; SOUZA, R. **Migração e mobilidade na expansão da região metropolitana de Belo Horizonte: o caso de Nova Lima**. Belo Horizonte: Ed. da UFMG, 2005b.

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.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Desempenho de edificações habitacionais**: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575-4. 2. ed. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013, p. 308p.

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

CARLOS, A. **O espaço urbano**: novos escritos sobre a cidade. São Paulo: FFLCH, 2007, 123p.

COSTA, A. C., GARAVELLI, S. L., SILVA, E. F. F., MELO, W. C, MAROJA, A. M. Barreiras acústicas como medida de mitigação dos ruídos gerados pelo tráfego rodoviário: Setor Noroeste – DF. 19º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito. Brasília, **Anais**. 2013.

DAMIÃO, DARCTON P. e ROCHA, ALEXANDRE DA. Utilização de dados de sensoriamento remoto no planejamento urbano do entorno de aeródromo. IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto **Belo Horizonte, Anais...** p. 897-905. 1998.

DANI, A., GARAVELLI, S. L. **Principais Efeitos da Poluição Sonora em Seres Humanos**. Revista Universa, vol. 9, n. 14, pp. 659-678. 2001.

DECEA. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Anuário estatístico de tráfego aéreo. 2019. Acesso em: 01 out de 2020.

EUROPEIA. J. O. 2002/49/CE. **Diretiva (UE) 2015/996 da Comissão**. Estabelece métodos comuns de avaliação do ruído de acordo com a Diretiva 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho. União Europeia. 15 de junho de 2021.

EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY. *Good practice guide on dose exposure and potencial health effects*. Copenhaga, 2010.

FORTALEZA. **Lei N° 8097, de 02 de dezembro de 1997**. Dispõe sobre medidas de combate à poluição sonora e dá outras providências. Fortaleza, 1997. Disponível em: [https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meioambiente/catalogodeservico/lei\\_municipal\\_no\\_8.097\\_97\\_\\_lei\\_de\\_combate\\_a\\_poluicao\\_sonora.pdf](https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meioambiente/catalogodeservico/lei_municipal_no_8.097_97__lei_de_combate_a_poluicao_sonora.pdf). Acesso em: abril de 2020.

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

GEHL, Jan. **Cidades para pessoas.** Editora Perspectiva. 2ª ed. São Paulo, 2013.

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

GOMES, C. BAYER, M. S. M. **Interações entre aeroporto, cidade e região: desafios para uma ação a respeito do caso de São José dos Campos (SP).** Pós v.18 nº 29. São Paulo. 2011.

GUEDES, I. C. M. (2005). **Influência da forma urbana em ambiente sonoro: um estudo no bairro Jardins em Aracaju (SE).** Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas- Unicamp, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Campinas, São Paulo.

HELENO, T. A. **Uma Nova Metodologia de Zoneamento Aeroportuário com o Objetivo de Reduzir o Encroachment e os Efeitos Adversos do Ruído.** Dissertação MSc. Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE/UFRJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 2010.

HORONJEFF, R and McKelvey, F. *Planning and a design of airports.* Forth edition, McGrawHill. 1993.

ICAO. *Environmental technical manual on the use of procedures in the noise certification of aircraft Doc 9501 AN/929,* Third Edition. Quebec. 2004.

INFRAERO. *Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária.* Disponível em: <<http://www.infraero.gov.br/>>. 2011. Acesso em: 26 maio 2021.

JUERGENSMEYER, Julian Conrad; ROBERT, Thomas. *Land use planning and development regulation law.* St. Paul: Thomson West, 2003.

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

KONG, The Government of the Hong. *Environmental Protection Department of Hong Kong. Noise Control Ordinance. January, 1, 2002.* Disponível em: [https://www.epd.gov.hk/epd/noise\\_education/web/ENG\\_EPD\\_HTML/m3/ordinance\\_7.html#2\\_7\\_3](https://www.epd.gov.hk/epd/noise_education/web/ENG_EPD_HTML/m3/ordinance_7.html#2_7_3). Acesso em: 03 mai de 2020.

MACEIÓ. **Lei N. ° 4.548, de 21 de novembro de 1996.** Institui o código de meio ambiente e dispõe sobre a administração do uso dos recursos ambientais. Disponível em: [http://www.residuossolidos.al.gov.br/vgmidia/arquivos/52\\_ext\\_arquivo.pdf](http://www.residuossolidos.al.gov.br/vgmidia/arquivos/52_ext_arquivo.pdf). Acesso em: abril de 2020.’

MASCARÓ, J. L. YOSHINAGA, M. **Infraestrutura urbana. Porto Alegre.** Masquatro Editora, 2005.

MENDONÇA, A. B. D., SURIANO, M. T., SOUZA, L. C. L., VIVIANI, E. **Classes de quadras urbanas determinadas pelos níveis de ruídos.** urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management), v. 5, n. 2, p. 63-77. 2013.

MENDONÇA, F. T. **Estudo de barreira acústica para trens de alta velocidade no trajeto Rio de Janeiro - Campinas (região de Itatiaia).** Rio de Janeiro: UFRJ. Escola Politécnica, 2014.

MORAES, L. R. **Estudo de barreiras acústicas no controle do ruído aeroportuário.** Tese (Doutorado) Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2008.

MOURA, V. R. **Ruído e configuração espacial urbana: Estudo de caso em Belém-PA.** Dissertação (Mestrado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Pará, 2012. 158 p.

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

NERY JÚNIOR, J. M. **Um século de políticas para poucos: o zoneamento paulistano 1886-1986.** Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

NETO, A. G. **Análise do ruído aeronáutico no entorno do aeroporto de São José dos Campos.** Universidade de Taubaté - Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais da Universidade de Taubaté). Taubaté - SP, 2010.

NIEMEYER, M. L.; SLAMA, J. G. **Ruído e a cidade: elementos do ruído urbano.** In: RIO, V. D. (Org.). **Arquitetura: pesquisa e projeto.** São Paulo: Pro editores, Rio de Janeiro: FAU UFRJ, 1998. p. 76-89.

PEREIRA, A. B. dos S. **Poluição sonora na cidade de Campina Grande-Paraíba.** 2014. 33 f. Trabalho Final de Graduação – Centro de Ciências Jurídicas, Universidade Estadual da Paraíba, Paraíba. 2014.

PONTES, T. F. **Avaliação da mobilidade urbana na área metropolitana de Brasília.** Dissertação – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília. 2010.

PREFEITURA DA CIDADE DE RECIFE. **LEI 7.427** de 19 out 1961: Dispõe sobre as vizinhanças dos aeroportos, observando o que dispõe a legislação federal, sobre a proteção. 1961.

\_\_\_\_\_. **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** de 14 de janeiro de 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.

PREFEITO 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.

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.

ROLNIK, R. **A cidade e a Lei**: legislação, política urbana e territórios na cidade São Paulo. Ed. 3. São Paulo: Studio Nobel, 2003.

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

SANCHO, V. M., SENCHERMES, A. G. **Curso de acústica em arquitectura** Colégio oficial de arquitectos de Madrid, Madri, 1983.

SALOMONS, E. M., PONT, M., B. *Urban traffic noise and the relation to urban density, form, and traffic elasticity*. Landscape and Urban Planning, 2012, v.108, p. 2– 16, 2012.

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. 5ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005.

SÃO PAULO. Lei nº 16.402, de 22 de março de 2016. **Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo**. Disponível em: [https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/urbanismo/legislacao/plano\\_diretor/index.php?p=201105](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/urbanismo/legislacao/plano_diretor/index.php?p=201105). Acesso em: 15 nov 2020.

SÃO PAULO. Regulamenta a Lei nº 16.642, de 9 de maio de 2017. Disponível em: [https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/urbanismo/legislacao/codigo\\_de\\_obras/index.php?p=237501](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/urbanismo/legislacao/codigo_de_obras/index.php?p=237501). Acesso em: 15 nov 2020.

SÃO PAULO. Mapa do Ruído na íntegra: **Lei 16.499**, de 20 de julho de 2016. Disponível em: <http://documentacao.camara.sp.gov.br/iah/fulltext/leis/L16499.pdf>. Acesso em: abril de 2020.

SÃO PAULO. Política de Desenvolvimento Urbano e o Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo. **Lei nº 16.050** de julho de 2014. Disponível em: <http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-16050-de-31-de-julho-de-2014>. Acesso em: 16 nov 2020.

SILVA, J. R. F. **Zoneamento e forma urbana: ausências e demandas na regulação do uso e ocupação do solo**. 2014. 297 f. Dissertação de mestrado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

SOUZA, M. L. **ABC do desenvolvimento urbano**. 2ª ed. Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro. 192p. 2005.

SOUZA, L. C. L. de; ALMEIDA, M. G. de; BRAGANÇA, L. **Bê-a-bá da acústica arquitetônica. Ouvindo a arquitetura**. São Carlos: EdUFSCar. 2006.

SOUZA, Marcelo Lopes de. **ABC do desenvolvimento urbano**. 11ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 192p.

SOUZA, Marcelo Lopes de. **Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento e a gestão urbanos**. 9ª ed. Rio de Janeiro; Bertrand Brasil, 2013. 558p.

UPHAM, P. et al. 2003. *Environmental capacity and noise operations: current issues and future prospects*. *Journal of Air Transport Management*, Vol. 9, 145-151.

WEBER, N., HAASE, D., FRANCK, U.. *Assessing modelled outdoor traffic-induced noise and air pollution around urban structures using the concept of landscape metrics*. *Landscape and Urban Planning*, 2014, v. 125, p. 105 a 116, 2014.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *Burden of disease from environmental noise: Quantification of healthy life years lost in Europe*. W.H.O. Regional Office for Europe: Denmark, 2011.

\_\_\_\_\_. *Guidelines for community noise*. (B. Berglund, T. Lindvall, & D. H. Schwela, Eds.) London, United Kingdom. April de 1999. 159 p.

\_\_\_\_\_. *Night Noise Guidelines for Europe*. WHO. Regional Office for Europe. Copenhagen, 2009.

ANEXO A



--- Limite de Município Rio Largo/Maceió  
- - - BR 104

..... Limite patrimônio Aeroporto SBMO  
- - - AL 210

- - - AL 405