



Clive Reis do Nascimento

**Zoneamento de Ruído: Proposta de
curvas de ruído aplicadas ao Aeroporto
Internacional de Manaus/Eduardo Gomes**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Instituto de Tecnologia

Mestrado Profissional e Processos Construtivos e
Saneamento Urbano

Dissertação orientada pelo Professor Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes

Belém – Pará – Brasil
2014



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
MESTRADO EM PROCESSOS CONSTRUTIVOS E SANEAMENTO URBANO**

**ZONEAMENTO DE RUÍDO: PROPOSTA DE CURVAS DE
RUÍDO APLICADAS AO AEROPORTO INTERNACIONAL
DE MANAUS/EDUARDO GOMES**

CLIVE REIS DO NASCIMENTO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Processos Construtivos e Saneamento Urbano da Universidade Federal do Pará como requisito para a obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes

Co-orientador: Prof. Dr. Dênio Ramam Carvalho de Oliveira

Belém – Pará – Brasil
2014

ZONEAMENTO DE RUÍDO: PROPOSTA DE CURVAS DE RUÍDO APLICADAS AO AEROPORTO INTERNACIONAL DE MANAUS/EDUARDO GOMES

CLIVE REIS DO NASCIMENTO

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Processos Construtivos e Saneamento Urbano, área de concentração Saneamento Urbano, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-graduação em Processos Construtivos e Saneamento Urbano (PPCS) do Instituto de Tecnologia (ITEC) da Universidade Federal do Pará (UFPA).

Aprovada em 17 de Abril de 2014.

Prof. Dr. Dênio Ramam Carvalho de Oliveira
(Coordenador do PPCS)

Prof. Dr. Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes
(Orientador – UFPA)

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes
(Orientador)

Prof. Dr^a. Aline Maria Meiguins de Lima
(Examinador Interno – UFPA)

Prof. João Augusto Pereira Neto
(Examinador Externo – ICA - UFPA)

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a Antônio Lobo do Nascimento e Lúcia Aleixo dos Reis do Nascimento, por serem meus PAIS.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Ronaldo, por ter me orientado nesse trabalho, indicando o caminho a seguir, e me deixando a vontade para tomar as decisões mais complexas que resultaram nessa dissertação.

Ao Professor Dr. Dênio, pela co-orientação, sanando minhas dúvidas de forma efetiva e esclarecedora.

Ao Instituto Galileu da Amazônia - ITEGAM, pela oportunidade de cursar esse mestrado nos moldes que foi ofertado.

À Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária – INFRAERO, pela demanda de trabalho, que se transformou em tema dessa dissertação, e por ter me possibilitado a participação no curso específico sobre ruído aeronáutico, sem o qual esse trabalho não teria sido possível.

À minha colega Paula de Carvalho, da INFRAERO – SEDE, pela ajuda para sanar minhas dúvidas no manuseio do INM.

À Gimima Paiva, pela primordial colaboração ao resultado final desse trabalho escrito.

À Coordenação Regional de Meio Ambiente e Energia – MENR, da INFRAERO, equipe da qual faço parte, cujos colegas, de uma forma ou de outra, contribuíram e facilitaram a execução desse trabalho. A vocês, meu muitíssimo obrigado.

À Gerência Regional de Operações – OPRN, da INFRAERO, por ter facilitado o acesso às informações sobre o movimento operacional do Aeroporto Internacional Eduardo Gomes, e por ter sanado minhas dúvidas em relação às operações aeroportuárias.

RESUMO

A poluição sonora é uma perturbação ao meio ambiente que pode trazer uma série de transtornos à população afetando sua qualidade de vida. Dentre esses ruídos está o aeronáutico que é gerado pelos motores e pela aerodinâmica das aeronaves, principalmente durante os procedimentos de aproximação, aterrisagem e decolagem. A distância de propagação desse impacto ambiental pode ser mapeada por curvas de ruído, servindo para a elaboração de um Plano de Zoneamento de Ruído – PZR. Este é uma ferramenta de auxílio para a gestão do uso e ocupação do solo no entorno dos aeroportos. Com a publicação do RBAC N° 161, o atual PZR do Aeroporto Internacional de Manaus/Eduardo Gomes - SBEG se tornou obsoleto. Com base em dados do movimento operacional do aeroporto, foram geradas por meio do *software* INM, as curvas de ruído de 85, 80, 75, 70, 65 dB(A). Enquanto as duas curvas de ruído em vigor, referentes a 75 e 65 dB(A), abrangem uma área de 1.249,49 hectares, com uma população estimada de 20.959,58 habitantes, e uma escola; as cinco curvas de ruído geradas no INM abrangem uma área e população 43,58% e 193%, respectivamente, maiores, além de quatro escolas a mais. A legislação municipal não cita todos os bairros abrangidos pelas curvas de ruído em vigor, deixando a área mais afetada sem o devido tratamento. Assim, sugere-se a adequação da legislação municipal, para atender os requisitos do RBAC N° 161.

Palavras-chave: curvas de ruído, ruído aeronáutico, plano de zoneamento de ruído.

ABSTRACT

Noise pollution is a disturbance to the environment that can bring a lot of inconvenience to the population affecting your quality of life. Among these is the aircraft noise which is generated by the engine and the aerodynamics of aircraft, especially during approach procedures, landing and takeoff. The propagation distance that environmental impact can be mapped by noise curves, serving for the preparation of a Noise Zoning Plan – NZP. This is a tool to aid the management of the use and occupation of land in the vicinity of airports. With the publication of RBAC No. 161, the current NZP from Manaus International Airport/Eduardo Gomes – SBEG became obsolete. Based on data from operating the airport movement, were generated by the INM software, noise curves 85, 80, 75, 70, 65 dB (A). While the two curves of noise in force, about to 75 and 65 dB (A), covering an area of 1249.49 hectares, with a population estimated of inhabitants 20,959.58, and one school; the five noise curves generated in the INM serves an area population and 43.58% and 193%, respectively, higher, with four more schools. A city ordinance does not mention all the districts covered by the noise curves in force, leaving the most affected area without proper treatment. Therefore, we suggest the adequacy of municipal legislation to meet the requirements of RBAC No. 161.

Key words: noise curves, aircraft noise, noise zoning plan.

SUMÁRIO

1.	– INTRODUÇÃO	1
1.1	– Estrutura da Dissertação	1
1.2	Considerações Iniciais	1
1.3	Objetivos.....	3
1.3.1	Objetivo Geral	3
1.3.2	Objetivos Específicos	3
1.4	Justificativa.....	3
2	– REFERENCIAL TEÓRICO	4
2.1	Conceitos Fundamentais de Som e Ruído	4
2.2	Propriedades Básicas do Som.....	5
2.3	Ruído aeronáutico.....	13
2.4	Métricas de aferição do ruído	10
2.4.1	L_{eq} : Nível Equivalente de Pressão Sonora	10
2.4.2	L_{eqD} : Nível Equivalente de Pressão Sonora Diurno	11
2.4.3	L_{eqN} : Nível Equivalente de Pressão Sonora Noturno	11
2.4.4	SEL: Nível de Exposição Sonora	11
2.4.5	DNL: <i>Day Night Level</i> - Nível de Pressão Sonora Equivalente Dia e Noite. 12	
2.5	Planos de Zoneamento de Ruído de Aeroportos: Portaria 1141/GM5 x RBAC 161 16	
2.6	O Aeroporto Internacional de Manaus - Eduardo Gomes	20
2.7	O Aeroporto Internacional Eduardo Gomes e as ocupações irregulares no seu entorno.	22
3	DELINEAMENTO METODOLÓGICO	25
3.1	<i>Integrated Noise Model</i> - INM	25
3.2	Coleta e Tratamento de Dados Operacionais e Informações Referenciais do Aeroporto.....	27
3.3	Tratamento e análise das curvas de ruído propostas e as do atual PEZR, e Estimativa da população Abrangida.	33
3.4	Identificação de escolas localizadas nas áreas abrangidas pelas curvas de ruído. 34	
3.5	Consulta à legislação municipal.	34
3.6	Síntese da metodologia utilizada	35
4	- RESULTADOS	35

4.1	Curvas de ruído atuais: área abrangida e conformação	35
4.2	Curvas de ruído atuais: População abrangida.....	36
4.3	Curvas de ruído propostas: Elaboração, Conformação e Área abrangida.	38
4.4	Curvas propostas: População abrangida	43
4.5	Localização de escolas nas áreas abrangidas pelas curvas de ruído atuais.	37
4.6	Localização de escolas nas áreas abrangidas pelas curvas de ruído propostas. ...	47
4.7	Do Plano Diretor da Cidade de Manaus e da Lei de uso e ocupação do solo.	49
5	CONCLUSÕES	54
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
	Apêndices	64
	AP 01 Tabelas de trajetórias de pousos e decolagens no SBEG. Dados consolidados.	64
	AP 02 Planilha de movimento operacional no SBEG. Dados tratados.....	65
	Anexos.....	70
	A 01 Tabela E-1 (RBAC Nº 161) – Usos compatíveis e incompatíveis com para áreas abrangidas por PBZR.....	70
	A 02 Tabela E-2 (RBAC Nº 161) – Usos compatíveis e incompatíveis com para áreas abrangidas por PEZR.....	72
	A 03 Carta Aeronáutica ADC-SBEG	75
	A 04 Carta Aeronáutica SID-SBEG	77

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1– Oscilação de onda sonora. (FERNANDES, 2002)	6
FIGURA 2.2– Relações entre a escala de pressão sonora (Pa) e o Nível de Pressão Sonora (NPS) em decibel (BISTAFA, 2011).	8
FIGURA 2.3 – Curvas de audibilidade. Nível de pressão sonora em função da frequência (BISTAFA, 2011).	9
FIGURA 2.4 – Curvas dos filtros de ponderação: A, B, C e D. (DINATO, 2011).....	10
FIGURA 2.5 – Gráfico de aferição de ruído na métrica SEL. Fonte: Oakland International Airport (2013).....	12
FIGURA 2.6 – Propulsores e áreas fixas e móveis de uma aeronave que geram ruído. Fonte: Portal Educacional (2013).	13
FIGURA 2.7 – Modelo esquemático de motor tipo <i>turbofan</i> , capítulo I – ICAO. Fonte: Portal Educacional (2013) - com adaptações.....	14

FIGURA 2.8– Modelo esquemático de motor tipo <i>turbofan</i> , capítulo IV – ICAO. Fonte: Mundo da Ciência (2013) – Com adaptações.....	15
FIGURA 2.9 – PEZR do SBEG (Manaus-AM). Fonte: Portaria 629/GM5 de 1984.	17
FIGURA 2.10 – Posição do SBEG em relação às zonas norte e oeste de Manaus (A) e indicação de como era área (B) e como hoje está (C) e alguns bairros do entorno (D e E).	24
FIGURA 3.1– Fluxograma entrada, processamento e saída de dados no INM.....	27
FIGURA 3.2 A, B - Telas INM: Criação de um "estudo" e escolha da sistema métrico.	28
FIGURA 3.3 - Telas INM: inserção de informações de referência do Aeroporto.	29
FIGURA 3.4 - Telas INM: criação do "caso" para análise das operações no SBEG.	29
FIGURA 3.5 - Telas INM: especificação do cenário utilizado no caso em estudo.....	29
FIGURA 3.6 - Tela INM: seleção das aeronaves contidas no apêndice AP 02 a partir do banco de dados do software.....	30
FIGURA 3.7 - Tela INM: criação da PPD do aeroporto.	30
FIGURA 3.8 - Tela INM: inserção de coordenada geográfica das cabeceiras da PPD do aeroporto.	30
FIGURA 3.9 - Tela INM: identificação das trajetórias de pousos e decolagens, com inserção da porcentagem de utilização de cada trajetória.	31
FIGURA 3.10 - Tela INM: inserção dos seguimentos que compõem cada trajetória de pouso e decolagem.	31
FIGURA 3.11 - Tela INM: inserção das porcentagem de utilização das rotas por cada aeronave no período dia e noite.....	32
FIGURA 3.12 - Tela INM: definição da métrica a ser utilizada e curvas a serem geradas.....	32
FIGURA 3.13 - Tela INM: processamento dos dados inseridos no software para geração das curvas de ruído.....	33
FIGURA 3.14 – Fluxograma das etapas do desenvolvimento da metodologia utilizada neste trabalho.....	35
FIGURA 4.1 - Conformação das áreas I e II do atual PEZR do SBEG, delimitadas pelas curvas de 65 e 75 dB(A). Fonte: Infraero, com adaptações.	36
FIGURA 4.2 - Representação geográfica da localização da escola situada dentro das áreas abrangidas pelas curvas de ruído.....	38
FIGURA 4.3 - Tela do INM demonstrando graficamente as rotas de decolagem e pouso na PPD do SBEG.....	39
FIGURA 4.4 – Representação das curvas de ruído propostas e das trajetórias de pousos e decolagens no SBEG. Métrica DNL, conforme metodologia do RBAC N° 161.	40
FIGURA 4.5 - Abrangência das curvas de ruído propostas sobre a cidade de Manaus.	41

FIGURA 4.6 - Vista da PPD do SBEG no sentido da cabeceira 28 - 10. À direita, o complexo de terminais de passageiros e cargas. Ao fundo, o bairro Ponta Negra, com predominância florestal.	444
FIGURA 4.7 -Curvas de ruído sobre o bairro Ponta Negra, predominância de áreas sem ocupação consolidadas.	485
FIGURA 4.8 - Representação geográfica da distribuição das escolas detectadas dentro das áreas abrangidas pelas curvas de ruído.	48
FIGURA 4.9 – Representação geográfica dos setores da cidade de Manaus, definidos pela Lei municipal 1.838/14, que possuem bairros com observações sobre os cones de aproximação do SBEG, conforme tabela 4.9.	52
FIGURA 4.10 – Representação geográfica dos corredores urbanos cujos segmentos são citados na Lei municipal 1.838/14 contendo observações sobre os cones de aproximação do SBEG, conforme tabela 4.10.	532
FIGURA 4.11 – Bairros da cidade de Manaus citados na Lei municipal 1.838/14 com observações quanto ao ruído aeronáutico.	533

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1 – Definição das áreas componentes de um PEZR e suas respectivas restrições, conforme Portaria 1141/GM5 de 1987.	17
TABELA 2.2 – Atribuições aos órgãos envolvidos no PEZR dos aeroportos, conforme a Portaria 1141/ GM5 de 1987.	18
TABELA 2.3 – Atribuições aos órgãos envolvidos no PEZR dos aeroportos, conforme o RBAC N° 161.	19
TABELA 2.4 – Movimento anual de passageiros (Embarcados + Desembarcados) entre os anos 2008 e 2012 no SBEG. Fonte: Infraero.	21
TABELA 2.5 – Demosntrativo do movimento de aeronaves entre os anos de 2008 e 2012 no SBEG. Fonte: Infraero.	21
TABELA 2.6- Demosntrativo do movimento anual de carga entre os anos de 2008 e 2012 no SBEG. Fonte: Infraero.	22
TABELA 2.7 – Distribuição das posições para aeronaves no pátio do SBEG. Fonte: Infraero.	22
TABELA 2.8 – Tipos de uso e ocupação do solo nos bairros Cidade Nova e Colônia Santo Antônio, situados nas áreas de influência do SBEG. Fonte: Infraero 2011.	25

TABELA 4.1 - Dimensionamento das áreas I e II, abrangidas de curvas do ruído de 75 e 65 dB(A) do PEZR atual do SBEG.	36
TABELA 4.2 - Estimativa da população abrangida pelas áreas I e II delimitadas respectivamente pelas curvas de 75 e 65 dB(A) do atual PEZR, do SBEG.	37
TABELA 4.3 - Identificação das escolas detectadas nas áreas abrangidas pelas curvas de ruído. ..	37
TABELA 4.4 - Dimensionamento das áreas abrangidas pelas curvas de ruído, na métrica DNL, propostas para comporem o PEZR do SBEG.	42
TABELA 4.5 - Estimativa da população abrangida pelas áreas delimitadas pelas curvas de ruído propostas para o novo PEZR do SBEG.	44
TABELA 4.6 - Dinâmica populacional dos bairros Colônia Santo Antônio, Novo Israel e Cidade Nova, do ano de 1996 a 2010. Fonte: IBGE – Amazonas.	46
TABELA 4.7 – Avaliação de incômodo gerado pelas operações aeronáuticas. NBR N° 13368/95 – com adaptações.	47
TABELA 4.8 - Identificação das escolas detectadas nas áreas abrangidas pelas curvas de ruído. ..	48
TABELA 4.9 – Setores da cidade de Manaus, definidos pela Lei municipal 1.838/14, seus respectivos bairros que possuem observações sobre os cones de aproximação do SBEG. Fonte: Lei municipal 1.838/14 – Compilação do anexo I da lei.	50
TABELA 4.10 – Corredores urbanos cujos segmentos são citados na Lei municipal 1.838/14, que possuem bairros com observações sobre os cones de aproximação do SBEG. Fonte: Lei municipal 1.838/14 – Compilação do anexo II da lei.	51

LISTA DE SIGLAS E SIMBOLOS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.
 ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil.
 CBA – Código Brasileiro de Aeronáutica.
 COMAR – Comando Aéreo Regional.
 CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
 DAC – Departamento de Aviação Civil.
 DECEA – Departamento de Controle do Espaço Aéreo.
 DIRENG – Diretoria de Engenharia Aeronáutica.
 DNL – *Day Night Level*
 FAA – *Federal Aviation Association*.
 GPS – *Global Position System*.
 IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
 ICAO – *International Civil Aviation Organization*.
 INM – *Integrated Noise Level*.

IPR – Índice Ponderado de Ruído.
laeqD – Nível de pressão de sonora equivalente no período diurno ponderado em A.
laeqN - Nível de pressão de sonora equivalente no período noturno ponderado em A.
Leq – Nível de intensidade sonora equivalente.
NBR – Norma Brasileira.
NPS – Nível de Pressão Sonora.
PBZR – Plano Básico de Zoneamento de Ruído.
PEZR – Plano Específico de Zoneamento de Ruído.
PPD – Pista de Pouso e Decolagem.
PZPA – Plano de Zoneamento de Proteção de Aeródromo.
PZR – Plano de Zoneamento de Ruído.
RBAC – Regulamento Brasileiro de Aviação Civil.
SBEG – Aeroporto Internacional de Manaus/Eduardo Gomes.
SEL – *Sound Equivalent Level*
SERENG – Secretaria Regional de Engenharia.
dB - Decibel
T- período
B – Bel
Hz – Hertz
kHz - Kilohertz
 P_{a_0} – Pascal de referência
p – pressão sonora
f - *frequência*
Pa - Pascal
log – logaritmo

1 – INTRODUÇÃO

1.1 – Estrutura da Dissertação

A dissertação apresentada é composta por cinco capítulos, sendo que o primeiro traz considerações iniciais sobre a temática abordada, os objetivos a serem alcançados e as justificativas.

No segundo capítulo é apresentado o referencial teórico do tema, com uma visão geral de conceitos sobre ruído e suas métricas de medição e monitoramento, além de explicações sobre o ruído aeronáutico e seus fundamentos legais. Ademais, delimita a área de abrangência desse trabalho, apresentando o Aeroporto Internacional de Manaus/Eduardo Gomes, e a área de seu entorno.

O capítulo três é destinado ao delineamento metodológico para o alcance dos objetivos, descrevendo as técnicas utilizadas para a elaboração das curvas de ruído, desde o tratamento até a análise dos dados obtidos.

Os resultados e as discussões são expostos no quarto capítulo, o qual está subdividido de forma que os assuntos referentes a cada um dos objetivos estabelecidos sejam desenvolvidos separadamente.

A dissertação é finalizada no quinto capítulo, o qual traz as conclusões do trabalho executado, assim como sugestões para trabalhos futuros.

1.2 Considerações Iniciais

Em 1944, durante a Convenção de Aviação Civil Internacional, realizada em Chicago, iniciaram as discussões sobre o impacto do transporte aéreo sobre o meio ambiente. Naquela época, o ruído aeronáutico já era motivo de preocupação, quando as aeronaves eram impulsionadas somente por motores a pistão equipados com hélices. A partir da década de 60, com a primeira geração dos motores a jato equipando as aeronaves a preocupação aumentou (SALAH e ABDALLAH, 2012; NGUYEN *et al*, 2011; DINATO, 2011). Desde então o volume do tráfego aéreo mundial encontra-se em contínuo crescimento, e o ruído aeronáutico ao redor dos aeroportos tornou-se mais evidente (LI *et al*, 2012).

Em 1970, durante a conferência da *International Civil Aviation Organization* – ICAO, diversos assuntos relacionados ao ruído aeronáutico no entorno dos aeroportos foram debatidos, dentre os quais, o uso e a ocupação do solo nessas áreas. Esta conferência foi ratificada pelo conselho da ICAO estabelecendo requisitos e notas técnicas para o controle do ruído das aeronaves nas proximidades dos aeroportos (DINATO, 2011; ICAO, 2004; FAA, 1998).

Conforme define o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil - RBAC N° 01, aeroporto é um aeródromo público dotado de edificações, instalações e equipamentos para apoio às operações de aeronaves e de processamento de pessoas e/ou cargas. No entanto, de acordo com a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA N° 237 (1997), caracteriza-se como um equipamento urbano potencialmente poluidor. Além disso, necessita de um planejamento integrado entre as autoridades aeronáuticas, aeroportuárias e municipais. Essa integração possibilita promover o controle das atividades desenvolvidas nas áreas de influência aeronáutica de um aeroporto.

Ademais, conforme o Código Brasileiro em Aeronáutica – CBA – de 1986, o uso e a ocupação no solo no entorno de aeroportos é regido pela legislação aeronáutica relativa à zona de proteção e de ruído. Por essas peculiaridades, e para viabilizar a gestão dos impactos ambientais oriundos de aeroportos sobre a população circunvizinha, seria necessária a inserção do plano de zoneamento de proteção e de ruído aeronáutico ao plano diretor dos municípios.

No setor da aviação, o ruído aeronáutico é um dos principais impactos ambientais, além de se caracterizar como um dos mais complexos, e de difícil controle e mitigação; extrapola os limites dos aeroportos e se propaga pelas áreas circunvizinhas (HELENO e SLAMA, 2013; DINATO, 2011; BENTES e SLAMA, 2011; GUOQING *et al*, 2010).

Seguindo os critérios da ICAO (1970), que recomenda e normatiza parâmetros de uso e ocupação do solo no entorno dos aeródromos, foi publicada no Brasil, em 1987, a Portaria 1141/GM5 do Comando da Aeronáutica, que regulamentava os Planos de Zona de Proteção de Aeródromo – PZPA – e os Planos de Zoneamento de Ruído – PZR. No entanto, essa portaria foi revogada em 2011, dando lugar ao RBAC N° 161, que trouxe requisitos para a elaboração de novos PZR, definindo inclusive a metodologia básica a ser utilizada.

Assim, há necessidade de elaboração de novos PZR para os aeroportos brasileiros. Atualmente, o Aeroporto Internacional de Manaus/Eduardo Gomes – SBEG¹ é o mais movimentado do norte do Brasil. Destarte, esse aeroporto foi escolhido como objeto de estudo dessa dissertação, que propõe as novas curvas de ruído a serem apresentadas à ANAC. Que, obtendo-se a aprovação, passarão a compor um novo Plano Específico de Zoneamento de Ruído - PEZR.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Propor as novas curvas de ruído delimitadoras das áreas de zoneamento de ruído, para compor o novo PEZR para o SBEG, em Manaus, Amazonas, de acordo com a metodologia do RBAC N° 161.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Estimar o tamanho e comparar as curvas do PEZR atual com as propostas nesse trabalho;
- Estimar o quantitativo populacional que reside nas áreas delimitadas pelas curvas de ruído abrangidas pelo PEZR atual, e pelas curvas propostas;
- Identificar a existência de escolas dentro das áreas abrangidas tanto pelas curvas de ruído do PEZR em vigor, quanto pelas propostas, e verificar as observações contidas no RBAC N° 161 quanto à compatibilidade de suas localizações;
- Verificar a compatibilidade do plano diretor e da lei de uso e ocupação do solo do município de Manaus em relação ao atual PEZR do SBEG.

1.4 Justificativa

Nas últimas três décadas a cidade de Manaus tem crescido de forma desordenada, o que fica evidente em razão do surgimento de bairros sem planejamento e decorrente de invasões. Quando de sua construção, o SBEG localizava-se em meio à floresta, distante da área urbana. Com a necessidade de expansão da cidade, vários bairros se formaram no entorno do aeroporto, os quais vêm apresentando uma contínua taxa de crescimento populacional a cada ano. Esse adensamento expõe uma quantidade cada vez maior de pessoas ao ruído aeronáutico decorrente das operações de pouso e decolagem do aeroporto.

¹ Sigla ICAO designativa de localidade para identificação do aeroporto.

Segundo dados operacionais da INFRAERO (2012), o SBEG é o aeroporto mais movimentado da região norte do País, operando pousos e decolagens de voos regional, nacional e internacional de passageiros e cargas. Além disso, tem importante participação no desenvolvimento econômico do Estado, em razão de possuir o maior complexo de cargas da rede de aeroportos da INFRAERO, atendendo principalmente o Polo Industrial de Manaus.

O SBEG tem apresentado constante crescimento em seu movimento operacional e no *mix* de aeronaves. Entretanto, seu PEZR encontra-se desatualizado, uma vez que houve mudança na legislação e metodologia de elaboração. Apesar de não haver conflitos entre a população ou poder público e a administração aeroportuária, em decorrência do ruído aeronáutico, não significa que as pessoas residentes nas áreas afetadas não sofram as consequências desse impacto ambiental.

Considerando o adensamento populacional no entorno do aeroporto, o seu crescimento operacional e as mudanças na legislação acerca do ruído aeronáutico, faz-se necessário o início dos trabalhos para a elaboração do novo PEZR para o SBEG. O qual poderá servir de ferramenta à tomada de decisão do poder público executivo municipal, na gestão do uso e ocupação do solo, visando o conforto ambiental da população circunvizinha ao aeroporto, sem, no entanto, restringir o crescimento operacional do mesmo.

2 – REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Conceitos Fundamentais de Som e Ruído

O som é a vibração das partículas do ar que se propagam a partir de uma estrutura vibrante. Esse fenômeno vibratório é caracterizado por uma onda de pressão denominada de onda sonora, a qual é detectada pelo sistema auditivo. O ruído é um som indesejável, em geral de conotação negativa (HALLIDAY e RESNICK, 2012; BISTAFIA, 2011; COSTA, 2003).

Considerar um som como indesejável depende de alguns parâmetros subjetivos ou pessoais. Um violinista interpretando uma peça de Bach pode ser recebido por alguns como um som agradável, para outros, no entanto, como um som desagradável. Da mesma forma, essa diferenciação pode depender de um contexto. O som emanado por um helicóptero pode ser considerado como um ruído insuportável para quem tenta dormir,

porém, pode ser recebido como um som prazeroso por um náufrago perdido em alto mar em um bote salva vidas.

Os sons, sendo considerados ruídos ou não, também podem ser transmissores de informações. Os sons de sirenes de ambulâncias e viaturas do corpo de bombeiros indicam uma situação de emergência e podem ajudar a salvar uma vida. Os estalos característicos do disco rígido de um computador indicam que ele está executando uma tarefa e que não está inoperante.

Porém, na maioria dos casos os ruídos acarretam vários efeitos adversos. Em níveis elevados e períodos de exposição prolongados os ruídos podem causar vários problemas fisiológicos e psicológicos, como a perda de audição, aumento de pressão arterial, stress e perturbações no sono (LEPORE, 2010; LEVAK *et al*, 2008). Dentre vários outros efeitos, também podem causar danos estruturais e dificuldades na comunicação (MONTAZAMI *et al*, 2012). No entanto, conforme expõe Bistafa (2011), permanecer em um ambiente completamente ausente de ruído também pode causar incômodo ao indivíduo, tornando sua audição mais sensível.

Além disso, a eliminação total do ruído em um ambiente faz aflorar os ruídos de fontes secundárias, os quais são denominados de ruído de fundo², e que geralmente não é possível ser eliminado. Desta forma, as tratativas adotadas em relação ao ruído são para o seu controle, na busca de um equilíbrio ou igual intensidade, entre o ruído principal e o ruído de fundo.

2.2 Propriedades Básicas do Som

O som pode ser definido como uma variação de pressão no ambiente detectável pelo sistema auditivo. Para serem detectadas pelo sistema auditivo, as variações de pressão devem se propagar de forma cíclica recebendo a denominação de onda sonora (BISTAFA 2011; COSTA 2003).

O intervalo de tempo necessário para que um ciclo da variação de pressão se complete é definido como período T . Quando ocorre uma variação cíclica compreendida entre T_1 e T_2 , com uma amplitude A superior ao limiar da audição, o sistema auditivo detecta o som.

² Conforme a NBR N° 11415 – ABNT (1990), o ruído de fundo também é definido como o ruído provocado por todas as fontes, exceto aquela em estudo.

Para a quantificação dos ciclos de uma onda sonora, conforme representada na figura 2.1, trabalha-se com o inverso do período, a frequência f , tendo o hertz (Hz) como unidade de medida, de acordo com a Equação (1). Caracteriza-se como oscilação completa o conjunto de todos os valores positivos e negativos de uma variação de pressão partindo e retornando do ponto zero. (HALLIDAY e RESNICK, 2012; BISTAFA, 2011).

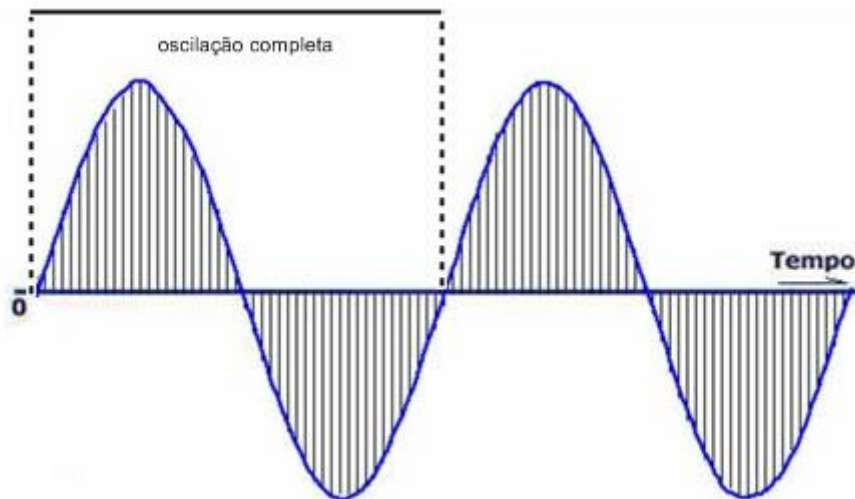


FIGURA 2.1– Oscilação de onda sonora. (FERNANDES, 2002)

$$f = \frac{1}{T} \text{ Hz} \quad (1)$$

Onde:

f = frequência (Hz)

T = período.

As frequências de ondas sonoras compreendidas entre 20 Hz e 20 kHz são a faixa de sons audíveis, ondas abaixo ou acima dessa faixa recebem o nome de infrassom e ultrassom, respectivamente. Na faixa audível, o ouvido humano percebe as frequências de maneira não linear, sendo que as sensações audíveis variam como o logaritmo dos estímulos que as produzem (BISTAFA, 2011).

Por isso, conforme exposto por Costa (2002), os intervalos entre sons de 100 e 200 Hz, 200 e 400 Hz, 400 e 800 Hz parecerão iguais ao nosso ouvido. Desta forma, conclui-se que o intervalo entre frequências não se mede pela diferença de frequências, mas pela relação entre elas. Assim, como demonstrado na Equação (2), define-se uma oitava como o intervalo entre frequências cuja relação seja igual a dois.

$$\frac{200}{100} = \frac{400}{200} = \frac{800}{400} = 2 = 1 \text{ oitava} \quad (2)$$

Por este motivo as notas dó em um teclado musical soam ao ouvido como a mesma nota, pois se constitui um intervalo de uma oitava entre uma e outra. Nas representações gráficas o som é representado em escala logarítmica por ser a forma mais aproximada da sensação do ouvido humano.

Conforme expõe Bistafa (2011), a pressão sonora é uma grandeza fortemente relacionada com a sensação subjetiva de intensidade do som, sendo o Nível de Pressão Sonora – NPS – a medida física preferencial para caracterizar a sensação subjetiva da intensidade dos sons, ou seja, o quão intenso é determinado som que escutamos. A pressão sonora perceptível pelo ouvido humano varia de $p_0 = 2 \times 10^{-5} Pa$, a qual é definida como o valor mais próximo ao limite inferior da audição, sendo que $10^2 Pa$, é tido como o limiar da dor auditiva.

Ou seja, ouvido humano possui uma capacidade de detectar sons cuja diferença de intensidade é da ordem de milhões de vezes mais intenso que o limite inferior de audição. Assim, para facilitar a utilização matemática desses números, recorre-se aos logaritmos $y = \log x$, onde x e y são variáveis. Se x é multiplicado por 10, y aumenta uma unidade. Logo, se multiplicarmos x por 10^{15} , y aumentaria apenas 15 unidades.

Desta forma, ao invés de referir-se a pressão sonora como Pa , é mais viável utilizar a unidade expressão “bel”³ (B), que é definido pela Equação (3).

$$B = \log \left(\frac{Pa}{Pa_0} \right) \quad (3)$$

Como 1 *Bel* corresponde a $10 \cdot Pa_0$ houve a necessidade demonstrar as menores variações de pressão. Assim, foi adotado o submúltiplo Decibel (dB) como a unidade de medida para o nível de pressão sonora (NPS), por meio da Equação (4). Ou seja, 1 *Bel* equivale a 10 dB.

$$NPS = 10 \log \left(\frac{Pa}{Pa_0} \right) dB \quad (4)$$

³ Bel é uma homenagem à Alexander Graham Bell. Unidade desenvolvida pela Bell Telephones Laboratories no final do século XIX para comparação de potências de sinais telefônicos, sendo essencial para comprimir uma ampla faixa de variação de potências por transformação desta em escala logarítmica.

A figura 2.2 apresenta uma escala de pressões sonoras compreendidas aproximadamente entre o limiar da audição e o limiar da dor, e ilustra as atividades geradoras dos sons associados entre os dois extremos. Além disso, também demonstra a vantagem numérica de se trabalhar com níveis logaritmos. A escala de pressões sonoras que cobre sete ordens de magnitude (de 10^{-5} a 10^2 Pa) fica comprimida, enquanto que na escala logarítmica, fica comprimida a duas ordens de grandeza (0 a 140 dB). Assim, o nível logarítmico resulta em uma faixa numérica mais facilmente manipulável.

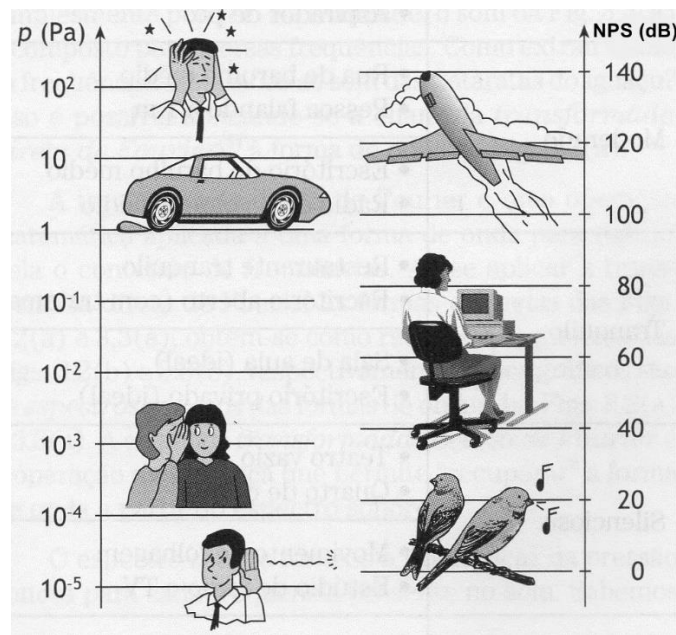


FIGURA 2.2– Relações entre a escala de pressão sonora (Pa) e o Nível de Pressão Sonora (NPS) em decibel (BISTAFA, 2011).

Como explicado por Bistafa (2011), os tons puros são os sons emitidos em uma única frequência, porém, no cotidiano dificilmente os sons que escutamos são de tons puros, mas sim uma combinação de tons puros em várias frequências, a qual é denominada de espectro sonoro.

O sistema auditivo humano é mais estimulado em tons com frequências em torno dos 3 kHz. Conforme demonstrado nas curvas de audibilidade na figura 2.3, à medida que os tons caem são necessários NPS mais elevados para estimular o sistema auditivo. Portanto, a percepção sonora diminui conforme a frequência se aproxima dos limites da faixa audível.

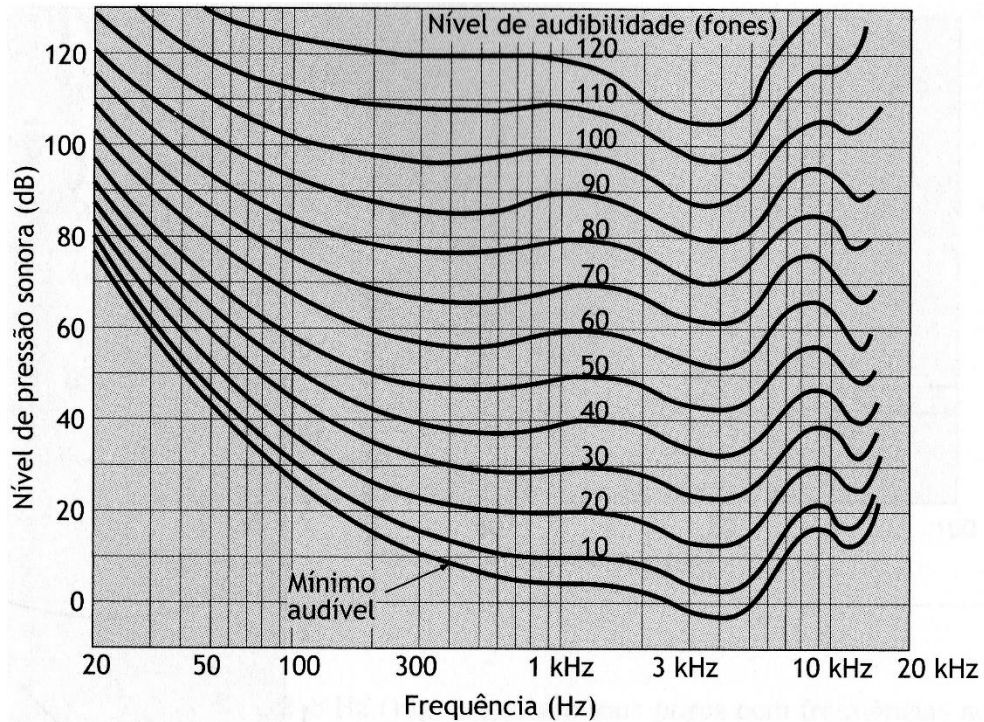


FIGURA 2.3 – Curvas de audibilidade. Nível de pressão sonora em função da frequência (BISTAFA, 2011).

Os aparelhos de medição de intensidade sonora realizam as medições equalizando o NPS detectado com as curvas de audibilidade, de maneira similar à que o ouvido humano percebe o som. Tais equalizações são realizadas por filtros de ponderação que tentam aproximar a sensação subjetiva da intensidade dos sons, fornecendo na saída do filtro um sinal melhor correlacionado com o nível de audibilidade. Os aparelhos de medição apresentam o NPS em decibel, com a ponderação do filtro.

Existem quatro filtros de ponderação: A, B, C e D, que apresentam características distintas, conforme demonstrado na figura 2.4. Dentre elas, conforme expõem Bistafa (2011), a mais utilizada é a ponderação A, que melhor correlaciona os sons captados com o incômodo sonoro ao sistema auditivo humano. A sua unidade é expressa em dB(A).

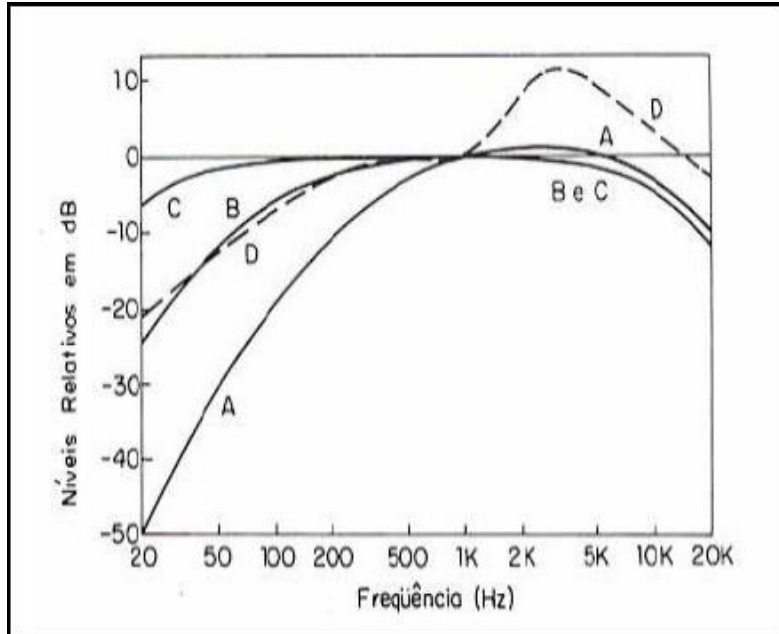


FIGURA 2.4 – Curvas dos filtros de ponderação: A, B, C e D. (DINATO, 2011).

2.3 Métricas de aferição do ruído

Conforme expõe Bistafa (2011), a reação das pessoas ao ruído depende de vários fatores, sendo que há o conflito quando há um incômodo que afeta as atividades humanas, e como os ruídos do cotidiano são de naturezas bastante variáveis, as avaliações tornam-se complexas.

Órgãos normalizadores e agências reguladoras de cada país procuram estabelecer critérios e métricas de monitoramento, mensuração e avaliação dos impactos ambientais relacionados NPS caracterizados como ruído. Essas métricas servem de base para elaboração de normas e legislações aplicáveis. No Brasil as mais utilizadas no estudo de ruído são: L_{eq} , L_{aeqD} , L_{aeqN} , SEL, e DNL.

2.3.1 L_{eq} : Nível Equivalente de Pressão Sonora

Os registros dos NPS aferidos em um intervalo de tempo podem ser representados em forma de gráfico. O L_{eq} é a média da energia sonora medida em um intervalo de tempo, podendo ser obtido pela Equação (5), conforme Bistafa (2011):

$$L_{eq} = 10 \log \left[\frac{1}{T} \int_0^T 10^{\frac{Lp(t)}{10}} dt \right] (dB), \quad (5)$$

Em que $L_p(t)$ é o nível sonoro no instante t , e T é o intervalo de tempo de registro.

O L_{eq} é uma métrica muito utilizada em normas aplicadas à exposição de ruído, porém é questionável para avaliar as perturbações causadas por ruídos impulsivos⁴ de curta duração. No entanto é bem aceita para avaliação de ruídos não estacionários⁵.

2.3.2 L_{eqD} : Nível Equivalente de Pressão Sonora Diurno

O L_{eqD} é o L_{eq} medido entre o período entre as 07:00 e 22:00 horas, calculado pela Equação (6):

$$L_{eqD} = 10 \log \left[\frac{1}{3600 \times 15} \int_7^{22} 10^{\frac{Lp(t)}{10}} dt \right] (dB), \quad (6)$$

2.3.3 L_{eqN} : Nível Equivalente de Pressão Sonora Noturno

O L_{eqN} é o L_{eq} medido entre o período de 22:00 e 07:00 horas, calculado pela Equação (7):

$$L_{eqN} = 10 \log \left[\frac{1}{3600 \times 9} \int_{22}^7 10^{\frac{Lp(t)}{10}} dt \right] (dB), \quad (7)$$

2.3.4 SEL: Nível de Exposição Sonora

A métrica SEL foi desenvolvida para a descrição de NPS causadores de ruído de sobrevoos de aeronaves, muito utilizada para aferir o ruído em um evento único de pouso ou decolagem. Cada voo é considerado como um único evento. E, conforme explana Bistafa (2011), essa métrica é o nível sonoro em dB(A) que dissipa em um segundo a mesma quantidade de energia do ruído original. O SEL não demonstra o nível de pressão sonora de um evento diretamente, mas sim uma mensuração da energia de um evento acústico com duração de um segundo, como graficamente demonstrado na figura 2.5. De acordo com Bistafa (2011) o valor de SEL pode ser calculado por meio da Equação (8):

⁴ Ruídos que apresentam picos de energia acústica. Ocorrem em curtos intervalos de tempo.

⁵ Ruídos cujos níveis variam continuamente em um intervalo de tempo de observação.

$$SEL = 10 \log \left[\frac{1}{T_{Ref}} \int_0^T 10^{\frac{L_a(t)}{10}} dt \right] \quad (8)$$

Onde, T_{Ref} é igual a um segundo e $L_a(t)$ é o nível de ruído ponderado em A no instante t .

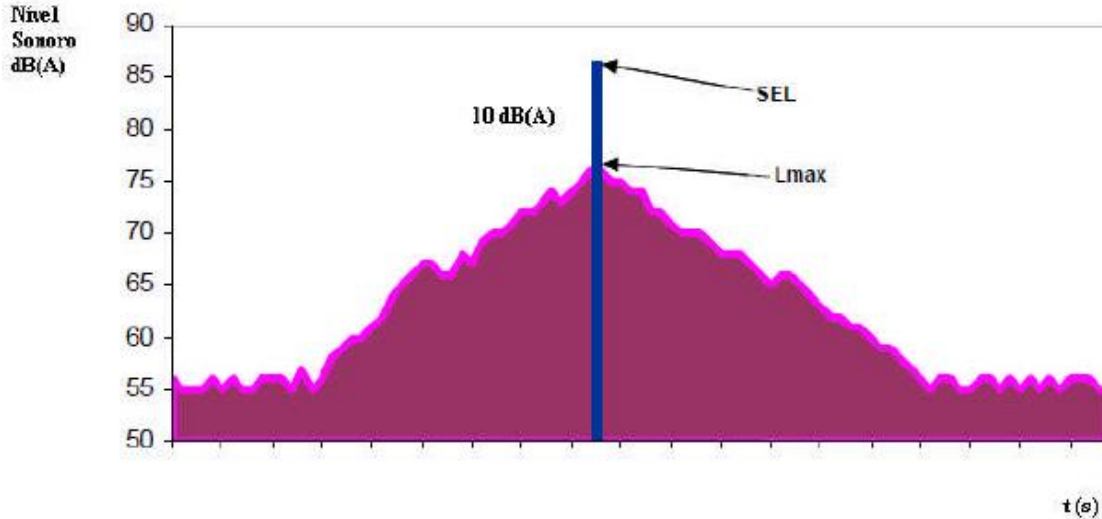


FIGURA 2.5 – Gráfico de aferição de ruído na métrica SEL. Fonte: *Oakland International Airport* (2013).

2.3.5 DNL: *Day Night Level* - Nível de Pressão Sonora Equivalente Dia e Noite.

Conforme expõe Bistafa (2011), o DNL é uma métrica desenvolvida pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos – EPA – para avaliação do ruído em comunidades, e também utilizada para mensurar o nível de exposição sonora de uma comunidade ao ruído aeronáutico.

Sendo calculada por meio da Equação (9), trata-se de uma métrica que expõe a média de NPS de um conjunto de eventos acústicos durante um período de 24 horas, sendo que para o período noturno, compreendido entre as 22 e 07 horas, há um acréscimo de 10 dB(A) a todos os eventos acústicos em análise. Tal penalização ocorre em virtude da maior sensibilidade das pessoas ao ruído nesse intervalo de tempo, quando a maioria está em repouso.

$$DNL = 10 \log_{10} \left\{ \frac{1}{3600 \times 24} \left[\int_7^{22} 10^{\frac{L_a(t)}{10}} dt + \int_{22}^7 10^{\frac{L_a(t)+10}{10}} dt \right] \right\} \quad (9)$$

No Brasil, a métrica adotada para o estudo do incômodo do ruído aeronáutico sobre a população do entorno dos aeroportos é o Índice Ponderado de Ruído - IPR, conforme define a NBR 12.859/1993, que é o mesmo cálculo do DNL.

2.4 Ruído aeronáutico

Durante a operacionalidade de um aeroporto, o movimento de veículos de apoio às aeronaves para abastecimento, limpeza, manutenção, serviços de comissaria, fornecimento de energia e movimentação de cargas e bagagens emitem uma gama de sons indesejáveis caracterizando o ruído aeroportuário. Essas fontes de emissão propagam ondas sonoras com energia tal que a percepção sonora se limita, quase sempre, às áreas operacionais do aeroporto (HELENO e SLAMA, 2013; ROCHA e SLAMA, 2008).

No entanto, o mesmo não ocorre com a operacionalidade das aeronaves. O acionamento dos motores, o tráfego nas pistas taxi, procedimentos de pouso, decolagem e a aerodinâmica tornam as aeronaves fontes de ondas sonoras denominadas de ruído aeronáutico, o qual é percebido além dos limites operacionais dos aeroportos, em intensidades tais que geram incômodo à população do entorno (BENTES e SLAMA, 2011; LJENSEN *et al*, 2010).

A passagem do ar pelas superfícies fixas e móveis da fuselagem das aeronaves (Figura 2.6), as quais produzem a sustentação em voo, gera arrasto ou turbulência, resultando em ruído aerodinâmico, que também faz parte do ruído aeronáutico. Esse tipo de ruído é o predominante durante a aproximação final à pista do aeroporto para o pouso (LI, 2012).



FIGURA 2.6– Propulsores e áreas fixas e móveis de uma aeronave que geram ruído. Fonte: Portal Educacional (2013).

Os motores a jato, tipo *turbofan*, das aeronaves funcionam mediante a admissão do ar pelo ventilador (*fan*) para uma câmara de compressão. O ar comprimido é transferido para a câmara de combustão, onde, devido à elevação de pressão, o ar entra aquecido e recebe a injeção de combustível, que causa uma explosão cuja energia gera a propulsão necessária para mover a aeronave em sentido oposto à exaustão do motor (Figura 2.7).

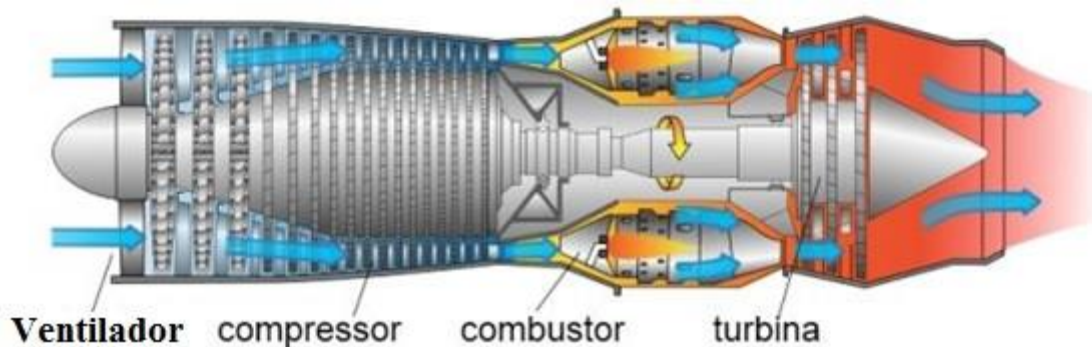


FIGURA 2.7 – Modelo esquemático de motor tipo *turbofan*, capítulo I – ICAO. Fonte: Portal Educacional (2013) - com adaptações.

A ICAO, em 1971, adicionou o anexo 16 (*Environmental Protection - Aircraft Noise*) à Convenção Internacional da Aviação Civil, de 1944, estabelecendo o primeiro conjunto de normas e diretrizes para a certificação de motores de aeronaves. Desde então, todos os motores devem passar por um processo de certificação em relação ao parâmetro ruído, em conjunto com as aeronaves, antes de entrar em operação.

Conforme os procedimentos de certificação da ICAO as aeronaves, em relação à emissão de ruído, são classificadas da seguinte forma:

- Aeronaves não certificadas (NC): são as fabricadas nas décadas de 1950 e 1960, equipadas com motores de primeira geração. São aeronaves extremamente ruidosas e que não recebem nenhuma certificação. No Brasil, as aeronaves NC estão proibidas de operar nos aeroportos brasileiros desde o ano 2000, por meio da Portaria N° 13/GM5, de 1994. São exemplos de aeronaves NC: *Carvelle*, DC-08 e Boeing 707.
- Capítulo 2: são as fabricadas até o final da década de 1970 os quais foram equipados com motores da segunda geração. São aeronaves menos ruidosas em comparação com as NC, porém ainda muito ruidosas. De acordo com a Portaria N°

13/GM5 de 1994, tornaram-se proibidas no Brasil desde o ano de 2010. São exemplos de aeronaves capítulo 2: DC-9 e Boeing 727 – 100/200.

- Capítulo 3: equipadas com a terceira geração de motores a jato são as aeronaves fabricadas a partir da década de 1980 até a primeira metade da década dos anos 2000. São menos ruidosas que as do capítulo 2. Exemplos: A-319, Boeing 737-700/800.
- Capítulo 4: são as aeronaves menos ruidosas da atualidade, equipadas com os motores da quarta geração, cujo modelo esquemático está demonstrado na figura 2.8, e tiveram a produção iniciada em 2006. Apresentam os mais baixos níveis de ruído nos testes de certificação. Exemplos: EMB-190 e A-330.

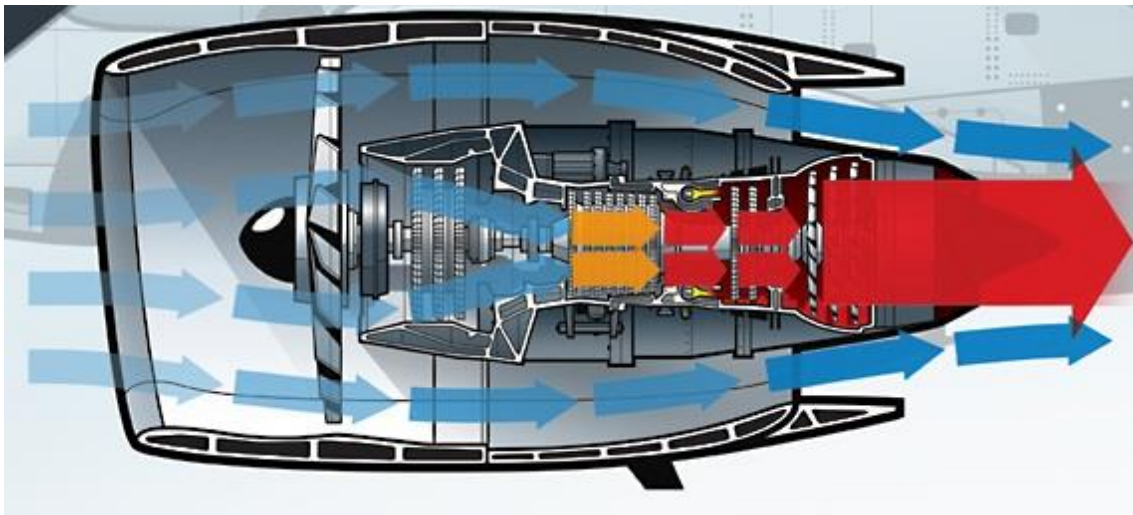


FIGURA 2.8– Modelo esquemático de motor tipo *turbofan*, capítulo IV – ICAO. Fonte: Mundo da Ciência (2013) – Com adaptações.

Mesmo com o avanço tecnológico, o incômodo causado pelo ruído aeronáutico é uma das principais externalidades negativas à população residente nas proximidades dos aeroportos, que, em casos extremos, pode acarretar problemas de saúde relacionados a distúrbios de sono, estresse e cardíacos (ELMENHORST *et al*, 2012; CLARK *et al*, 2013; MOTAZAMI, *et al*, 2012; NGUYEN *et al*, 2011; SCHRECKENBERG, *et al*, 2010; BABISCH *et al*, 2009).

Conforme expõe Heleno e Slama (2009), a utilização da métrica DNL nos estudos e zoneamentos de ruído aeronáutico aplicado aos aeroportos ocorre em virtude dos trabalhos de Schultz, publicados em 1978. Schultz avaliou o ruído por meio da métrica DNL

relacionando a porcentagem de pessoas expostas aos ruídos produzidos pelos meios de transporte nos Estados Unidos, incluindo o aeroviário. Nesses estudos Schultz informa que a partir de 65 dB(A) 20% da população já se mostra altamente incomodada, porcentagem a qual tinha sido adotada como um dos critérios de avaliação. Por isso, atualmente nos planos de zoneamento de ruído de aeroportos, a curva de ruído de menor nível de pressão sonora é a de 65 dB(A).

2.5 Planos de Zoneamento de Ruído de Aeroportos: Portaria 1141/GM5 x RBAC 161

Conforme define o RBAC N° 161, o PZR de um aeroporto é um documento que objetiva representar geograficamente a área de impacto do ruído aeronáutico decorrente das operações nos aeródromos e, aliado ao ordenamento adequado das atividades situadas nessas áreas, ser o instrumento que possibilita preservar o desenvolvimento dos aeródromos em harmonia com as comunidades localizadas em seu entorno.

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 SATTLER, 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/GM5⁶. 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, conforme exposto na figura 2.9, que representa o PEZR do SBEG atualmente em vigor, o qual foi um dos aprovados pela Portaria 629/GM5.

⁶ A Portaria 1141/GM5 dispõe sobre várias zonas de proteção de um aeródromo além do PZR, como as zonas livres de obstáculos. Porém, em virtude dos objetivos estabelecidos nesse trabalho, foi abordado somente o PZR.

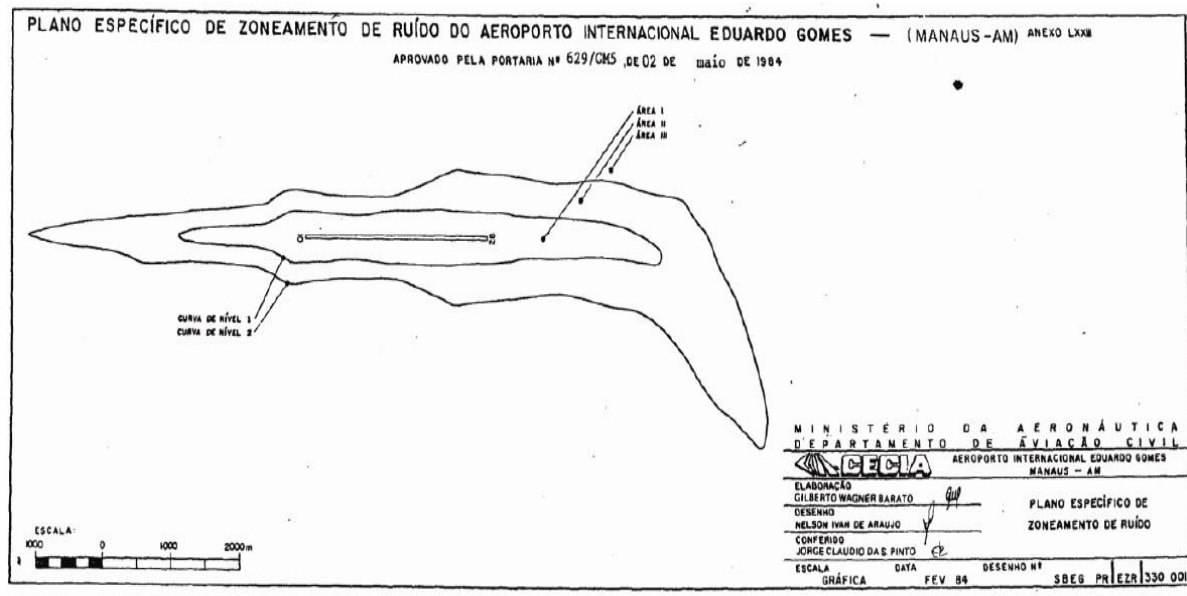


FIGURA 2.9 – PEZR do SBEG (Manaus-AM). Fonte: Portaria 629/GM5 de 1984.

Cada uma das áreas delimitadas no PEZR possuíam restrições quanto ao uso e ocupação do solo por elas abrangidas, proporcionais ao ruído sonoro, conforme exposto na tabela 2.1.

TABELA 2.1 – Definição das áreas componentes de um PEZR e suas respectivas restrições, conforme Portaria 1141/GM5 de 1987.

ÁREAS	DEFINIÇÃO	RESTRICÇÕES
ÁREA I	Área do Plano de Zoneamento de Ruído, interior à curva de nível de ruído 1 [até 75 dB(A)], onde o nível de incômodo sonoro é potencialmente nocivo aos circundantes, podendo ocasionar problemas fisiológicos por causa das exposições prolongadas.	São permitidas as atividades/instalações de: I- Produção e extração de recursos naturais; II- Serviços Públicos ou de Utilidade Pública; III- Comercial; V- Transporte.
ÁREA II	Área do Plano de Zoneamento de Ruído, compreendida entre as curvas de nível de ruído 1 e 2 [de 75 à 65 dB(A)], onde são registrados níveis de incômodo sonoro moderados.	Não são permitidas as atividades/instalações de: I- Residencial II- Saúde III- Educacional IV- Serviços Públicos ou de Utilização Pública V- Cultural
ÁREA III	Área exterior à curva de ruído de nível 2, onde normalmente não são registrados níveis de incômodo sonoro significativos.	Sem restrições.

Na portaria 1141/GM5, o PEZR era aplicado aos aeroportos com movimento operacional igual ou superior a seis mil aeronaves anuais, ou que o número de operações no período noturno fosse superior a dois mil movimentos ano. No entanto, essa portaria não indicava a metodologia aplicada na elaboração dos PEZR.

Outro item que merece atenção na Portaria 1141/GM5 é o das atribuições, conforme exposto na tabela 2.2.

TABELA 2.2 – Atribuições aos órgãos envolvidos no PEZR dos aeroportos, conforme a Portaria 1141/ GM5 de 1987.

ÓRGÃO	ATRIBUIÇÕES RELACIONADAS AO RUÍDO AERONÁUTICO
DAC	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar os PEZR, sempre que possível com a colaboração das Prefeituras Municipais, e assessorá-las na incorporação deles à sua legislação; • Encaminhar cópias dos PEZR, após sua aprovação, ao Comando Aéreo Regional – COMAR respectivo, à Diretoria de Engenharia da Aeronáutica – DIRENG, ao Serviço Regional de Engenharia – SERENG respectivo, às Prefeituras dos Municípios abrangidos pelo Plano, à administração do aeródromo e a outras entidades federais, estaduais ou municipais diretamente envolvidas;
COMAR	<ul style="list-style-type: none"> • Fiscalizar, em conjunto com as entidades municipais, estaduais e federais competentes, as implantações e o desenvolvimento de atividades urbanas quanto à sua adequação aos Planos de que trata esta Portaria.

Em 2011, por meio da portaria Nº 256/CG5 do Comando da Aeronáutica, a portaria 1141/GM5 foi revogada. Naquele mesmo ano a ANAC publicou o RBAC Nº 161, o qual estabelece que novos PEZR devem ser elaborados para aeroportos que possuam média anual de movimento operacional superior a 7 mil pousos nos últimos três anos da elaboração do novo plano. Além disso, ao invés de duas, o RBAC Nº 161 determina que o PEZR deva ter 5 curvas de ruído: 85, 80, 75, 70, 65 dB(A), com restrições de uso e ocupação de solo nas áreas delimitadas por cada uma, conforme exposto no anexo A1.

Outro diferencial do RBAC Nº 161 em relação à portaria 1141/GM5 é a alteração na matriz de responsabilidades em relação aos PEZR, conforme exposto na tabela 2.3. Além disso, também define a metodologia básica e demais critérios técnicos tanto para a elaboração do PBZR quanto para o PERZ, e define a métrica DNL como padrão para a

elaboração das novas curvas de ruído dos novos PEZR, o que demonstra a inspiração no trabalho de Schultz (1978).

TABELA 2.3 – Atribuições aos órgãos envolvidos no PEZR dos aeroportos, conforme o RBAC Nº 161.

ÓRGÃO	ATRIBUIÇÕES
Operadores Aeroportuários	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar os novos PZR para seus respectivos aeroportos observando a metodologia estabelecida na RBAC Nº 161; • Divulgar aos municípios e demais órgão interessados o PZR aprovado; • Buscar ações de compatibilização do uso do solo com municípios abrangidos pelas curvas de ruído, bem como com a comunidade de entorno, notificando a ANAC sempre que identificar usos incompatíveis com os PZR aprovados; • Garantir o cumprimento do estabelecido no PZR por parte de todos os agentes envolvidos em suas operações no interior do sítio aeroportuário; • Manter o PZR atualizado; • Instituir uma comissão de gerenciamento de ruído aeronáutico; • Dependendo das características operacionais do aeroporto e do PZR aprovado, apresentar à ANAC projeto de monitoramento de ruído.
ANAC	<ul style="list-style-type: none"> • Validação das curvas de ruído; • Aprovar e manter cadastro dos PZR dos aeródromos; • Impor restrições operacionais ao aeroporto; • Fiscalização da efetivação do PZR.

Por força da legislação em vigor desde 2011, os aeroportos brasileiros devem se adequar as novas atribuições definidas no RBAC Nº 161. Portanto, sendo necessária a elaboração de novos PZR e a busca da implementação junto às prefeituras, as quais são as responsáveis pela gestão do uso e da ocupação do solo nos municípios. Para tanto é imprescindível que os municípios realizem a incorporação dos PZR em seus planos diretores ou legislação de uso e ocupação do solo.

Como exemplo, citamos o município de Fortaleza, no Estado do Ceará, cuja Lei Municipal Nº 7987/1996, que dispõe sobre o uso e a ocupação do solo, que adota integralmente as duas curvas de ruído do PEZR do Aeroporto Internacional de Fortaleza, Pinto Martins. Este PEZR foi publicado na Portaria Nº 629/GM-5/1984 e regulamentado pela Portaria Nº

1141/GM-5/1987, assim como o PEZR atual do SBEG. Além disso, no município de Fortaleza, o legislador explicitou que o uso e a ocupação do solo nas “áreas especiais aeroportuárias” devem considerar as restrições do PEZR do Aeroporto.

No caso do Aeroporto de São Paulo, Congonhas, o legislador especificou a área de Intervenção Urbana – Aeroporto de Congonhas, na Lei Municipal Nº 13.885/2004, que disciplina o uso e a ocupação do solo no município de São Paulo. Essa área de intervenção contempla toda a área abrangida pelo PEZR e pelo Plano de Zonas de Proteção do Aeroporto de Congonhas, e especifica as restrições nessas áreas.

Apesar de toda regulamentação envolvendo ambos os aeroportos, durante a ocupação do solo em seu entorno, parece não ter sido observada à legislação aeronáutica da época. Atualmente, mesmo com a adoção da legislação aeronáutica e o PRZ dos aeroportos na legislação municipal, após a consolidação da ocupação do entorno dos aeroportos, ambos os aeroportos tem conflitos com a população devido ao ruído das aeronaves. Como exposto por MPF (2012) e Heffer (2011), Dantas (2010), há relato de transtornos gerados pelo ruído aeronáutico, acarretando em ações do Ministério Público Federal, no caso de Fortaleza, e restrições no horário de funcionamento do aeroporto, no caso de Congonhas, em São Paulo.

2.6 O Aeroporto Internacional de Manaus - Eduardo Gomes

Situado a quatorze quilômetros do centro de Manaus, no bairro Tarumã, o Aeroporto Internacional de Manaus, Eduardo Gomes - SBEG - foi inaugurado em 1976 com o objetivo de ser uma ferramenta de integração nacional e também viabilizador do desenvolvimento da Zona Franca de Manaus. Naquele mesmo ano, por meio da Portaria Nº 199/GM5, o SBEG foi transferido à Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária – INFRAERO, a qual desde então é a operadora do aeroporto.

Quando da inauguração, o SBEG possuía dois terminais de passageiros: um para atendimento de voos nacionais e internacionais, com capacidade para 2,8 milhões de passageiros/ano, outro para o atendimento de voos regionais; além de um terminal de cargas, para as demandas do distrito industrial da zona franca de Manaus.

O SBEG está em pleno crescimento operacional. De acordo com a INFRAERO, como demonstrado na tabela 2.4, no ano de 2008 passaram pelos dois terminais de passageiros

mais de dois milhões de pessoas e houve mais de 44 mil procedimentos de pouso e decolagem, conforme demonstrados na tabela 2.5. Nos dados consolidados de 2012, esses números subiram para mais de 3 milhões de passageiros e mais de 57 mil pousos e decolagens. Em 2014 está prevista a conclusão das obras de reforma e ampliação do terminal de passageiros 01, cuja capacidade será ampliada para cinco milhões de passageiros por ano.

TABELA 2.4 – Movimento anual de passageiros (Embarcados + Desembarcados) entre os anos 2008 e 2012 no SBEG. Fonte: Infraero.

Ano	Regular		Não Regular			Total
	Doméstico	Internacional	Doméstico	Internacional	Executivo	
2008	1.756.942	120.311	134.978	3.823	5.614	2.021.668
2009	2.022.597	143.762	123.062	6.567	4.034	2.300.022
2010	2.390.830	149.116	131.673	9.234	7.770	2.688.623
2011	2.692.502	153.806	149.599	6.286	17.233	3.019.426
2012	2.788.126	183.704	130.692	14.074	14.074	3.131.150

TABELA 2.5 – Demonstrativo do movimento de aeronaves entre os anos de 2008 e 2012 no SBEG. Fonte: Infraero.

Ano	Regular		Não Regular			Total
	Doméstico	Internacional	Doméstico	Internacional	Executivo	
2008	21.969	3.336	13.143	1.620	4.755	44.823
2009	24.550	3.170	11.010	1.573	5.549	45.852
2010	26.972	1.685	13.287	2.691	7.870	52.505
2011	26.972	1.722	12.699	2.189	8.153	56.298
2012	32.044	2.277	11.464	2.181	9.609	57.575

Em 1980 foi inaugurado o segundo terminal de cargas no SBEG, e em 2004, o terminal de cargas número três, o que constitui atualmente no maior complexo de logística de carga dos aeroportos da rede Infraero, processando uma média de 150.683,4 toneladas de cargas anualmente, conforme a distribuição dos números demonstrados na tabela 2.6, tendo como maior cliente o distrito industrial de Manaus.

TABELA 2.6- Demosntrativo do movimento anual de carga entre os anos de 2008 e 2012 no SBEG. Fonte: Infraero.

Ano	Regular		Não Regular		Total
	Doméstico	Internacional	Doméstico	Internacional	
2008	54.179	8.407	49.002	30.030	141.618
2009	69.032	14.470	31.875	27.245	142.623
2010	70.469	10.973	29.153	46.562	157.157
2011	98.747	14.824	11.669	41.371	166.610
2012	84.373	10.914	12.129	37.993	145.409

O SBEG possui uma pista de pouso com 2700 metros de comprimento, por 45 metros de largura. O pátio de aeronaves possui 22 posições⁷, conforme exposto na tabela 2.7.

TABELA 2.7 – Distribuição das posições para aeronaves no pátio do SBEG. Fonte: Infraero.

TERMINAIS	NÚMERO DE POSIÇÕES	TOTAL
Terminal de Passageiros I	09	22
Complexo de Terminais de Carga	04	
Terminal de Passageiros II	05	
Pátio de Estadia	07	

2.7 O Aeroporto Internacional Eduardo Gomes e as ocupações irregulares no seu entorno

Visando desenvolver a economia da Amazônia Ocidental e a melhor integração produtiva e social dessa região ao restante do país, garantindo a soberania nacional sobre suas fronteiras, foi regulamentada em 1967, por meio do Decreto-Lei nº 288, a zona franca de Manaus. Assim, conforme exposto por Nazareth *et al* (2011), a cidade de Manaus passou a ser a grande propulsora da economia do Estado do Amazonas, e com um acentuado crescimento populacional, passando de cerca 170 mil habitantes em 1960 para 1,8 milhões em 2010. Como consequência, Manaus teve o processo de crescimento urbano, de forma desordenada, agravado (SÁ e FILHO, 2012; MARQUES e PINHEIRO, 2011; ARAÚJO, 2008).

⁷ Em um pátio de aeronaves, o termo posição refere-se “vaga para estacionamento” de aeronave.

A ausência ou insuficiência de políticas públicas voltadas para o planejamento urbano e habitacional por parte da administração municipal fez se proliferarem pela cidade as ocupações irregulares, denominadas de invasões, que, conforme exposto por Marques & Pinheiro (2011), além do desmatamento, traz uma série de impactos negativos ao meio ambiente e à população, tais como surgimento de processos erosivos que colocam em risco as habitações irregulares, contaminação e assoreamento de igarapés, elevações das sensações térmicas e urbanização deficitária (VIEIRA *et al*, 2012; MOURA *et al*, 2011; NASCIMENTO e SILVA, 2010).

Quando da construção do SBEG, na década de 1970, o local escolhido era predominantemente florestal, como demonstrado na figura 2.10B. Não existiam os bairros que hoje compõem a zona norte de Manaus, que surgiram a partir do final da década de 1970, como o bairro Cidade Nova. Durante a década de 1980, Manaus viu surgir algumas invasões, dentre elas: Santa Etelvina e Terra Nova; e na década de 1990: Novo Israel e Colônia Santo Antônio.

Hoje esses bairros formam uma consolidada área urbana, conforme visualizada na figura 2.10C. Com relação à zona oeste, onde está situado o SBEG, é a que possui a maior área dentre as zonas administrativas da cidade, sendo composta pelos bairros Ponta Negra, Tarumã e Tarumã-açú. Esses, ainda mantêm grandes áreas não urbanizadas com presença florestal (Figura 2.10D). Porém, conforme Nogueira *et al* (2007), os três estão destinados a loteamentos habitacionais de alto custo financeiro, mas também possuem áreas com ocupações irregulares. A localização referencial do SBEG na cidade de Manaus é demonstrada na figura 2.10A.

As aeronaves que decolam do SBEG, devido ao sentido de sua PPD, propagam ruído sobre a zona Norte de Manaus (Figura 2.10E). Segundo Nogueira *et al* (2007), esta é a área para onde está se concentrando o crescimento do espaço urbano do município, devido às demais estarem consolidadas no que diz respeito aos espaços urbanos em todas as suas extensões.



B - Ano de 1971, desmatamento para início das obras do SBEG em área florestal.
Fonte: acervo Infraero.

C - SBEG em 2011, com os bairros da zona norte ao fundo.
Fonte: acervo Infraero.



A - SBEG em relação às zonas administrativas de Manaus



D - Zona Oeste em 2011. Bairro Ponta Negra.
Fonte: Acervo Infraero.



E - Zona Norte em 2011. Bairros C. Nova e Col. St Antonio.
Fonte: Acervo Infraero.

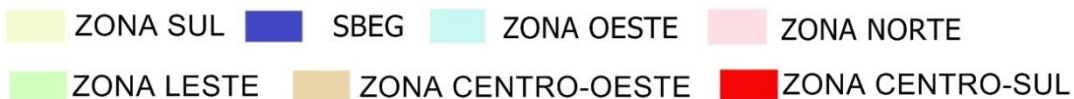


FIGURA 2.10 – Posição do SBEG em relação às zonas norte e oeste de Manaus (A) e indicação de como era área (B) e como hoje está (C) e alguns bairros do entorno (D e E).

Nos bairros da zona norte atualmente não há um parcelamento predominante do uso do solo, sendo isso resultado do próprio modelo de consolidação dos mesmos. Por isso há uma variedade de empreendimentos comerciais em meio a residências, conforme exposto na

tabela 2.8, cujos dados foram obtidos em relatórios operacionais da INFRAERO (2011), de inspeções em alguns bairros do entorno do SBEG.

TABELA 2.8 – Tipos de uso e ocupação do solo nos bairros Cidade Nova e Colônia Santo Antônio, situados nas áreas de influência do SBEG. Fonte: Infraero 2011.

Bairros	Usos do solo identificados
Cidade Nova	Residencial, Educacional, Casas Noturnas, Bares, Postos de Combustível, Transportadoras, Armazéns atacadistas; oficinas automotivas; Oficinas de veículos pesados (caminhões e tratores), templos religiosos.
Col. St. Antônio.	Residencial, Comércio Varejista, Metalúrgicas; Educacional; Postos de Combustível; Oficinas automotivas, Casas Noturnas, templos religiosos; Logística de carga; Transportadoras; Indústria eletrônica

3 – DELINEAMENTO METODOLÓGICO

3.1 *Integrated Noise Model - INM*

O INM é um software desenvolvido pela *Federal Aviation Administration – FAA*, amplamente utilizado pela comunidade da aviação civil internacional e acadêmica para avaliar os impactos do ruído aeronáutico nas imediações dos aeroportos, conforme observado por Gonçalves (2013), Pereira (2013), Dinato (2011), Jandl (2011), Bentes (2011), Heleno (2010), Kryter (2009), que também adotaram o INM em seus estudos.

Esse *software* permite a análise do ruído aeronáutico para várias situações em um aeroporto, dentre elas: a simulação do ruído resultante de uma nova PPD a ser construída, ou a ampliação de uma já existente; mudanças no *mix* de aeronaves que operam no aeroporto; avaliação de novas rotas ou procedimentos de pousos e decolagens.

Conforme FAA (2008), o desenvolvimento do INM tem como base os seguintes documentos para definição de seu modelo matemático:

- SAE-AIR-1845 – Procedimento para cálculo de ruído aeronáutico nas proximidades de aeroportos;
- SAE-AIR-5662 - Método de previsão de atenuação lateral do ruído aeronáutico;
- SAE-ARP-866A - Valores padrão de absorção atmosférica como função da temperatura e umidade;

- ICAO Circular 205 - Método Recomendado para elaboração computacional de curvas de ruído aplicada a aeroportos.

O INM não é indicado para avaliações de ruído aeronáutico produzido por um único evento, pois foi desenvolvido para avaliações de efeitos em longo prazo, por meio de cálculos a partir de dados de entrada de amostragem anual. Por isso, pode haver variações entre os níveis de pressão sonora estimados pelo INM e medições realizadas em campo.

Esse *software* possui dois bancos de dados: um banco de dados com os perfis de mais de duzentas aeronaves civis e militares, incluindo informações detalhadas sobre os NPS produzidos por cada uma; e outro com algoritmos de dados espectrais de ruído e absorção sonora atmosférica em função da temperatura e umidade. Os dois atuam em conjunto para elaboração das curvas de ruído e estimativa dos NPS na área abrangida pelo estudo.

Para tanto, é necessário inserir dados do movimento operacional, do perfil do aeroporto em análise e das curvas de ruído a serem geradas, tais como:

- Movimento Operacional: modelos de aeronaves que operam no aeroporto, quantidade de pousos e decolagem diurnos e noturnos de cada modelo de aeronave no espaço de tempo adotado e trajetórias de pouso e decolagem de cada voo.
- Perfil do Aeroporto: Comprimento da PPD e as coordenadas geográficas de cada cabeceira, altitude do aeroporto, temperatura de referência, trajetórias de pousos e decolagens, coordenadas geográfica do aeroporto.
- Curvas de ruído: Definição dos níveis de pressão sonora a serem representados como curvas de ruído, assim como a métrica de ruído a ser utilizada.

Ao término da inserção dos dados necessários, o INM os processa e gera como resultado final os valores dos níveis de pressão sonora em cada ponto da área em análise; e também a representação gráfica das curvas de ruído, que reúne todos os pontos que possuem o mesmo nível de pressão sonora, as quais podem ser encorpadas a mapas para a avaliação da compatibilidade do uso do solo à luz da legislação aplicada. As curvas de ruído são a base dos PZR dos aeroportos.

A representação do fluxograma de entrada e processamento de dados e saída de informações é demonstrada na figura 3.1.

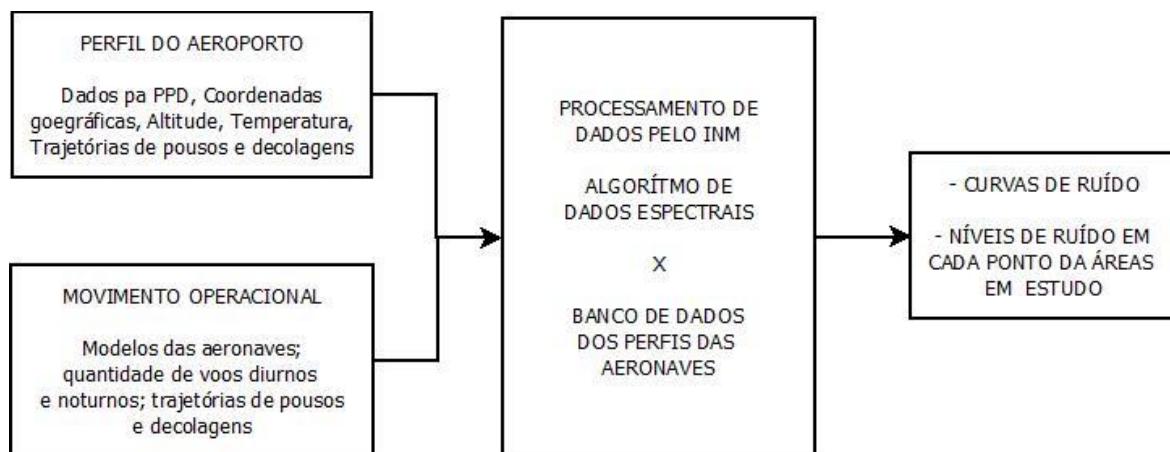


FIGURA 3.1– Fluxograma entrada, processamento e saída de dados no INM.

3.2 Coleta e Tratamento de Dados Operacionais e Informações Referenciais do Aeroporto

Para subsidiar a elaboração das curvas de ruído por meio do INM foram utilizadas as seguintes informações:

- Do SBEG: coordenadas geográficas de referência, coordenadas geográficas das cabeceiras da PPD, comprimento e largura da PPD, temperatura, pressão atmosférica e velocidade do vento de referência. As informações mencionadas foram disponibilizadas pela INFRAERO e pela Carta Aeronáutica ADC-SBEG de 31/05/2012.
- Do movimento operacional no SBEG: Registros dos pousos e decolagens realizados por aeronaves a jato que operaram no SBEG no período de 01/10/2011 a 01/10/2012, dados fornecidos pela INFRAERO. As trajetórias utilizadas nos pousos e decolagens de cada voo.

As trajetórias foram obtidas nas Cartas Aeronáuticas SID – SBEG (carta de saída normalizada – voo por instrumento) – SBEG de 17/11/2011. As cartas aeronáuticas são produzidas pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo - DECEA.

Os registros dos pousos e decolagens no período supracitado foram tratados em planilha eletrônica, por meio de filtração dos modelos das aeronaves equipadas com motores *turbofan*, agrupando os voos por modelo de aeronave e quantificando o número de operações diurno e noturno (Apêndice AP 01), conforme diretrizes metodológicas do RBAC Nº 161.

Após a inserção dos dados no INM, foi definida a métrica DNL para gerar as curvas de ruído de 85, 80, 75, 70 e 65 dB(A) conforme determina o RBAC N° 161.

3.3 Manuseio do INM

Este subitem tem a finalidade de apresentar os procedimentos básicos no manuseio do software INM, versão 7.0d, tendo como base o *Technical Manual* (FAA,2008).

Após a obtenção e a organização de todos os dados necessários, o que neste trabalho são os apêndices AP 01 e 02 e também os anexos A 01, A 02, A 03 e A 04, cria-se um “estudo” no menu *file*, especificando o diretório que conterá todos os arquivos referentes ao estudo e o sistema métrico a ser utilizado, como demonstrado nas figuras 3.2 A e B.

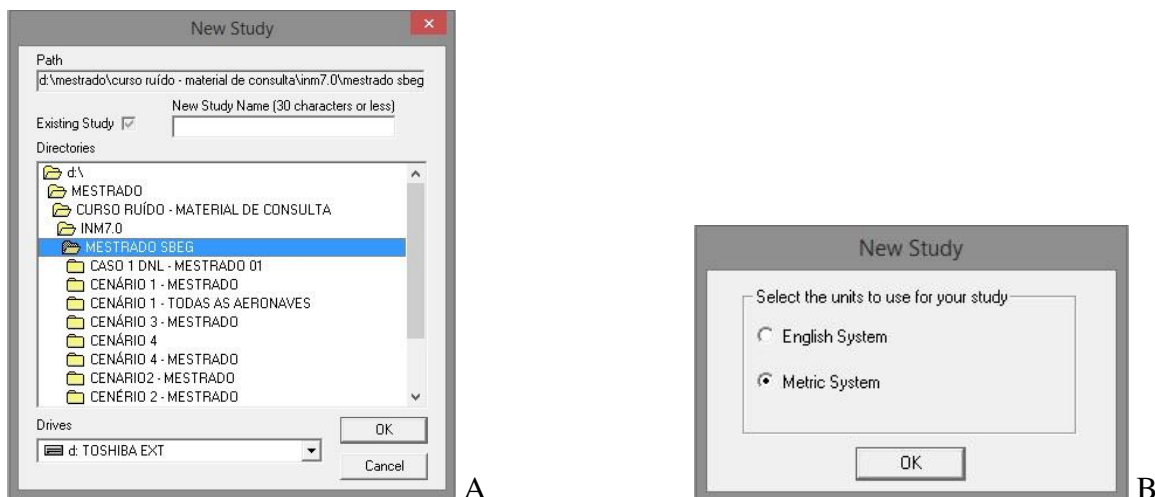


FIGURA 3.2 A, B - Telas INM: Criação de um "estudo" e escolha da sistema métrico.

Após a escolha do sistema métrico a ser utilizado pelo INM, surge automaticamente a tela *Study Setup*, onde devem ser informados os dados de latitude e longitude do aeroporto, altitude e descrição do estudo em questão. Para as localidades no Hemisfério Sul à oeste do Meridiano Central do Planeta, os valores de latitude e longitude inseridos no INM devem ser precedidos de sinal negativo, como demonstrado na figura 3.3.



FIGURA 3.3 - Telas INM: inserção de informações de referência do Aeroporto.

O passo seguinte é a criação de um “caso” que permite considerar várias possibilidades para o aeroporto em estudo. Para este trabalho foi criado um “caso” que analisará todas as operacionais de pousos e decolagens no SBEG em um período de um ano, conforme demonstrado na figura 3.4.

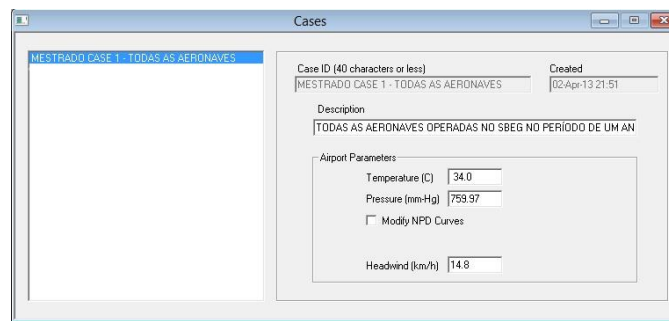


FIGURA 3.4 - Telas INM: criação do "caso" para análise das operações no SBEG.

Em seguida cria-se um “cenário” de estudo para o aeroporto. O cenário permite considerar diferentes possibilidades para o “caso” em estudo. Para aplicação nesse trabalho foi criado 01 cenário, como demonstrado na figura 3.5.

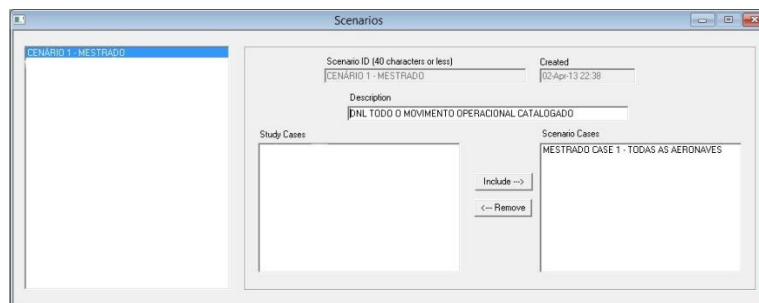


FIGURA 3.5 - Telas INM: especificação do cenário utilizado no caso em estudo.

Com a definição do cenário completada, o passo seguinte é a adição das aeronaves equipadas com motores *turbofan* que operam no SBEG. O INM possui um banco de dados

com todas as aeronaves em operação atualmente na aviação civil mundial. Desse banco de dados seleciona-se as que estão contidas no apêndice AP 02, cujo procedimento está representado na figura 3.6.

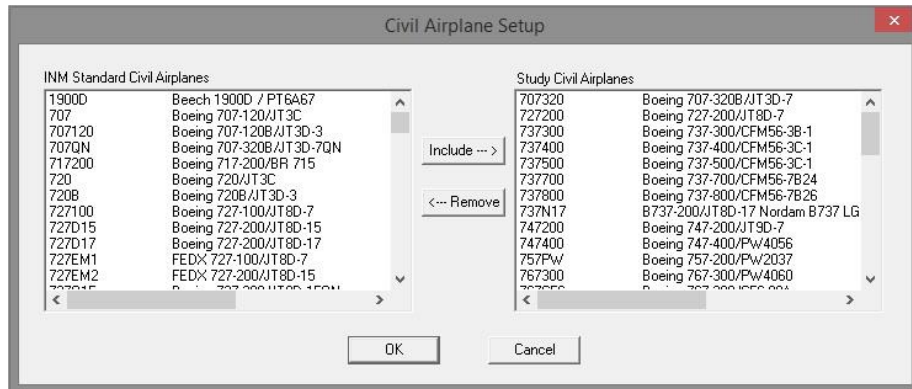


FIGURA 3.6 - Tela INM: seleção das aeronaves contidas no apêndice AP 02 a partir do banco de dados do software.

Com as aeronaves inseridas no cenário, cria-se PPD do aeroporto identificando primeiramente as cabeceiras e a largura da pista, como exposto na figura 3.7, e em seguida, insere-se as coordenadas geográficas de cada cabeceira, como indicado na figura 3.8.

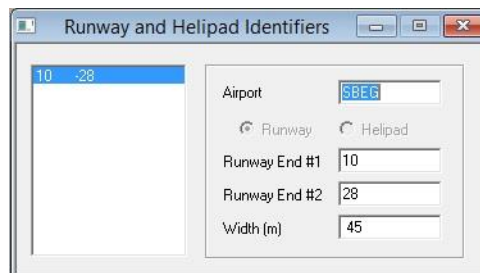


FIGURA 3.7 - Tela INM: criação da PPD do aeroporto.

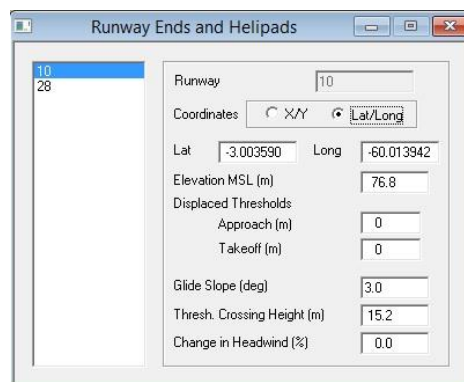


FIGURA 3.8 - Tela INM: inserção de coordenada geográfica das cabeceiras da PPD do aeroporto.

A próxima ação é a identificação das trajetórias de pousos e decolagens do aeroporto, contidas no anexo A 04. Cada trajetória é inserida a porcentagem de utilização dentro do universo operacional de pousos e decolagens considerado, como demonstrado no campo *Percent Operations*, da figura 3.9, sendo as trajetórias de pouso denominadas de DEP e as de pouso de APP.

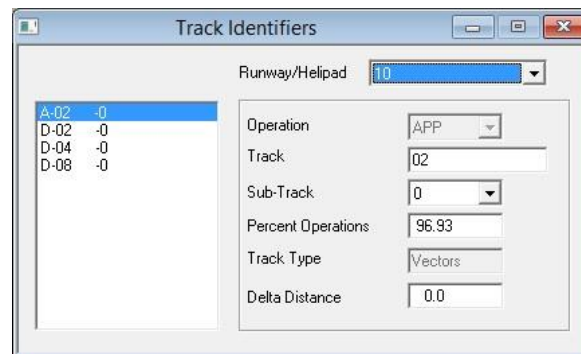


FIGURA 3.9 - Tela INM: identificação das trajetórias de pousos e decolagens, com inserção da porcentagem de utilização de cada trajetória.

O passo seguinte é a inserção dos seguimentos que compõem cada trajetória de pouso e decolagem, os quais foram inseridos na ação anterior. Os seguimentos são compostos de retas e curvas tendo sido organizados no apêndice AP 01, para viabilizar a inserção no INM, como representado na figura 3.10.

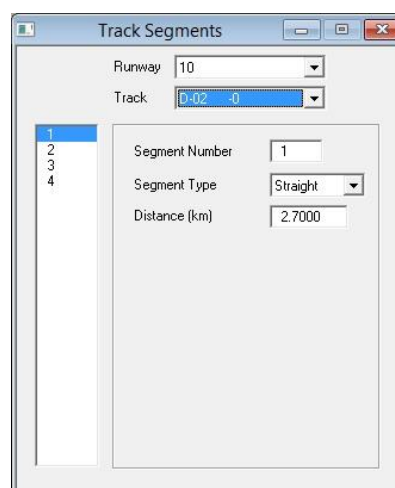


FIGURA 3.10 - Tela INM: inserção dos seguimentos que compõem cada trajetória de pouso e decolagem.

Estando configurado o aeroporto e as trajetórias de pousos e decolagens o procedimento seguinte é a definição de quais trajetórias foram utilizadas por cada modelo de aeronave

existente no universo considerado no estudo, indicando ainda a porcentagem de utilização de cada trajetória no período do dia e no período da noite, como demonstrado na figura 3.11. Como o RBAC N° 161 determina que a métrica a ser utilizada é a DNL, considera-se o período dia o horário entre as 07 horas da manhã às 22 horas da noite, e o período noite das 22 às 07 horas. Dentro do universo amostral, os voos estão distribuído nas 24 horas de cada dia, sendo que as porcentagens de ocorrência de cada aeronave em cada período constam no anexo AP 02.

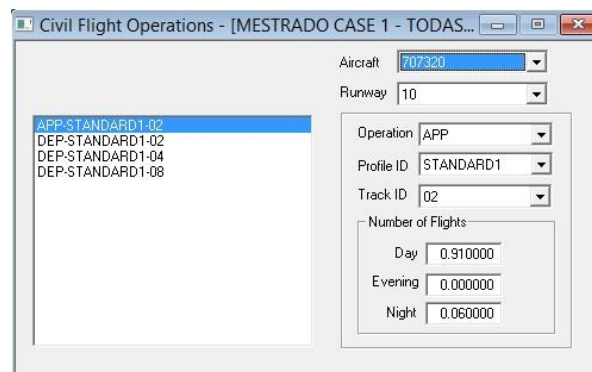


FIGURA 3.11 - Tela INM: inserção das porcentagem de utilização das rotas por cada aeronave no período dia e noite.

O procedimento seguinte é a definição da métrica a ser utilizada e as curvas a serem geradas pelo INM, o que é representado na figura 3.12. Conforme determinações do RBAC N° 161, os novos PEZR devem possuir as curvas de 85, 80, 75, 70, 65 com a métrica DNL. No software, a definição das curvas é inserida no campo *Contour Levels*, sendo a mínima 65 a máxima 85 sendo apresentadas 5 curvas entre esse mínimo e máximo, inclusive. No campo *Metric* seleciona-se a métrica DNL, cuja fórmula de cálculo já faz parte lógica do software, o qual processa porcentagens dos eventos dia e noite do universo amostral para indicar os NPS em cada ponto da área em estudo.

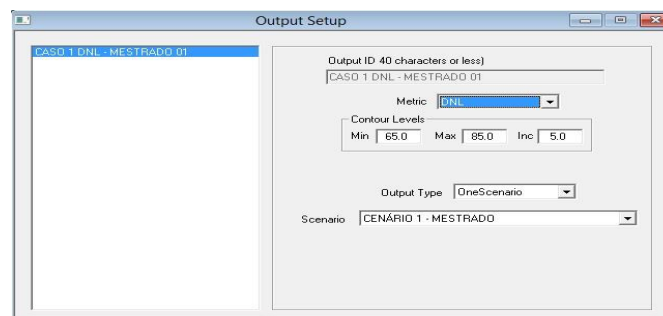


FIGURA 3.12 - Tela INM: definição da métrica a ser utilizada e curvas a serem geradas.

Após o procedimento anterior, o INM está apto para gerar as curvas de ruído, o que ocorre confirmando o cenário na tela *Run Start* (figura 3.13 A), momento em que o software realiza todo o processamento dos dados nele inseridas, indicando ao usuário as porcentagens que indicam o avanço do processo na tela *Run Status* (figura 3.13 B), tendo como resultado as curvas de ruído que serão apresentadas e discutidas no capítulo seguinte.

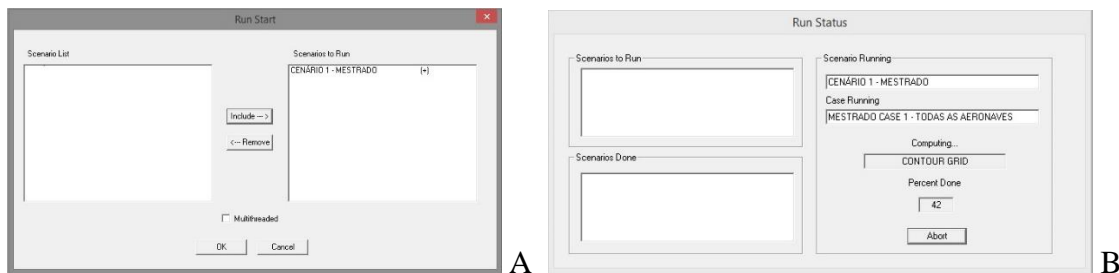


FIGURA 3.13 - Tela INM: processamento dos dados inseridos no software para geração das curvas de ruído.

3.4 Tratamento e análise das curvas de ruído propostas e as do atual PEZR, e Estimativa da população Abrangida

As curvas de ruído geradas no INM, como proposta para comporem o novo PEZR do SBEG, foram exportadas como *layer* para o software *Autocad*, versão 2014, onde foram projetadas sobre mapas temáticos georreferenciados, contendo bairros da cidade Manaus. As curvas de ruído do atual PEZR foram disponibilizadas em formato “*dwg*” pela INFRAERO, as quais também foram projetadas sobre mapas temáticos de Manaus.

Em consulta à unidade do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, no Amazonas, foram obtidos dados populacionais do município de Manaus catalogados no censo demográfico de 2010 (IBGE, 2010).

Foi realizado o cruzamento de dados entre a densidade populacional dos bairros abrangidos pelo zoneamento de ruído, e o tamanho das áreas de cada bairro que estão abrangidas por cada uma das curvas de ruído. Assim, estimou-se o quantitativo populacional exposto às diferentes intensidades de ruído aeronáutico tanto pelas curvas de ruído propostas nesse trabalho como pelas curvas do PEZR atual.

3.5 Identificação de escolas localizadas nas áreas abrangidas pelas curvas de ruído

Dentre os empreendimentos sensíveis ao ruído, limitou-se neste trabalho a investigação da existência de escolas públicas dentro das curvas de ruído aeronáutico. Assim, foram realizadas excursões de campo fazendo uma varredura tanto na área abrangida pelo PEZR em vigor, quanto pelas curvas propostas. Quando detectada uma escola, foram obtidas as coordenadas geográficas do local, por meio de um aparelho de *global position system* – GPS, modelo Garmim 62sc. As coordenadas geográficas obtidas em campo foram inseridas na base de dados georreferenciada em *Autocad* utilizada na elaboração dos mapas temáticos de Manaus, os quais compõem este estudo.

As coordenadas geográficas das escolas também foram verificadas na base do INM, obtendo-se o NPS em DNL naquele ponto, assim como a área pela qual cada escola está sendo abrangida. Com esses dados, foram realizadas verificações na tabela E-1 do RBAC N° 161, quanto às observações referentes à existência de unidades educacionais nas áreas abrangidas por curvas de ruído aeronáutico.

Não foram verificados no INM os NPS nas curvas do atual PEZR, devido a inviabilidade técnica de inserção dessas curvas nesse *software*. No entanto, na base de dados em *Autocad* foi identificada em qual área do PEZR cada escola estava localizada, sendo verificadas as observações constantes na tabela E-1 do RBAC N° 161 quanto à localização.

3.6 Consulta à legislação municipal

Para verificar a existência de itens referentes ao ruído aeronáutico em relação ao uso e à ocupação do solo no município, foi realizada consulta à Lei Complementar N° 02/2014, a qual dispõe sobre o Plano Diretor Urbano e Ambiental de Manaus, e também à Lei Municipal N° 1.838/2014, que dispõe sobre as normas de uso e ocupação do solo em Manaus.

Foram feitas análises comparativas entre o conteúdo dos itens que remetiam ao ruído aeronáutico pelas curvas propostas nesse trabalho e às do atual PEZR. Assim como, foram feitas análises referentes à compatibilidade entre a “letra” da legislação municipal e à do RBAC N° 161, em relação às áreas de ruído aeronáutico e às atribuições dos órgãos envolvidos.

3.7 Síntese da metodologia utilizada

Na figura 3.14 é apresentado um fluxograma da metodologia utilizada para alcançar os objetivos definidos para este trabalho.

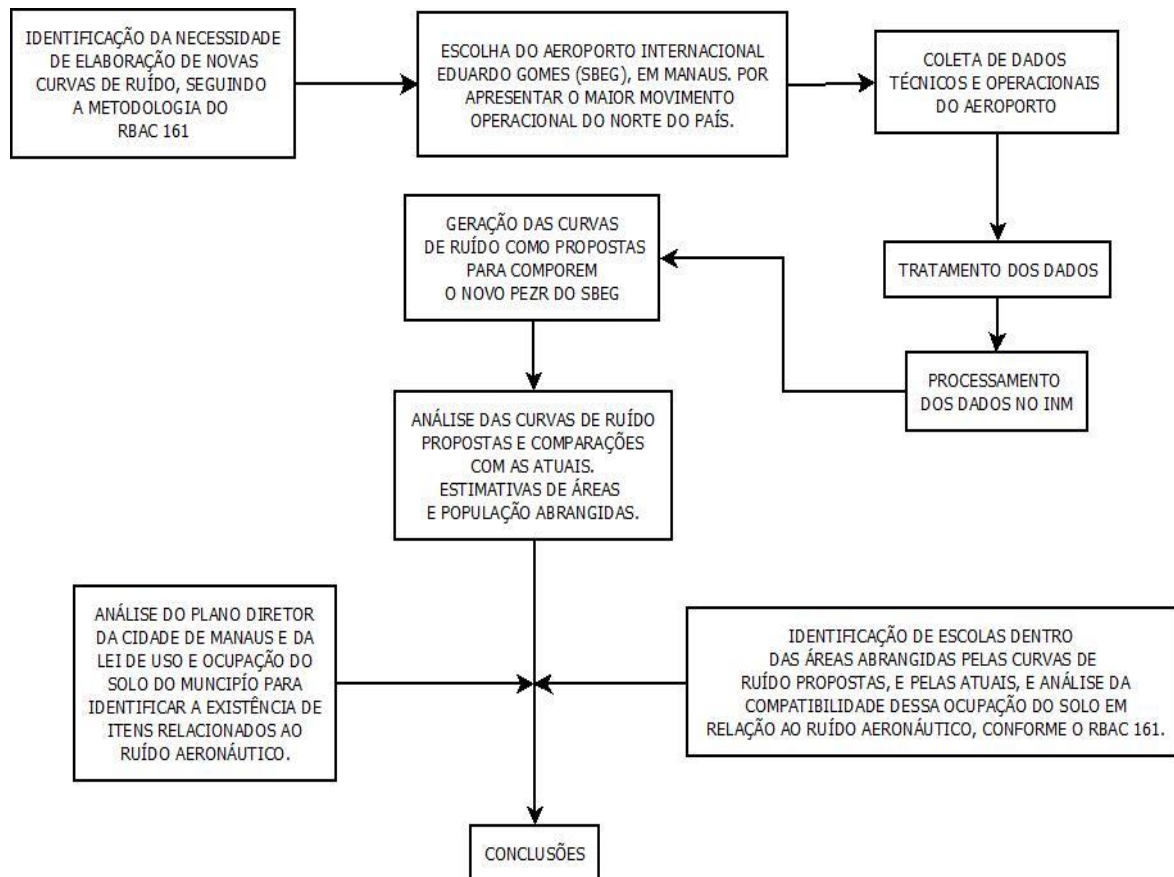


FIGURA 3.14 – Fluxograma das etapas do desenvolvimento da metodologia utilizada neste trabalho.

4 – RESULTADOS

4.1 Curvas de ruído atual: área abrangida e conformação

As curvas de ruído de 75 e 65 dB(A) do atual PEZR do SBEG, que delimitam as áreas I, II e III⁸ respectivamente, abrangem uma área total de 1.249,49 hectares sobre a cidade de Manaus. No entanto, desse total, 634,04 hectares é área patrimonial do aeroporto situado no bairro Tarumã, estando o restante dividido em mais quatro bairros, conforme demonstrado na tabela 4.1.

⁸ A partir da linha de 65 dB(A) em diante, constitui-se a área III, que, de acordo com a revogada Portaria 1141/GM5, não havia restrições para o uso e ocupação do solo em relação ao ruído aeronáutico.

TABELA 4.1 - Dimensionamento das áreas I e II, abrangidas de curvas do ruído de 75 e 65 dB(A) do PEZR atual do SBEG.

PERZ ATUAL	ABRANGÊNCIA POR BAIRRO (Hectare)					TOTAL
	BAIRROS					
	FLORES	PONTA NEGRA	CIDADE NOVA	COL SANTO ANTONIO	TARUMÃ (SBEG)	
ÁREA I	***	24,40	***	51,98	282,80	359,18
ÁREA II	204,33	142,42	15,52	176,80	351,24	890,31

A conformação das áreas I e II, que compõem o atual PEZR do SBEG, possui uma inclinação de 45° à direita no sentido 10-28 das cabeceiras da PPD. Como não houve acesso à metodologia utilizada na elaboração dessas curvas, é inviável expor com precisão os motivos pelos quais elas possuem essa conformação. Porém, analisando-as, deduz-se que foi considerada uma trajetória com essa conformação logo após a decolagem do aeroporto, como expõe a figura 4.1. Fato que não ocorre na realidade atual.

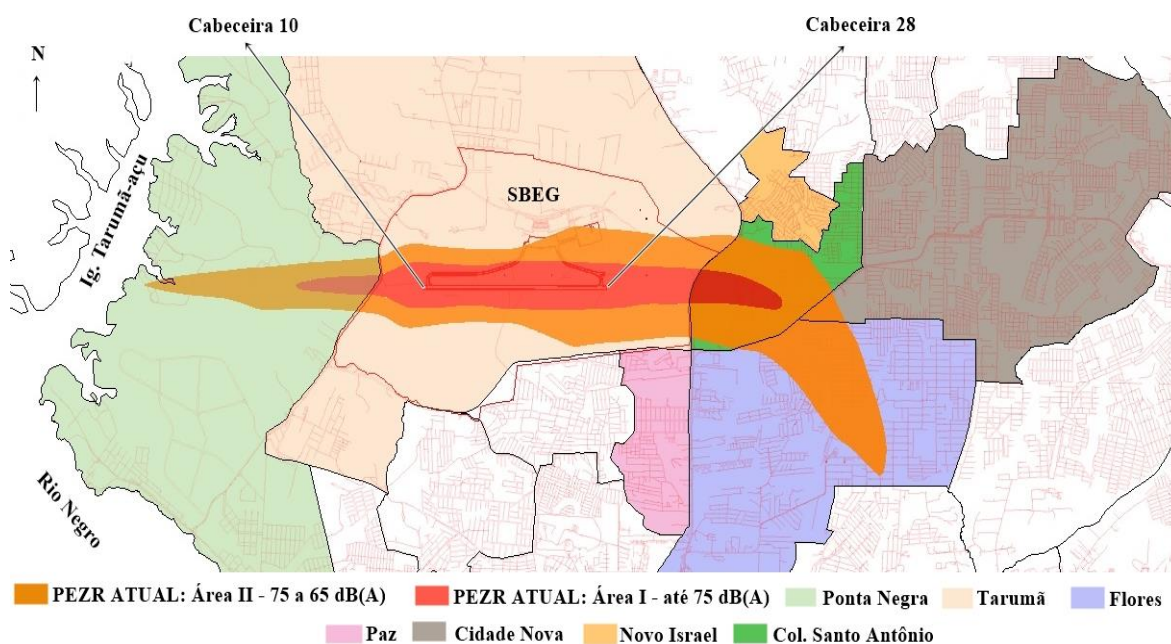


FIGURA 4.1 - Conformação das áreas I e II do atual PEZR do SBEG, delimitadas pelas curvas de 65 e 75 dB(A). Fonte: Infraero, com adaptações.

4.2 Curvas de ruído atual: População abrangida

A estimativa da população abrangida pelo ruído das aeronaves no atual PEZR, na área II, delimitada entre as curvas de 75 e 65 dB(A), é de aproximadamente 20.959,58 habitantes. A maior densidade populacional está no sentido 10 – 28 das cabeceiras da PPD, nos bairros

Colônia Santo Antônio, Cidade Nova e Flores, adensamento urbano visualizado na figura 2.10E o item 2.7 desse trabalho.

Ao analisarmos os dados da tabela 4.2, observamos que a soma da população estimada, abrangida pelas atuais curvas de ruído nos bairros Cidade Nova e Colônia Santo Antônio, é superior a do bairro Flores.

TABELA 4.2 - Estimativa da população abrangida pelas áreas I e II delimitadas respectivamente pelas curvas de 75 e 65 dB(A) do atual PEZR, do SBEG.

PERZ ATUAL	POPULAÇÃO ABRANGIDA (Habitantes)				TOTAL
	BAIRRO				
	FLORES	PONTA NEGRA	CIDADE NOVA	COL SANTO ANTONIO	
ÁREA I	***	50,63	***	2.680,09	2.730,72
ÁREA II	7.493,11	295,51	1.324,27	9.115,97	18.228,86

4.3 Localização de escolas nas áreas abrangidas pelas curvas de ruído atuais

Dentro das áreas delimitadas pelas curvas de ruído do atual PEZR do SBEG foi encontrada apenas uma escola, conforme a tabela 4.3, e geograficamente representada na figura 4.2.

TABELA 4.3 - Identificação das escolas detectadas nas áreas abrangidas pelas curvas de ruído.

ESCOLA				RUÍDO
Sigla	Nome	Endereço	Coord. Geográfica	Área de Ruído
E	Francisca Pereira de Araújo	Rua Argentina, Bairro Flores	3° 03' 01,72" S 60° 00' 10,71" O	II [(75-65 dB(A))]

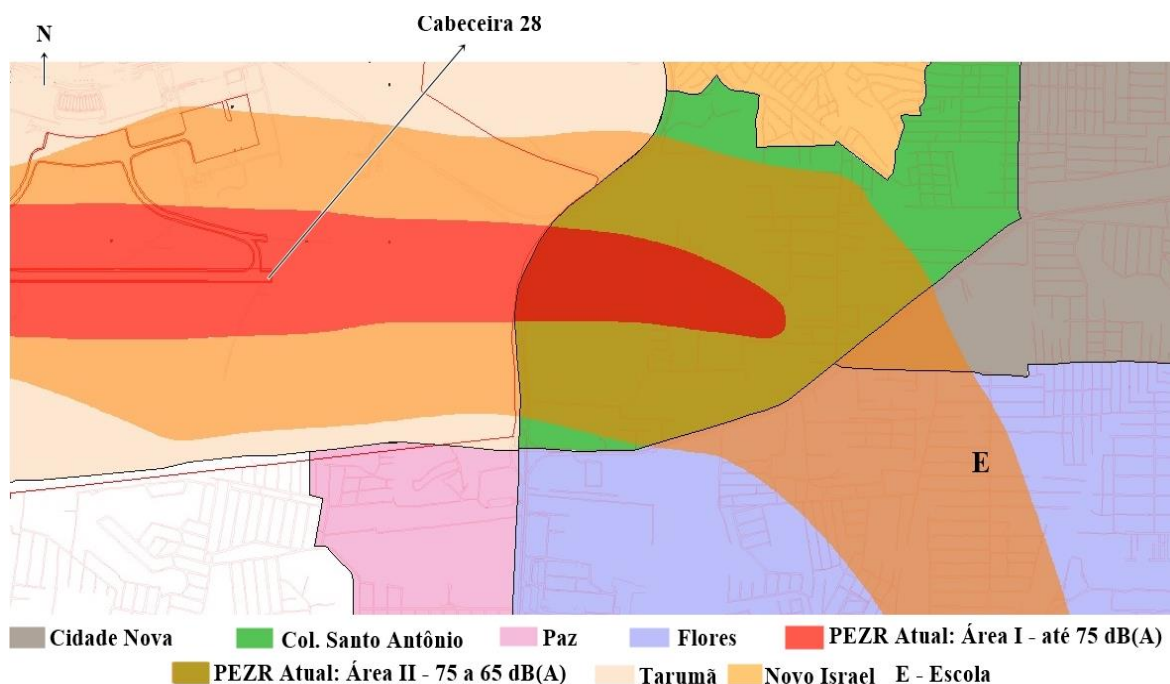


FIGURA 4.2 - Representação geográfica da localização da escola situada dentro das áreas abrangidas pelas curvas de ruído.

Por estar situada dentro da área II do atual PEZR do SBEG, a escola indicada na tabela 4.7 necessitaria de tratamento acústico em suas instalações para que houvesse uma redução de 25 dB(A) de ruído para que estivessem adequadas à exposição do NPS gerado pelas aeronaves, conforme RBAC N° 161.

4.4 Curvas de ruído propostas: Elaboração, Conformação e Área abrangida

Tanto no sentido 10 – 28 quanto no inverso, foram inseridas no INM três trajetórias de decolagem e uma de pouso, conforme expõe a figura 4.3, as quais constam na carta aeronáutica SID – SBEG. Cada aeronave adota uma trajetória de acordo motivos diversos. No entanto, nenhuma das trajetórias da carta SID em vigor, possui as dimensões compatíveis com as curvas de ruído do atual PEZR. O *mix* de aeronaves a jato que operaram pousos e decolagens no aeroporto é composto de setenta e um modelos distintos, totalizando 45.028 operações, conforme expõe o apêndice AP 01.

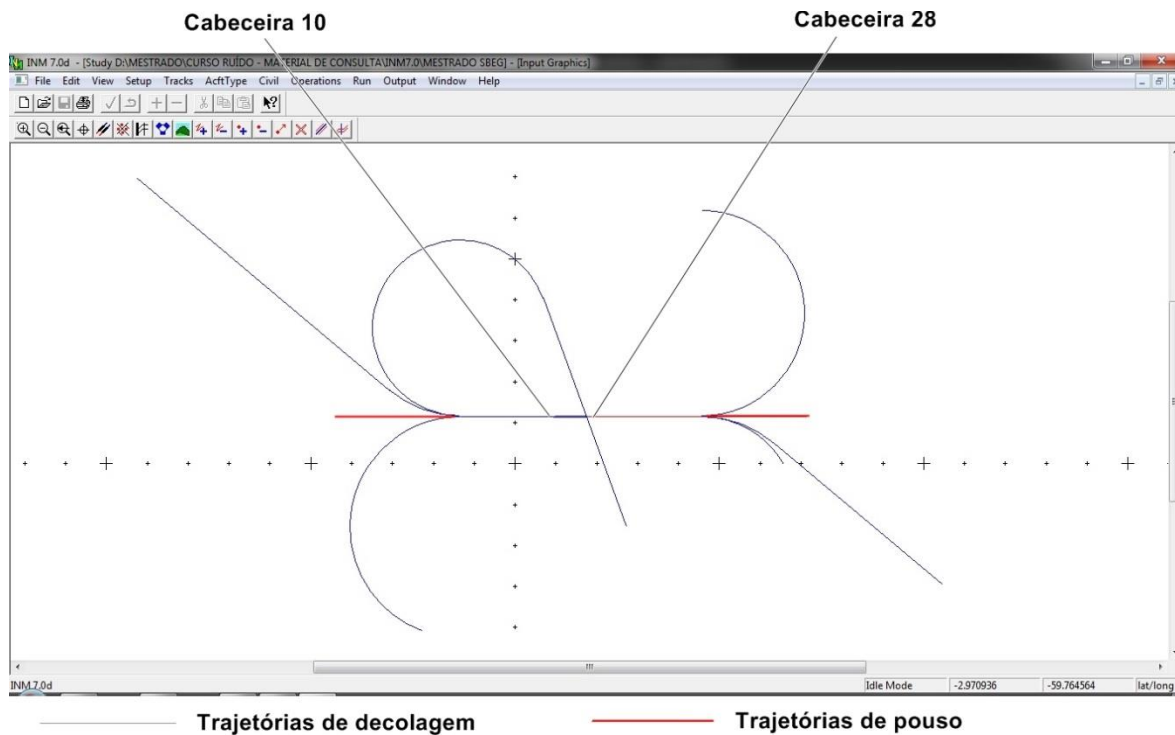


FIGURA 4.3 - Tela do INM demonstrando graficamente as rotas de decolagem e pouso na PPD do SBEG.

As cinco curvas de ruído geradas pelo INM tem uma conformação longilínea à PPD. O que significa dizer que quando as aeronaves decolam, só mudam a direção na trajetória após ultrapassarem a linha de 65 dB(A) de propagação de ruído sobre o solo, o que pode ser observado na figura 4.4.

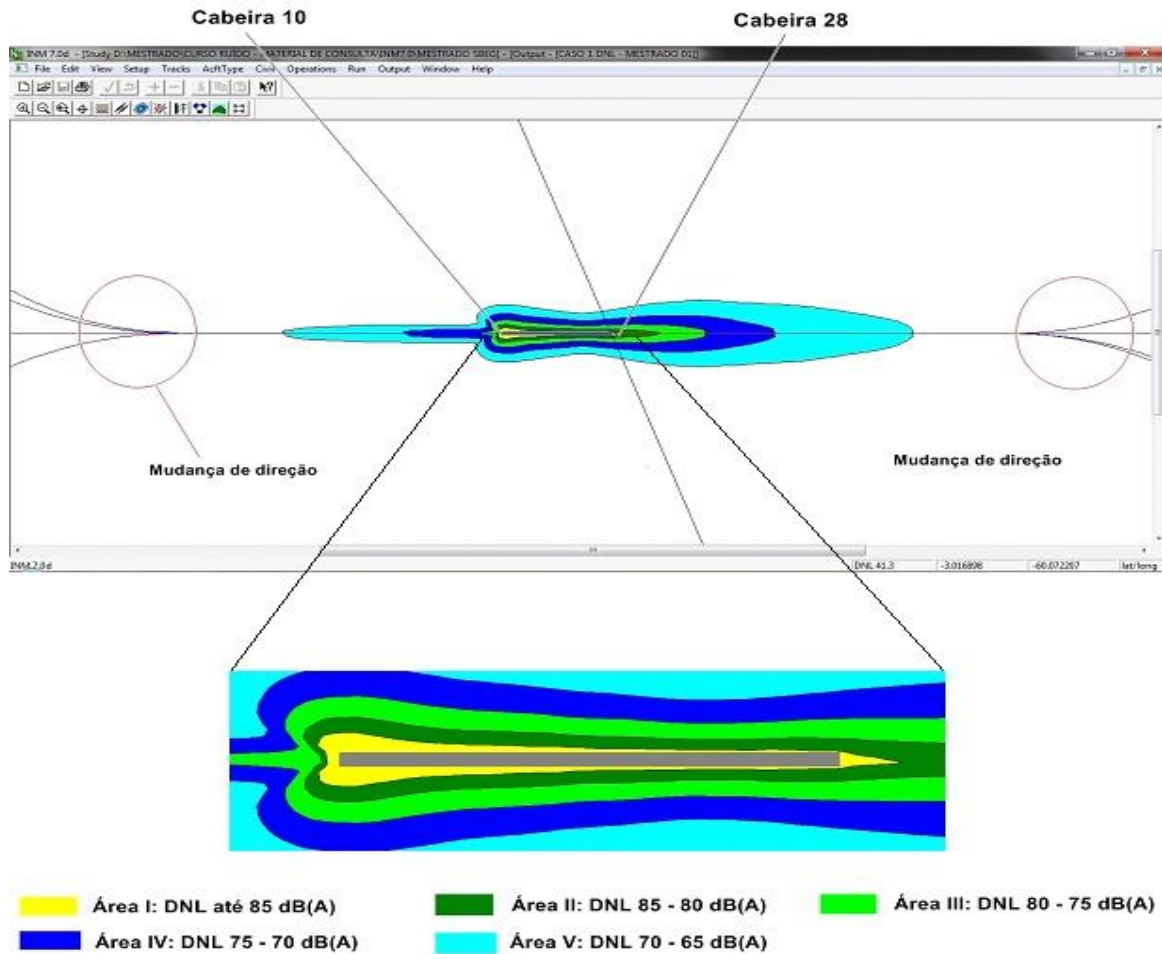


FIGURA 4.4 – Representação das curvas de ruído propostas e das trajetórias de pousos e decolagens no SBEG. Métrica DNL, conforme metodologia do RBAC N° 161.

Devido à maioria dos procedimentos de decolagem e pouso ocorrerem no sentido 10 – 28 das cabeceiras, cujos motivos serão expostos mais adiante, as curvas de ruído têm um formato cardioide na cabeceira 10, que é onde ocorre o início da propulsão dos motores das aeronaves para a decolagem. A extensão e formato das curvas de 65 e 70 dB(A) existentes no sentido dessa cabeceira é um perfil típico de procedimentos de pouso. As curvas de ruído se expandem para as laterais e para frente, depois da cabeceira 28, por causa da altitude das aeronaves ao passarem pela linha mediana desse trecho.

As dimensões das curvas de ruído propostas nesse trabalho abrangem uma área total de 2.214,7 hectares sobre a cidade de Manaus. No entanto, destes, 1.104.43 hectares condizem à própria área patrimonial do aeroporto. Das áreas I, II, III, IV e V, delimitadas respectivamente pelas curvas de 85, 80, 75, 70 e 65 dB(A), as duas primeiras não

ultrapassam os limites do sítio aeroportuário, contendo somente áreas exclusivamente operacionais, conforme expõe a figura 4.5, não havendo portanto, população externa afetada pelas duas primeiras áreas, que são as mais ruidosas. Os bairros abrangidos são: Flores, Ponta Negra, Cidades Nova, Colônia Santo Antônio, Novo Israel e Da Paz, cujas dimensões afetadas pelas curvas de ruído são demonstradas na tabela 4.4.

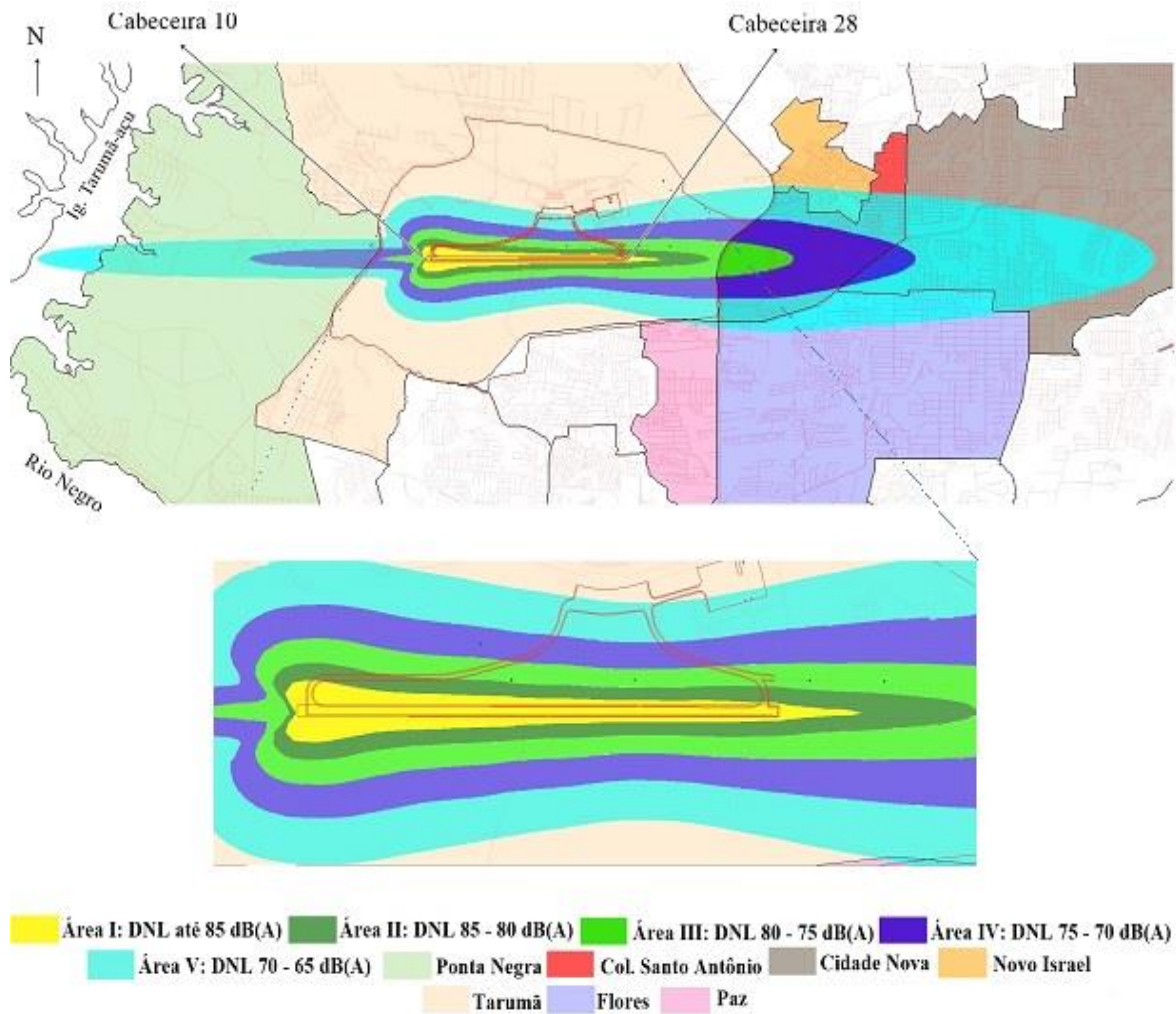


FIGURA 4.5 - Abrangência das curvas de ruído propostas sobre a cidade de Manaus.

TABELA 4.4 - Dimensionamento das áreas abrangidas pelas curvas de ruído, na métrica DNL, propostas para comporem o PEZR do SBEG.

ÁREAS	ABRANGÊNCIA POR BAIRRO (Hectare)							TOTAL
	BAIRROS							
	Flores	Ponta Negra	Cidade Nova	Col. Santo Antônio	Novo Israel	Paz	Tarumã (SBEG)	
Área I	***	***	***	***	***	***	52,89	52,89
Área II	***	***	***	***	***	***	71,95	71,95
Área III	***	***	***	35,52	***	***	183,64	219,16
Área IV	***	36,76	23,87	157,56	***	***	274,37	492,56
Área V	130,03	174,32	403,60	114,86	30,48	3,27	521,58	1378,14

Conforme exposto no delineamento metodológico, pode haver divergências entre os NPS estimados pelo INM e medições por decibelímetros em campo. Assim, apesar desse *software* ser amplamente utilizado para gerar curvas de ruído aeronáutico, e essa metodologia ser determinada pelo RBAC N° 161, seria interessante, em trabalhos futuros, a realização de monitoramento do ruído aeronáutico das aeronaves que operam no Aeroporto Internacional de Manaus/Eduardo Gomes e a comparação dos dados obtidos com os gerados pelo INM.

As dimensões e conformações das cinco curvas de ruído propostas nesse trabalho são resultado do atual cenário operacional do SBEG com o seu *mix* de aeronaves, volume de pousos e decolagens e das atuais cartas aeronáuticas (Apêndices AP 01, AP02 e anexos A 03, A 04). Isso associado às determinações constantes no RBAC N° 161. Entretanto, o conjunto atual de duas curvas, além de não ter uma metodologia bem definida, não atende a nova legislação de elaboração de um PEZR.

Conforme expõe Gonçalves (2013), ao contrário do RBAC N° 161, a Portaria 1141/GM5 expunha sobre a realização dos PZR, mas não abordava a metodologia a ser utilizada. A NBR 12.859/1993, a qual trata sobre a avaliação do impacto sonoro gerado por operações aeronáuticas, possui um item sobre a metodologia para geração de curvas de ruído. Entretanto, apenas menciona que essas curvas devem ser determinadas a partir de um

gradeamento na região do aeroporto, identificando os pontos com o mesmo IPR, que equivale ao mesmo DNL. A partir desses pontos, obtêm-se as curvas de mesmo NPS.

Assim, diante da ausência de detalhamento, torna-se inviável uma comparação metodológica da elaboração das curvas de ruído atualmente em vigor e às propostas neste trabalho, as quais foram elaboradas conforme o RBAC N° 161. As comparações entre ambas atêm-se às dimensões e conformações.

Em ambos os conjuntos de curvas de ruído a de menor intensidade sonora é a de 65 dB(A). Porém, quando comparados, verifica-se que o das cinco curvas propostas abrange uma área 43,58% maior sobre a cidade de Manaus, do que o conjunto das duas curvas do atual PEZR. Essa diferença pode ser atribuída a um aumento do *mix* de aeronaves e de pousos e decolagens ocorridos no SBEG ao longo das últimas três décadas, e a possíveis divergências entre as cartas aeronáuticas em vigor e as utilizadas na elaboração das curvas de ruído atuais. Não obteve-se acesso às cartas aeronáuticas utilizadas na elaboração das curvas de ruído atuais para realização de análise durante a execução desse estudo.

4.5 Curvas de ruído propostas: População abrangida

A estimativa da população abrangida pelas áreas delimitadas pelas curvas de ruído propostas nesse estudo é de 61.430,09 pessoas, distribuídas por seis bairros, conforme apresenta a tabela 4.5. Esse total é 193% superior ao total de pessoas abrangidas pelas curvas de ruído atuais. No entanto, não significa dizer que esse quantitativo populacional só será envolvido por essas curvas de ruído quando da aprovação das mesmas, pois, já são abrangidas atualmente em virtude das trajetórias de decolagem e pouso passarem por sobre as áreas ocupadas por essa população. Apesar disso, não há de registros de reclamações geradas pelo incômodo causado pelo ruído das aeronaves.

TABELA 4.5 - Estimativa da população abrangida pelas áreas delimitadas pelas curvas de ruído propostas para o novo PEZR do SBEG.

ÁREAS	ESTIMATIVA DA POPULAÇÃO ABRANGIDA (Habitantes)						TOTAL
	BAIRROS						
	FLORES	PONTA NEGRA	CIDADE NOVA	COL SANTO ANTÔNIO	NOVO ISRAEL	DA PAZ	
I	***	***	***	***	***	***	***
II	***	***	***	***	***	***	***
III	***	***	***	1.831,20	***	***	1.831,20
IV	***	76,28	2.036,77	8.124,19	***	***	10.237,24
V	4.768,42	361,70	34.444,97	5.922,39	3.659,08	205,9	49.362,46

As áreas no bairro Ponta Negra que são abrangidas pelas curvas de ruído propostas, possuem predominância de grandes fragmentos florestais e poucas edificações, conforme visualizado na figura 4.6. Apesar da existência de alguns loteamentos com áreas ainda não ocupadas. A maior densidade populacional do referido bairro está na orla do rio Negro e não à margem do igarapé Tarumã-açu, como indicado na figura 4.7. Assim, o quantitativo populacional indicado na tabela 4.5 não representa a realidade atual desse bairro, no que se refere à área envolvida pelas curvas de ruído. Talvez no futuro, com o adensamento urbano do local, o diagnóstico seja diferente.



FIGURA 4.6 - Vista da PPD do SBEG no sentido da cabeceira 28 - 10. À direita, o complexo de terminais de passageiros e cargas. Ao fundo, o bairro Ponta Negra, com predominância florestal.

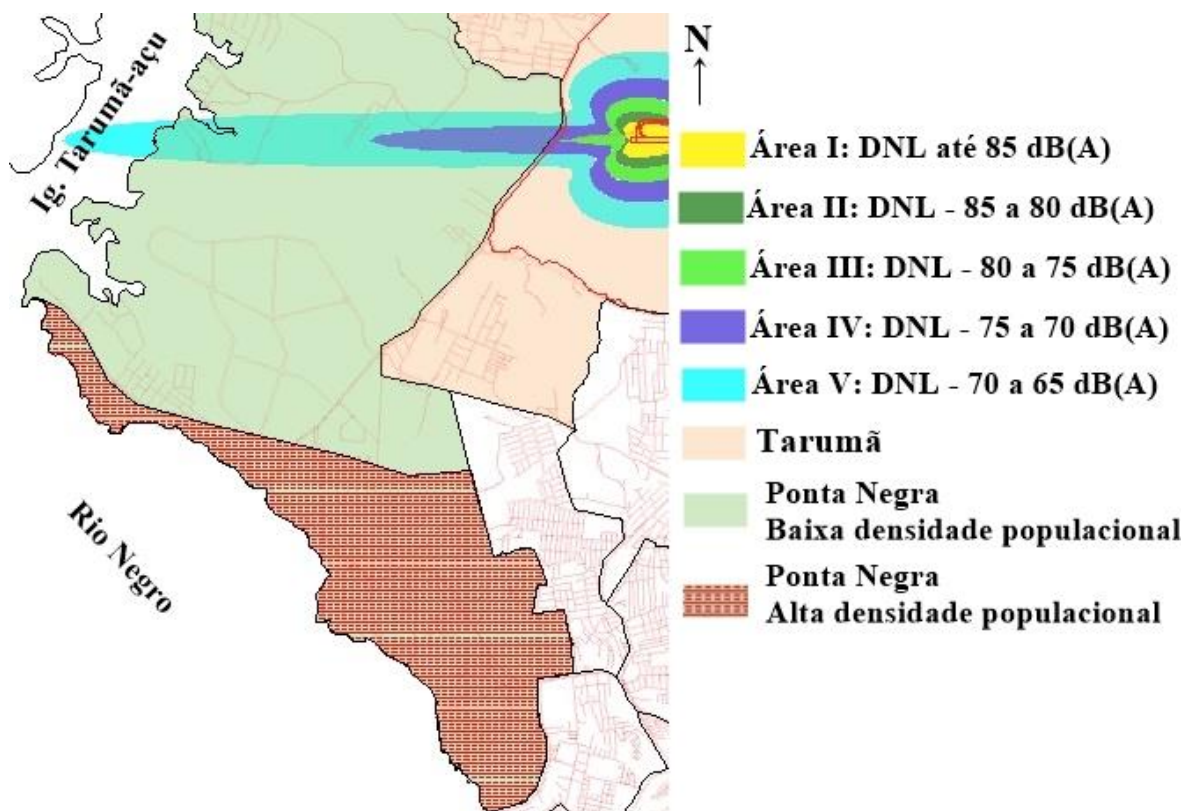


FIGURA 4.7 – Curvas de ruído sobre o bairro Ponta Negra, predominância de áreas sem ocupação consolidadas.

O bairro Colônia Santo Antônio surgiu mais de 20 anos depois da construção do aeroporto, sendo um dos mais afetados pelo ruído aeronáutico. Esse é abrangido por três das cinco áreas delimitadas pelas curvas de ruído propostas, devido sua proximidade com SBEG e por estar no sentido 10 – 28 da PPD, o qual é a predominante nas decolagens das aeronaves. Além disso, conforme expõe a tabela 4.6, está passando por um processo de adensamento populacional que em 14 anos quase dobrou sua população, o que pode ser resultado de ocupações irregulares.

O mesmo processo ocorreu na área que hoje é o bairro Novo Israel. No entanto, o contrário ocorreu no bairro Cidade Nova, que de acordo com o censo de 2010, apresentou uma redução populacional de 57,68% em comparação a 2007. Os dados revelam um crescimento populacional da ordem de 10 a 17% nos demais bairros, em detrimento da redução na Cidade Nova.

TABELA 4.6 - Dinâmica populacional dos bairros Colônia Santo Antônio, Novo Israel e Cidade Nova, do ano de 1996 a 2010. Fonte: IBGE – Amazonas.

Bairro	População - Contagem 1996	População - Censo 2000	População - Contagem 2007	População - Censo 2010
Colônia Santo Antônio	9.756	12.446	15.893	17.638
Novo Israel	10.647	14.416	14.285	16.823
Cidade Nova	116.510	193.490	286.289	121.135

É durante os procedimentos de decolagem que há percepção de maior intensidade de ruído, pois os motores das aeronaves estão funcionando com as maiores potências de suas capacidades de empuxo. Isso resulta em uma área de propagação de ruído superior a de quando comparado aos procedimentos de aproximação e pouso. Pois nestes procedimentos, os motores estão operando em baixa potência de empuxo, com a suficiência para manter a sustentação das aeronaves com o auxílio dos *flaps*.

No caso do SBEG, 99,46% dos procedimentos de decolagem ocorrem no sentido 10-28 da PPD, portanto as aeronaves decolam para a área urbana da cidade. Esse procedimento é assim realizado devido ao sentido predominante dos ventos nesse aeródromo, que é da cabeceira 28 para a 10.

Por motivos de segurança de voo, aeronaves não pousam nem decolam a favor do vento, pois há diminuição da sustentação. Assim, é inviável nesse aeroporto uma possível inversão no uso predominante das cabeceiras da PPD, visando à propagação dos ruídos sobre o Igarapé Tarumã-açu e posteriormente à zona rural de Manaus, com predominância florestal.

Conforme a NBR N° 13.368/1995 toda a população abrangida pelas áreas IV e III, o que representa 19,64% do universo em análise, estaria incomodada com o ruído aeronáutico, como expõe a tabela 4.7. Entretanto, não há registro de conflitos entre a população da zona norte de Manaus e o SBEG, oriundos de incômodo decorrente do ruído aeronáutico.

TABELA 4.7 – Avaliação de incômodo gerado pelas operações aeronáuticas. NBR N° 13368/95 – com adaptações.

Reclamações esperadas	Diurno	Noturno
Sem reação ou queixas esporádicas	NPS < 65	NPS < 55
Queixas generalizadas – Possíveis reações da comunidade	75 > NPS > 65	65 > NPS > 55
Ações comunitárias vigorosas	NPS > 75	NPS > 65

Uma hipótese para a ausência de reclamações da população é a de que o ruído de fundo, seja tal que, o ruído aeronáutico não se destaque no ambiente, considerando que as aeronaves em operação atualmente são equipadas com motores capítulo 3 ou capítulo 4. Pois, conforme expõe Junior e Garavelli (2010) e Stansfeld *et al* (2005), residentes em áreas muito ruidosas, como as próximas à indústrias ou de grande fluxo rodoviário, como é o caso da Avenida Max Teixeira e adjacências, são menos sensíveis ao ruído das aeronaves quando comparada aos de zonas com de baixo fluxo rodoviário, ou estritamente residencial.

No entanto, Floud *et al* (2010) realizaram um estudo em seis países europeus que buscou associar o uso de medicamentos por pessoas à exposição prolongada ao ruído aeronáutico e rodoviário. Como resultado foi constatado que 53,2% da população residente em áreas cujo NPS aeronáutico é de 65 dB(A) estão altamente incomodadas com a situação.

Da mesma forma, durante estudos relacionando a qualidade de vida e o ruído aeronáutico ao redor do Aeroporto Internacional de Frankfurt, Schreckenber *et al* (2010) verificaram que a maioria dos entrevistados em 66 áreas residenciais sentiam-se incomodados com o ruído aeronáutico, relatando distúrbios de sono, dificuldades na comunicação e stress. Resultados semelhantes também foram encontrados por Junior *et al* (2012), ao analisar os efeitos do ruído aeronáutico em zonas residenciais circunvizinhas ao Aeroporto Internacional de Brasília.

4.6 Localização de escolas nas áreas abrangidas pelas curvas de ruído propostas.

Na área abrangida pelas curvas de ruído propostas foram detectadas cinco escolas, conforme demonstrado na tabela 4.8. A localização geográfica das escolas está representada na figura 4.8.

TABELA 4.8 - Identificação das escolas detectadas nas áreas abrangidas pelas curvas de ruído.

ESCOLA				RÚIDO	
Sigla	Nome	Endereço	Coord. Geográfica	DNL	Área de Ruído
E-1	Rubens Sverner	Rua Estrela de Davi, Bairro Novo Israel	3° 01' 57,22" S 60° 00' 37,86" O	67,2	V [(70-65 dB(A))]
E-2	Colégio Marcantônio Vilaça II	Av. Max Teixeira, Bairro Cidade Nova	3° 02' 18,56" S 60° 00' 13,83" O	70,7	IV [(75-70 dB(A))]
E-3	Escola Marcantônio Vilaça I	Av. Max Teixeira, Bairro Cidade Nova	3° 02' 13,96" S 60° 00' 05,82" O	69,3	V [(70-65 dB(A))]
E-4	Escola Adalberto Braga	Rua Duartina, Bairro Cidade Nova	3° 02' 03,12" S 59° 59' 56,63" O	67,6	V [(70-65 dB(A))]
E5	Julio Passos	Av. Noel Nutels, Cidade Nova	3° 02' 08,85" S 59° 50' 58,22" S	69,1	V [(70-65 dB(A))]

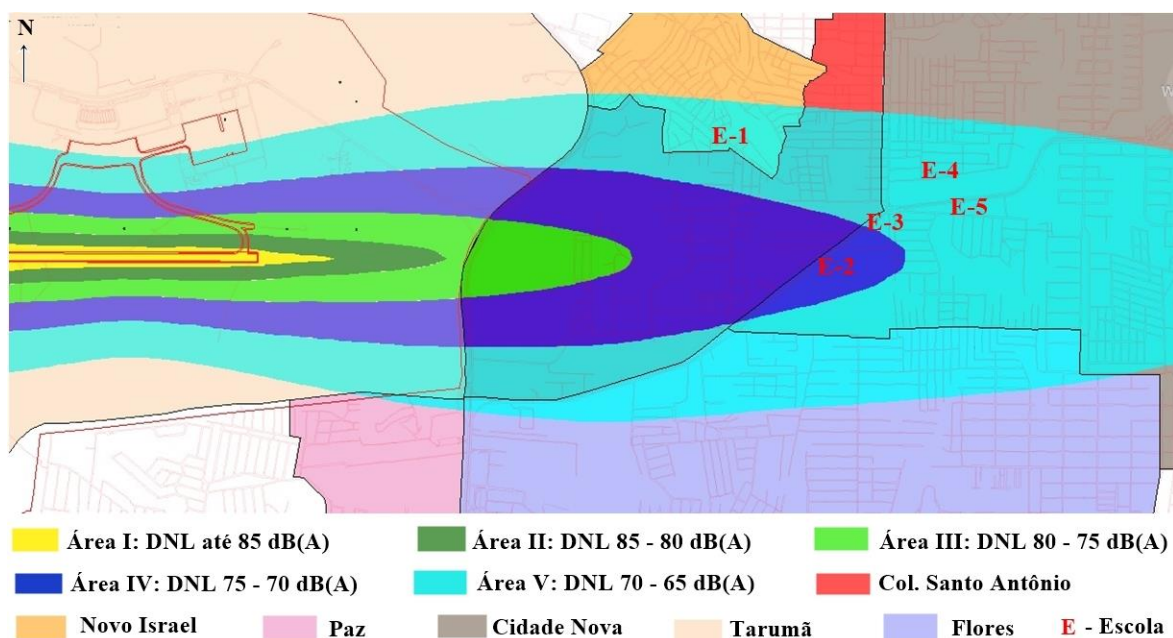


FIGURA 4.8 - Representação geográfica da distribuição das escolas detectadas dentro das áreas abrangidas pelas curvas de ruído.

As escolas estão localizadas nas áreas IV e V, estando expostas as variações de 75 a 65 dB(A), conforme simulado no INM. Portanto, seria necessário um tratamento acústico em suas instalações para redução de ruído da ordem de 25 dB(A). Assim, estariam adequadas ao RBAC N° 161, reduzindo o impacto sobre os estudantes e administração escolar.

Em estudos realizados em escolas localizadas dentro das áreas abrangidas pelas curvas de ruído do Aeroporto de *Heathrow*, em Londres, Clark *et al* (2013) e Montazami *et al* (2012) observaram que a exposição ao ruído aeronáutico gera dificuldades à leitura, memória, concentração e comunicação oral.

No Brasil, ao analisar a percepção do ruído aeronáutico em escolas situadas na área I do PEZR do Aeroporto Internacional Salgado Filho, em Porto Alegre, Nunes e Sattler (2004) evidenciaram um grande incômodo manifestado por alunos e professores. A principal consequência verificada foi a perda no desempenho escolar, decorrente da interrupção da comunicação entre professores e alunos durante o sobrevoo das aeronaves.

Em relação as escolas identificadas dentro das áreas de ruído aeronáutico, neste trabalho, não foram levantadas informações acerca da existência de tratamento acústico nessas edificações.

4.7 Do Plano Diretor da Cidade de Manaus e da Lei de uso e ocupação do solo

Recentemente foi aprovado o novo Plano Diretor Urbano e Ambiental do Município de Manaus, Lei Municipal Complementar N° 002/2014. Um de seus princípios é aprimorar a atuação do poder executivo sobre os espaços da cidade, mediante a utilização de instrumentos de controle de uso e ocupação do solo.

O 3° artigo da citada lei estabelece que as estratégias para desenvolvimento da cidade sejam complementadas por normas de uso, ocupação e parcelamento do solo, além de leis específicas. O artigo 23 especifica que uma das diretrizes para a ocupação do espaço urbano da cidade, é ordenar a localização de usos e atividades na cidade considerando as características ambientais locais.

A Lei Municipal N° 1.838, de 16 de janeiro de 2014, dispõe sobre as normas de uso e ocupação do solo no município de Manaus. A referida Lei divide a cidade em dezoito setores, especificando os bairros que os compõem, assim como os tipos de atividades compatíveis e as vocações para uso do solo em cada um. Essa especifica as condições de

uso do solo nas áreas no entorno do SBEG, referindo-se aos cones de aproximação e ao ruído aeronáutico.

As observações sobre os cones de aproximação do aeródromo se referem aos gabaritos de altura máxima dos obstáculos às aeronaves em aproximação para pouso ou para as decolagens de um aeródromo. Nesse item, a Lei fez constar que o uso do solo deverá ter aprovação do 7º Comando Aéreo Regional – COMAR, conforme zoneamento da ANAC. Para tanto, estabelece os bairros e corredores urbanos que se encontram na área abrangida pelo cone de aproximação de SBEG, conforme as tabelas 4.9, 4.10 e as figuras 4.9 e 4.10.

TABELA 4.9 – Setores da cidade de Manaus, definidos pela Lei municipal 1.838/14, seus respectivos bairros que possuem observações sobre os cones de aproximação do SBEG. Fonte: Lei municipal 1.838/14 – Compilação do anexo I da lei.

Setor	Bairros
10	Cidade Nova
11	Flores
14	Bairro da Paz
	Redenção
15	Ponta Negra
16	Tarumã
17	Col. Santo Antônio
	Novo Israel

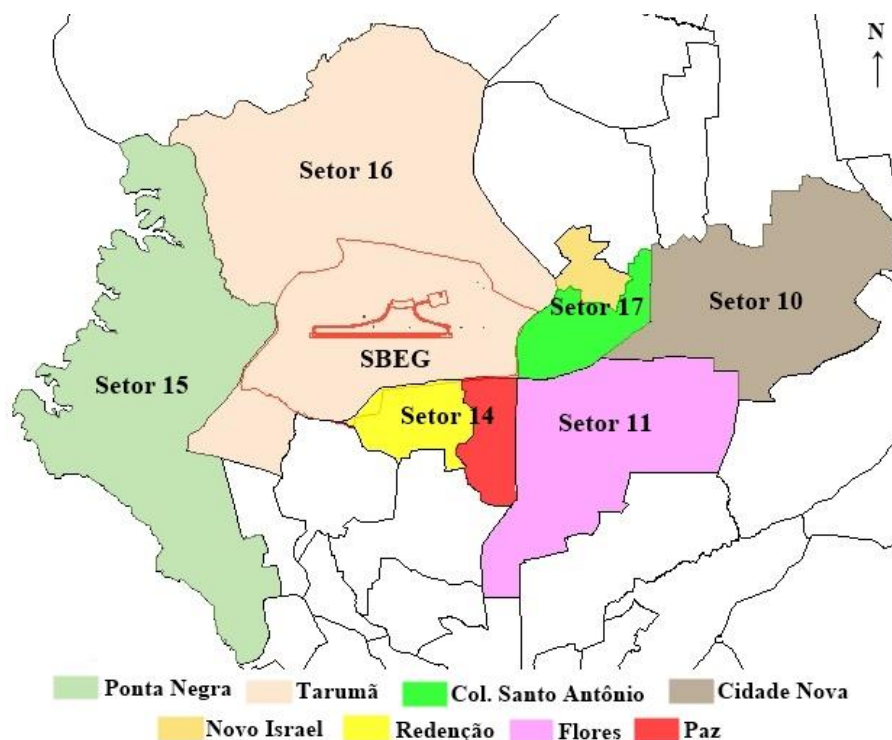


FIGURA 4.9 - Representação geográfica dos setores da cidade de Manaus, definidos pela Lei municipal 1.838/14, que possuem bairros com observações sobre os cones de aproximação do SBEG, conforme tabela 4.9.

TABELA 4.10 – Corredores urbanos cujos segmentos são citados na Lei municipal 1.838/14, que possuem bairros com observações sobre os cones de aproximação do SBEG. Fonte: Lei municipal 1.838/14 – Compilação do anexo II da lei.

Corredores	Segmentos
Av. do Turismo	Aeroporto
	Ponta Negra
Leste-Oeste	Noel Nutels
	Sul do Aeroporto

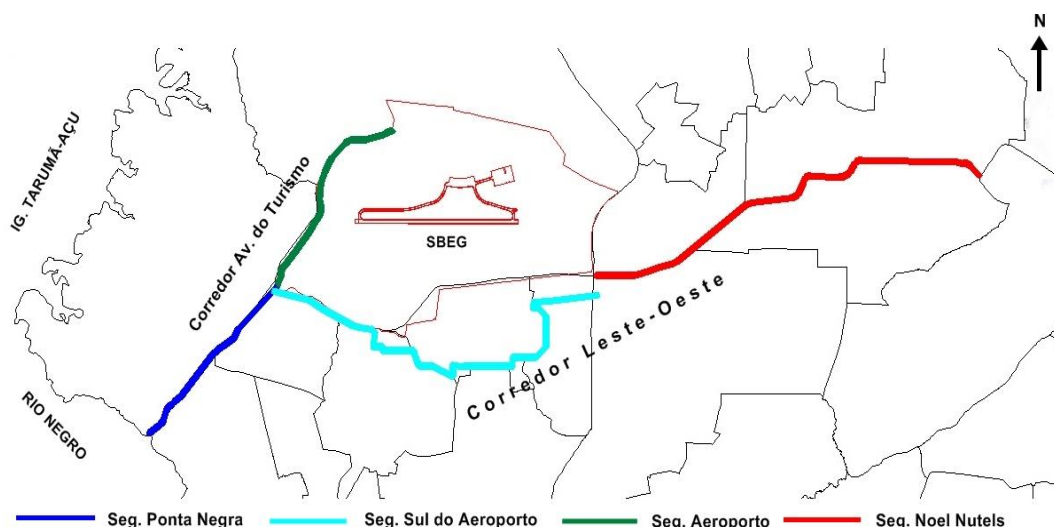


FIGURA 4.10 – Representação geográfica dos corredores urbanos cujos segmentos são citados na Lei municipal 1.838/14 contendo observações sobre os cones de aproximação do SBE, conforme tabela 4.10.

Com relação ao ruído aeronáutico, o legislador também deixou a cargo do 7º COMAR a aprovação do uso e a ocupação do solo. Entretanto, de acordo com o RBAC Nº 161 o COMAR não possui mais a atribuição de apreciar a implantação e o desenvolvimento de atividades nas áreas abrangidas pelo ruído aeronáutico, como indicava de maneira genérica a Portaria Nº 1141/1987. Tal atribuição foi passada às prefeituras.

Além disso, as áreas citadas na lei municipal 1.838/14 não contemplam os bairros da zona norte nem o bairro de Flores, abrangidos pelas curvas do PEZR atual, assim como não abrangeria as áreas indicadas pelas curvas de ruído propostas. Tal observação foi limitada aos bairros Ponta Negra e Tarumã, como destacados na figura 4.11. Estes últimos fazem parte da zona oeste de Manaus, que em relação à PPD do SBE, estão próximos à cabeceira 10, a qual é predominantemente utilizada para pousos e conseqüentemente menos afetada pelo ruído aeronáutico.



FIGURA 4.71 – Bairros da cidade de Manaus citados na Lei municipal 1.838/14 com observações quanto ao ruído aeronáutico.

Não há observações sobre o ruído aeronáutico para os bairros da zona norte, a qual é sobrevoada pelas aeronaves principalmente nas decolagens, que, conforme discutido anteriormente no item 4.4 e geograficamente representado na figura 4.5, propaga ruídos por áreas maiores do que quando comparado às aterrisagens.

Observa-se que a Lei limitou sua atuação a bairros localizados em área de baixo impacto em se tratando de ruído aeronáutico. Além disso, o espaço abrangido pelas curvas de ruído, em relação ao estabelecido pela Lei, possui baixa densidade populacional, não contemplando as áreas que sofrem maior impacto.

5 – CONCLUSÕES

- Este estudo teve como objetivo propor as curvas de ruído para um novo PEZR do SBEG, seguindo a metodologia determinada pelo RBAC N° 161, verificando os dimensionamentos de área e a abrangência sobre escolas e população, além de fazer comparações com o PEZR em vigor desde 1984. Também foi analisado o Plano Diretor da Cidade de Manaus e a Lei municipal de Uso e Ocupação do Solo, visando identificar itens sobre restrições em função do ruído aeronáutico.
- Não foi possível estabelecer diferenças na metodologia de elaboração entre as curvas de ruído do atual PEZR com as propostas nesse trabalho, pois não foram encontrados registros que descrevessem como as curvas de ruídos de todos os PEZR publicados na Portaria N° 629/GM-5 foram elaboradas.
- Assim, as comparações realizadas limitaram-se às dimensões e conformações entre as curvas de ruído em vigor e as propostas nesse trabalho, as quais seguiram a metodologia de elaboração normatizada pelo RBAC N° 161.
- Em relação ao conjunto das curvas de ruído do atual PEZR e ao do conjunto que foi proposto nesse trabalho as principais diferenças evidenciadas foram: a quantidade de curvas de ruídos, que de duas passaram para cinco curvas, sendo a primeira de 85 dB e a última 65 dB; a conformação dos dois conjuntos em relação à PPD, sendo que as aqui propostas tem uma conformação longilínea e abrange uma área 43% superior a do conjunto das atuais curvas.
- Ainda diferenciando ambos os conjuntos, as curvas de ruído propostas abrangem áreas superiores dos bairros Cidade Nova e Colônia Santo Antônio, além de abranger parte dos bairros Novo Israel, o que não ocorre com as curvas atuais, assim como as curvas propostas abrangem uma área menor do bairro Flores.
- Essas diferenças de abrangência territorial também resultaram em uma divergência de 193% na população abrangida entre os dois conjuntos. Assim como no número de escolas identificadas, sendo 5 escolas nas curvas propostas e 01 nas curvas atual.
- O que possibilita concluir que as curvas de ruído propostas nesse trabalho são mais impactantes que as curvas de ruído do atual PEZR, o que, caso venha a ocorrer a aprovação, a utilização dessas curvas como base para a elaboração do novo PEZR do SBEG, necessitará de uma maior atenção do legislativo e executivo municipal à

problemática do ruído aeronáutico nas áreas delimitadas na zona norte e oeste de Manaus, o que não ocorre no momento.

- Após análise da legislação municipal, quando essa aborda o ruído aeronáutico não há compatibilidade com as áreas delimitadas nem pelas curvas de ruído do atual PEZR, não tratando das áreas mais impactadas pelo ruído aeronáutico na cidade de Manaus que é a zona norte. Além disso, atribui ao 7º COMAR a responsabilidade de aprovar os projetos a serem instalados nas áreas de ruído aeronáutico, o que o RBAC Nº 161 delegou diretamente às prefeituras. Portanto verifica-se a necessidade de atualização da legislação municipal.
- Assim, sugere-se alterações na legislação municipal, sobre o uso e a ocupação do solo, contemplando as áreas do novo PEZR e as restrições existentes para cada uma, conforme a tabela E-2 do RBAC Nº 161, após registro do plano na ANAC.
- Como sugestão para estudos futuros pode-se realizar aferições do ruído aeronáutico nas áreas sobrevoadas pelas aeronaves que operam no SBEG. Em complemento, fazer a comparação com os resultados com os gerados pelo INM. Também seria interessante buscar informações sobre como a população residente nas áreas delimitadas pelas curvas de ruído propostas neste trabalho, convive com impacto ambiental. O mesmo tipo de estudo também poderia ser realizado nas escolas situadas nessas áreas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, E. S. Política de Integração Nacional e Desenvolvimento Urbano Local: O caso da Zona Franca de Manaus. XVI Encontro Nacional de Estudos Populacionais, **ABEP**, realizado em Caxambú- MG – Brasil, de 29 de setembro a 03 de outubro de 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151**: Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto acústico da comunidade – procedimento. Rio de Janeiro: 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12859**: Avaliação do impacto sonoro gerado por operações aeronáuticas. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13369**: Ruído gerado por aeronave – monitoração. Rio de Janeiro, 1995.

BABISCH, W.; NEUHAUSER, H.; THAMM, M.; SEIWERT, M. Annoyance due to aircraft noise has increased over the years—results of the HYENA study. **Environment International**, v. 35, n. 8, p. 1169-1176, 2009.

BASTOS, A.; DIAS, D. P; BAUM, D. Ruídos e emissões no transporte aéreo. **Journal of Transport Literature** 1. n° 1. 2010.

BENTES, F. M.; SLAMA, J. G. Sensitivity analysis of airport noise using computer simulation. **Journal of aerospace technology and management**, v. 3, n. 3, P. 295-300, 2011.

BISTAFA, S. R. **Acústica Aplicada do Controle de Ruído**. Segunda Edição. São Paulo: Blucher, 2011.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **REGULAMENTO BRASILEIRO DA AVIAÇÃO CIVIL Nº 161**. DOU de 29/09/2011.

BRASIL. MINISTÉRIO DA DEFESA. DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. **Carta de Aeródromo - ADC. SBEG**. 31/05/2012.

BRASIL. MINISTÉRIO DA DEFESA. DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. **Carta de Saída Normalizada - SID. Voo por instrumento. SBEG**. 17/11/2011.

BRASIL. MINISTÉRIO DE ESTADO DA AERONÁUTICA. **Portaria 1141/GM5**. DOU de 08/12/1987.

BRASIL. MINISTÉRIO DE ESTADO DA AERONÁUTICA. **Portaria 13/GM5**. DOU de 05/01/1994.

BRASIL. MINISTÉRIO DE ESTADO DA AERONÁUTICA. **Portaria 629/GM5**. DOU de 02/05/1984.

BRASIL. MINISTÉRIO DE ESTADO DA DEFESA. **Portaria 256/GC5**. DOU de 13/05/2011

BRASIL. PRESIDENCIA DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL. **DECRETO-LEI 228 DE 28 DE FEVEREIRO DE 1967** – Regulamenta a Zona Franca de Manaus. DOU 28/02/1967.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL. Lei Nº 7.565 de 19 de Dezembro de 1986. Dispõe sobre o Código Brasileiro de Aeronáutica. DOU 19/12/1986.

CLARK, C.; HEAD, J.; STANSFELD, A. Longitudinal effects of aircraft noise exposure on children's health and cognition: A six-year follow-up of the UK RANCH cohort. **Journal of Environmental Psychology**, Volume 35, Pages 1–9, September 2013.

CONVENÇÃO INTERNACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Resultados**. Chicago, 07 de dezembro de 1944.

COSTA, E. C. **Acústica Aplicada**. São Paulo: Blucher, 2003.

DANTAS, T. Vizinhos de Congonhas querem janelas antirruído. **Jornal da Tarde**, 17 de outubro de 2010. Disponível em: <<http://blogs.estadao.com.br/jt-cidades/vizinhos-de-congonhas-querem-janela-antirruído/>>. Acesso em 18/03/2014

DINATO, A. C. **Ruído no entorno de aeroportos. Um estudo de caso no Aeroporto de Rio Preto**. Tese de doutorado. Departamento de transporte da Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Paulo: 2011.

ELMENDORST, E.; PENING, S.; ROLNY, V.; QUEHL, J.; MUELLER, U.; MAAB, M.; BASNER, M. Examining Nocturnal railway noise and aircraft noise in the field: Sleep,

psychomotor performance, and annoyance. **Science of the total Environment**. nº 424, p. 48-56, 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA. **Anuário Estatístico Operacional 2012**. Disponível em: <www.infraero.gov.br>. Acesso em 22/08/2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA. **Relatório operacional de identificação de empreendimentos e obstáculo a aero navegabilidade aeronáutica no entorno do Aeroporto Internacional de Eduardo Gomes**. MENR. Manaus: 2011.

FALCAO, V. A. Demanda aeroportuária de Manaus e sua influência para o setor de turismo da região. **Journal of Transport Literature**, vol.7, n.1, pp. 127-146: 2013.

FERNADES, J.C. **Acústica e ruído**. Apostila desenvolvida para a disciplina acústica e ruído no curso de engenharia mecânica da Faculdade de Engenharia da UNESP. Bauru: 2002.

FERNANDEZ, L. P. S.; RUIZ, A. R.; POGREBNIYAK, O. B. Noise monitoring of aircrafts taking off based on neural model. **Emerging Technologies & Factory Automation**. IEEE Conference on (pp. 1-8). IEEE. 2009.

FLOUD, S.; VIGNA-TAGLIANTI, Federica; HANSELL, A.; BLANGIARDO, M; HOUTHUIJS, D.; BREUGELMANS, O.; CADUM, E.; BABISCH, W.; SELANDER, J.; PERSHAGEN, G.; ANTONIOTTI, M. C.; PISANI, S.; DIMAKOPOULOU, K.; HARALABIDIS, A.; VELONAKIS, V.; JARUP, L. Medication use in relation to noise from aircraft and road traffics in six European countries: results of Hyena study. **Occup. Environ Med**, 518-524, 2010.

GONÇALVES, L. R. G. C. **Análise do Regulamento Brasileiro de Aviação Civil N°161 com Aplicação no Caso do Aeroporto de Curitiba**. Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2013.

GUOQING, Di; BING, Zhou; QILI, Lin. Aircraft Noise Exposure Affects Rat Behavior and Serum Neurotransmitter Expression. In: **E-Product E-Service and E-Entertainment (ICEEE), 2010 International Conference on**. IEEE, 2010.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R. **Fundamentos de Física**, Volume 2: gravitação, ondas e termodinâmica. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

HEFFER, L. Voos noturnos do aeroporto de Fortaleza podem ser suspensos. **NE10**, edição eletrônica de 16 de novembro de 2011. Disponível em: <<http://ne10.uol.com.br/canal/cotidiano/nordeste/noticia/2011/11/16/voos-noturnos-do-aeroporto-de-fortaleza-podem-ser-suspensos.html>>. Acesso em: 18/03/2014

HELENO, T. A. **Uma nova metodologia de zoneamento aeroportuário com o objetivo de reduzir o *encroachment* e os efeitos adversos do ruído**. Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Mecânica, 2010.

HELENO, T. A.; SLAMA, J. Considerações sobre o uso da métrica DNL em zoneamento aeroportuário. In: **XXIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes ANPET**, Vitória: 2009.

HELENO, T.; SLAMA, J. G. Fuzzy Modeling of Annoyance Caused by Aircraft Noise Using LAeqD and LAeqN MetricsD and LAeqN metrics. **Journal of Aerospace Technology and Management**, v. 5, n. 1, p. 103-110, 2013.

HYGGE, S.; EVANS, G.; BULLINGER, M. A prospective study of some effects of aircraft noise on cognitive performance in schoolchildren. **Psychological Science**, v. 13, n. 5, p. 469-474, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2010**. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>>. Acesso em: 25/09/2013.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **33rd Session of the Assembly**. 25 September – 5 October. Montreal, Canada: 2001.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Aircraft Engine Emissions**; Annex 16, volume II to the Convention on International Civil Aviation. Fourth edition, Montreal, Canada: 2005.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **CAN – Committee on aircraft noise**, Montreal, Canada: 1970.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Guidance on the balanced approach to aircraft noise management**. Montreal, Canada: 2004.

JANDL, B.; ROKITANSKY, C. Prediction of noise exposure levels using simulated flight trajectories. In: **Digital Avionics Systems Conference (DASC)**. p. 3E4-1-3E4-13. IEEE, 2011.

JANSSEN, S. A.; VOS, H.; KEMPEN, V.; BREUGELMANS, E; MIEDEMA, H. M. Trends in aircraft noise annoyance: The role of study and sample characteristics. **The Journal of the Acoustical Society of America**, 129(4), 1953-1962. 2011.

JUNIOR, E. B. C.; GARAVELLI, S. L.; MAROJA, A. M. Análise dos Efeitos do ruído aeronáutico em zonas residenciais circunvizinhas ao Aeroporto Internacional de Brasília. **Journal of Transport Literature**. Vol. 6, n. 4, pp 59-81, 2012.

JUNIOR, E; GARAVELLI, S. Ruído ambiental e seus efeitos: o ruído aeronáutico no entorno do aeroporto internacional de Brasília. **4º congresso luso-brasileiro para o planejamento urbano, regional, integrado, sustentável**. Universidade do Algarve, 2010.

KIM, M.; CHANG, S. I.; SEONG, J. C.; HOLT, J. B.; PARK, T. H.; KO, J. H.; CROFT, J. B. Road traffic noise: annoyance, sleep disturbance, and public health implications. **American journal of preventive medicine**, 43(4), 353-360: 2012.

KRYTER, K. D. Acoustical model and theory for predicting effects of environmental noise on people. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 125, p. 3707, 2009.

LEPORE, S. J.; SHEJWAL, B.; KIM, B. H.; EVANS, G. W. Associations between chronic community noise exposure and blood pressure at rest and during acute noise and non-noise stressors among urban school children in India. **International journal of environmental research and public health**, 7(9), 3457-3466: 2010.

LEVAK, K.; HORVAT, M.; DOMITROVIC, H. Effects of noise on humans. In: **ELMAR - 50th International Symposium**. p. 333-336. IEEE, 2008.

LI, Y.; SMITH, M.; ZHANG, X. Measurement and control of aircraft landing gear broadband noise. **Aerospace Science and Technology** 23. p. 213–223, 2012.

LJESSEN, M.; STRAATEN, W. V. D.; DEKKERS, J.; ELK, R. V.; BLOKDIJK, J. How much noise reduction at airports? **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, 15(1), 51-59: 2010.

MARQUES, J. P. C.; PINHEIRO, E. S. O desflorestamento na metrópole da Amazônia Central: Manaus/AM. **XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, p. 2876-2882, 2011.

MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. MPF/CE: Ações buscam solução para ocupação do entrono e ruído do Aeroporto de Fortaleza. **Ministério Público Federal no Ceará**, 06 de agosto de 2012. Disponível em: <http://noticias.pgr.mpf.mp.br/noticias/noticias-do-site/copy_of_geral/duas-aco-es-do-mpf-ce-defendem-tanto-a-qualidade-de-vida-dos-moradores-de-fortaleza-como-a-seguranca-dos-voos-no-aeroporto-pinto-martins>. Acesso em: 18/03/2014.

MONTAZAMI, A.; WILSON, M.; NICOL, F. Aircraft noise, overheating and poor air quality in classrooms in London primary Schools. **Building and Environment** 52. p. 129-141, 2012.

MOURA, L. K. F.; SCHOR, T.; OLIVEIRA, J. A. As políticas públicas habitacionais em Manaus (AM) e a orientação da expansão urbana. **XII Simpósio Nacional de Geografia Urbana**. Belo Horizonte, 2011.

MUNDO DA CIÊNCIA. Origem do Motor a Jato (Turbina). 20/08/2013. Disponível em: <<http://paginamundodaciencia.wordpress.com/2013/08/10/motor-a-jato-turbina-2/>>. Acesso em 20/09/2013.

NASCIMENTO, C. R.; SILVA, M. S. R.. Alterações em parâmetros físicos e em concentrações de cátions e ânions em uma micro-bacia hidrográfica de Manaus devido a expansão urbana. **Caminhos de Geografia**. Uberlândia v. 11, n. 33, p. 208 – 219, março/2010.

NAZARETH, T.; BRASIL, M.; TEIXEIRA, P. MANAUS: Crescimento populacional e migrações nos anos 90. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, n.121, p.201-217, jul./dez. 2011.

NGUYEN, T. L.; YANO, T.; NGUYEN, H. Q; NISHIMURA, T.; FUKUSHIMA, H.; SATO, T.; MORIHARA, T; HASHIMOTO, Y. Community response to aircraft noise in Ho Chi Minh City and Hanoi. **Applied Acoustics** 72 p. 814–822, 2011.

NOGUEIRA, A. C.; SANSON, F.; PESSOA, K. A Expansão urbana e demográfica da cidade de Manaus e seus impactos ambientais. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil, 21-26, INPE, p. 5427-5434, abril 2007.

NUNES, M. F. O.; SATTLER, M. A. Percepção do ruído aeronáutico em escolas da zona I do PEZR do Aeroporto Internacional Salgado Filho. **Engevista**, V.6, N3, P 5-24, Dezembro 2004.

OAKLAND INTERNATIONAL AIRPORT. **Aircraft Noise**. Disponível em: <<http://flyoakland.com/>>. Acesso em 12/09/2013.

PEREIRA, M. R. M. **Elaboração de Novas Curvas para o Zoneamento de Ruído, segundo o RBAC 161, e Análise do Uso e Ocupação do Solo no Entorno do Aeroporto Internacional de Aracajú**. Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2013.

PORTAL EDUCACIONAL. Banco de Imagens. Disponível em: <http://www.educacional.net/login/user178895.asp?restr=0&URL=/banco_imagens/98868544sa7.asp>. Acesso em 13/09/2013.

ROCHA, R. B.; SLAMA, J. G. Adequação do zoneamento urbano ao zoneamento sonoro dos aeroportos. **SITRAER** 7. p. 629 – 640: 2008.

SÁ, A. L. F.; FILHO, O. M. N. Ocupação desordenada da área de risco no trecho do igarapé do Mindú na comunidade bairro novo, Jorge Teixeira III, na cidade de Manaus. **Revista GEONORTE**, Edição Especial, v.3, n.4, p. 1161-1170, 2012.

SALAH, K.; ABDALLAH, L. Optimization approaches of aircraft flight path reducing noise: Comparison of modeling methods. **Applied Acoustics**, Volume 73, Issue 4, Pages 291–301, April 2012.

SCHRECKENBER, D.; MEIS, M.; KAHL, C.; PESCHEL, C.; EIKMANN, T. Aircraft noise and quality of life around Frankfurt Airport. **International Journal of Environmental Research and Public Health**. (2010), vol 7.

SCHULTZ, T. J. Synthesis of social surveys on noise annoyance. **Journal of acoustical society of America**. v. 64, p.337-405, 1978.

STANSFELD, S. A.; BERGLUND, B.; CLARK, C.; LOPEZ-BARRIO, I.; FISCHER, P.; ÖHRSTRÖM, E. Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health: a cross-national study. **The Lancet**, 365 (9475), 1942-1949: 2005.

UNITED STATES OF AMERICA. FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION - FAA. Integrated Noise Model (INM) Version 7.0 Technical Manual. **U.S. Department of Transportation**, Washington: 2008.

UNITED STATES OF AMERICA. FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION FAA. Land use compatibility and airports. **U.S. Department of Transportation**, Washington: 1998.

VIEIRA, F. C. B.; BRITO, E. B. B.; TEIXEIRA, A. F. Educação Ambiental: Uma Análise da Poluição e Contaminação dos Igarapés Urbanos da Cidade de Manaus. **VIII Forum Ambiental da Alta Paulista**. V8, n.2, p. 360-372, 2012.

APÊNDICES

AP 01 Tabelas de trajetórias de pousos e decolagens no SBEG. Dados consolidados

LOCALIDADE: SBEG							
Case 1 - Mestrado DNL							
Cabeceira: 10 (rotas de número par)				Cabeceira: 28 (rotas de número ímpar)			
DEP	Segmentos	Tipo	Dist. (Km)	DEP	Segmentos	Tipos	Dist. (Km)
DEP 02	1	reta	7	DEP 01	1	reta	4,5
	2	curva dir.	45,00°		2	curva dir	220,00°
	3	reta	13		3	reta	11
DEP 04	1	reta	7	DEP 03	1	reta	4,5
	2	curva dir.	60,00°		2	curva esq	50°
		reta			3	reta	
DEP 06	1	reta	7	DEP 05	1	reta	4,5
	2	curva esq	250,00°		2	curva dir	110,00°
	3	reta	7		3	reta	15
DEP 08	1	reta	7	DEP 07			
	2	curva esq	180,00°				
	3	reta	7				
APP 02		RETA	10	APP 01		RETA	10

AP 02 Planilha de movimento operacional no SBEG. Dados tratados

MOVIMENTO OPERACIONAL: PORCENTAGEM DE UTILIZAÇÃO DE TRAJETÓRIAS														
AEROPORTO: SBEG			TEMPO OPERACIONAL: 365 DIAS						Nº DE OPERAÇÕES: 45.028 POUSOS					
UTILIZAÇÃO DAS TRAJETÓRIAS POR CABECEIRA														
AERONAVE	Nº DE VOOS		DECOLAGENS							Nº DE VOOS		POUSOS		
			CAB10				CAB28					CAB10	CAB28	
			DP02	DP04	DP06	DP08	DP01	DP03	DP05			AP02	AP01	
A 310	D	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	D	0	0,00	0,00
	N	380	0,50	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	N	380	1,00	0,00
A319	D	210	0,21	0,02	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	D	210	0,27	0,00
	N	233	0,58	0,12	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	N	233	0,73	0,00
A320	D	2487	0,35	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	D	2487	0,45	0,01
	N	2898	0,40	0,05	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	N	2898	0,53	0,00
A321	D	191	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	D	191	0,01	0,00
	N	471	0,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N	471	0,99	0,00
A322	D	575	0,92	0,00	0,00	0,04	0,03	0,00	0,00	0,00	D	575	0,96	0,03
	N	194	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	N	194	0,02	0,00
A332	D	567	0,93	0,00	0,00	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	D	567	0,97	0,02
	N	208	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	N	208	0,02	0,00
ASTR	D	217	0,29	0,24	0,00	0,24	0,06	0,00	0,00	0,00	D	217	0,76	0,06
	N	195	0,12	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	N	195	0,18	0,00
B703	D	293	0,11	0,77	0,00	0,04	0,00	0,02	0,00	0,00	D	293	0,91	0,02
	N	192	0,00	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	N	192	0,06	0,00
B722	D	222	0,64	0,19	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	D	222	0,86	0,00
	N	192	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N	192	0,14	0,00
B732	D	199	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	D	199	0,33	0,00
	N	194	0,00	0,33	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	N	194	0,67	0,00
B733	D	225	0,03	0,07	0,00	0,42	0,00	0,00	0,07	0,00	D	225	0,53	0,07
	N	215	0,27	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,02	0,00	N	215	0,39	0,02
B734	D	210	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	D	210	0,00	0,00
	N	203	0,88	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	N	203	1,00	0,00
B735	D	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	D	0	0,00	0,00
	N	380	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N	380	1,00	0,00
B737	D	1216	0,17	0,22	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	D	1216	0,39	0,01
	N	1282	0,37	0,06	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	N	1282	0,59	0,00

MOVIMENTO OPERACIONAL: PORCENTAGEM DE UTILIZAÇÃO DE TRAJETÓRIAS													
AEROPORTO: SBEG			TEMPO OPERACIONAL: 365 DIAS						Nº DE OPERAÇÕES: 45.028 POUSOS				
UTILIZAÇÃO DAS TRAJETÓRIAS POR CABECEIRA													
AERONAVE	Nº DE VOOS		DECOLAGENS							Nº DE VOOS		POUSOS	
			CAB10				CAB28					CAB10	CAB28
			DP02	DP04	DP06	DP08	DP01	DP03	DP05			AP02	AP01
B738	D	2005	0,21	0,25	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	D	2005	0,47	0,01
	N	1882	0,24	0,10	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	N	1882	0,51	0,00
B742	D	202	0,00	0,37	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	D	202	0,41	0,00
	N	204	0,00	0,52	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	N	204	0,59	0,00
B744	D	282	0,05	0,52	0,00	0,28	0,02	0,00	0,00	D	282	0,85	0,02
	N	202	0,00	0,07	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	N	202	0,13	0,00
B752	D	244	0,74	0,06	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	D	244	0,81	0,01
	N	204	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N	204	0,17	0,00
B762	D	524	0,01	0,68	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00	D	524	0,93	0,00
	N	202	0,01	0,00	0,00	0,04	0,01	0,00	0,01	N	202	0,05	0,01
B763	D	1332	0,17	0,15	0,00	0,31	0,02	0,00	0,01	D	1332	0,63	0,04
	N	689	0,22	0,10	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	N	689	0,33	0,00
B772	D	197	0,08	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	D	197	0,67	0,00
	N	193	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N	193	0,33	0,00
BA146	D	380	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	D	380	1,00	0,00
	N	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N	0	0,00	0,00
BE40	D	211	0,36	0,11	0,00	0,18	0,11	0,00	0,04	D	211	0,64	0,14
	N	193	0,07	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	N	193	0,14	0,07
C17	D	380	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	D	380	1,00	0,00
	N	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N	0	0,00	0,00
C25A	D	213	0,14	0,34	0,00	0,24	0,10	0,00	0,00	D	213	0,72	0,10
	N	194	0,03	0,07	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	N	194	0,10	0,07
C25B	D	256	0,49	0,14	0,00	0,23	0,00	0,03	0,00	D	256	0,85	0,03
	N	198	0,05	0,04	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	N	198	0,12	0,00
C500	D	382	0,50	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	D	382	1,00	0,00
	N	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N	0	0,00	0,00
C525	D	403	0,26	0,40	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	D	403	0,94	0,00
	N	382	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N	382	0,06	0,00
C550	D	406	0,46	0,38	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	D	406	0,92	0,00
	N	191	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N	191	0,08	0,00
C560	D	387	0,13	0,38	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00	D	387	0,92	0,00

MOVIMENTO OPERACIONAL: PORCENTAGEM DE UTILIZAÇÃO DE TRAJETÓRIAS														
AEROPORTO: SBEG			TEMPO OPERACIONAL: 365 DIAS						Nº DE OPERAÇÕES: 45.028 POUSOS					
UTILIZAÇÃO DAS TRAJETÓRIAS POR CABECEIRA														
AERONAVE	Nº DE VOOS		DECOLAGENS							Nº DE VOOS		POUSOS		
			CAB10				CAB28					CAB10	CAB28	
			DP02	DP04	DP06	DP08	DP01	DP03	DP05			AP02	AP01	
	N	0	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N	0	0,08	0,00
C56X	D	356	0,27	0,20	0,00	0,28	0,05	0,03	0,04	D	356	0,75	0,11	
	N	216	0,05	0,06	0,00	0,03	0,00	0,01	0,01	N	216	0,13	0,01	
C650	D	275	0,30	0,20	0,00	0,22	0,09	0,00	0,04	D	275	0,72	0,13	
	N	195	0,03	0,04	0,00	0,03	0,02	0,00	0,02	N	195	0,10	0,04	
C680	D	250	0,19	0,05	0,00	0,22	0,02	0,00	0,00	D	250	0,46	0,02	
	N	226	0,32	0,05	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	N	226	0,52	0,00	
C750	D	212	0,31	0,00	0,00	0,23	0,10	0,00	0,21	D	212	0,54	0,31	
	N	197	0,08	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	N	197	0,15	0,00	
CL30	D	210	0,20	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	D	210	0,53	0,00	
	N	207	0,30	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	N	207	0,48	0,00	
CL60	D	216	0,15	0,02	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00	D	216	0,40	0,00	
	N	213	0,25	0,04	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	N	213	0,60	0,00	
CRJ9	D	191	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	D	191	1,00	0,00	
	N	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N	0	0,00	0,00	
DC87	D	191	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	D	191	1,00	0,00	
	N	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N	0	0,00	0,00	
E135	D	249	0,13	0,16	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	D	249	0,41	0,00	
	N	255	0,35	0,04	0,00	0,13	0,03	0,04	0,00	N	255	0,52	0,07	
E145	D	257	0,15	0,56	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	D	257	0,96	0,00	
	N	199	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	N	199	0,04	0,00	
E170	D	248	0,78	0,03	0,00	0,03	0,08	0,00	0,00	D	248	0,85	0,08	
	N	195	0,05	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N	195	0,08	0,00	
E190	D	1162	0,21	0,04	0,00	0,07	0,04	0,00	0,00	D	1162	0,33	0,04	
	N	1517	0,44	0,12	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	N	1517	0,63	0,01	
E50P	D	199	0,21	0,21	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00	D	199	0,71	0,00	
	N	193	0,07	0,07	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	N	193	0,29	0,00	
E55P	D	224	0,28	0,00	0,00	0,46	0,00	0,00	0,00	D	224	0,74	0,00	
	N	198	0,14	0,02	0,00	0,02	0,00	0,08	0,00	N	198	0,18	0,08	
EA50	D	380	0,50	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	D	380	1,00	0,00	
	N	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N	0	0,00	0,00	

MOVIMENTO OPERACIONAL: PORCENTAGEM DE UTILIZAÇÃO DE TRAJETÓRIAS													
AEROPORTO: SBEG			TEMPO OPERACIONAL: 365 DIAS						Nº DE OPERAÇÕES: 45.028 POUSOS				
UTILIZAÇÃO DAS TRAJETÓRIAS POR CABECEIRA													
AERONAVE	Nº DE VOOS		DECOLAGENS							Nº DE VOOS		POUSOS	
			CAB10				CAB28					CAB10	CAB28
			DP02	DP04	DP06	DP08	DP01	DP03	DP05			AP02	AP01
F100	D	380	0,50	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	D	380	1,00	0,00
	N	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N	0	0,00	0,00
F28	D	192	0,00	0,50	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	D	192	1,00	0,00
	N	191	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N	191	0,00	0,00
F2TH	D	236	0,28	0,03	0,00	0,17	0,03	0,00	0,00	D	236	0,48	0,03
	N	233	0,29	0,00	0,00	0,16	0,03	0,00	0,00	N	233	0,45	0,03
F5C	D	207	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	D	207	1,00	0,00
	N	190	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N	190	0,00	0,00
GLEX	D	192	0,00	0,00	0,00	0,38	0,38	0,00	0,25	D	192	0,38	0,63
	N	194,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N	194	0,00	0,00
GLF2	D	190	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	D	190	0,50	0,00
	N	190	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N	190	0,50	0,00
GLF3	D	202	0,53	0,07	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	D	202	0,93	0,00
	N	190	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	N	190	0,07	0,00
GLF4	D	232	0,20	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	D	232	0,31	0,00
	N	232	0,41	0,00	0,00	0,23	0,00	0,04	0,00	N	232	0,64	0,04
GLF5	D	223	0,27	0,00	0,00	0,44	0,04	0,00	0,06	D	223	0,71	0,10
	N	245	0,17	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	N	245	0,19	0,00
H25A	D	213	0,78	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	D	213	1,00	0,00
	N	206	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N	206	0,00	0,00
H25B	D	249	0,36	0,14	0,00	0,26	0,03	0,00	0,00	D	249	0,77	0,03
	N	198	0,12	0,01	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	N	198	0,20	0,00
H400	D	380	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	D	380	1,00	0,00
	N	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N	0	0,00	0,00
HA4T	D	380	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	D	380	1,00	0,00
	N	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N	0	0,00	0,00
HS25B	D	190	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	D	190	0,50	0,00
	N	191	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N	191	0,50	0,00
LJ31	D	201	0,50	0,00	0,00	0,36	0,00	0,00	0,00	D	201	0,86	0,00
	N	191	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N	191	0,14	0,00
LJ35	D	219	0,08	0,36	0,00	0,26	0,00	0,00	0,00	D	219	0,69	0,00

MOVIMENTO OPERACIONAL: PORCENTAGEM DE UTILIZAÇÃO DE TRAJETÓRIAS													
AEROPORTO: SBEG			TEMPO OPERACIONAL: 365 DIAS						Nº DE OPERAÇÕES: 45.028 POUSOS				
UTILIZAÇÃO DAS TRAJETÓRIAS POR CABECEIRA													
AERONAVE	Nº DE VOOS		DECOLAGENS							Nº DE VOOS		POUSOS	
			CAB10				CAB28					CAB10	CAB28
			DP02	DP04	DP06	DP08	DP01	DP03	DP05			AP02	AP01
	N	200	0,13	0,08	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	N	200	0,31	0,00
LJ40	D	394	0,69	0,19	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	D	394	1,00	0,00
	N	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N	0	0,00	0,00
LJ45	D	254	0,23	0,17	0,00	0,31	0,00	0,00	0,02	D	254	0,71	0,02
	N	207	0,16	0,02	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	N	207	0,27	0,00
LJ55	D	201	0,25	0,25	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	D	201	0,65	0,00
	N	193	0,00	0,10	0,00	0,15	0,00	0,00	0,10	N	193	0,25	0,10
LJ60	D	221	0,33	0,21	0,00	0,12	0,07	0,00	0,00	D	221	0,67	0,07
	N	199	0,12	0,05	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	N	199	0,26	0,00
LR35A	D	190	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	D	190	0,33	0,00
	N	191	0,33	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	N	191	0,67	0,00
MD11	D	400	0,03	0,49	0,00	0,05	0,02	0,00	0,00	D	400	0,58	0,02
	N	312	0,02	0,36	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	N	312	0,40	0,01
MD83	D	276	0,00	0,34	0,00	0,41	0,01	0,00	0,00	D	276	0,75	0,01
	N	216	0,00	0,13	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	N	216	0,24	0,00
PRM1	D	381	0,67	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	D	381	1,00	0,00
	N	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N	0	0,00	0,00
AN-225	D	7	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	D	7	1,00	0,00
	N	7	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N	7	1,00	0,00
A380	D	12	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	D	12	1,00	0,00
	N	12	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N	12	1,00	0,00

ANEXOS

A 01 Tabela E-1 (RBAC Nº 161) – Usos compatíveis e incompatíveis com para áreas abrangidas por PBZR

USO DO SOLO	Nível de ruído médio dia-noite (dB)		
	Abaixo de 65	65-75	Acima de 75
Residências			
uni e multifamiliares	S	N (1)	N
Alojamentos temporários (exemplos: hotéis, motéis e pousadas ou empreendimentos equivalentes).	S	N (1)	N
Locais de permanência prolongada (exemplos: presídios, orfanatos, asilos, quartéis, mosteiros conventos, apart-hotéis, pensões ou empreendimentos equivalentes)	S	N (1)	N
Usos Públicos			
Educacionais (exemplo: universidades, bibliotecas, faculdades, creches, escolas, colégios ou empreendimentos equivalentes)	S	N(1)	N
Saúde (exemplos: hospitais, sanatórios, clínicas, casas de saúde, centros de reabilitação ou empreendimentos equivalentes)	S	30	N
Igrejas, auditórios e salas de concerto (exemplos: igrejas, templos, associações religiosas, centro culturais, museus, galerias de arte, cinemas, teatros ou empreendimentos equivalentes)	S	30	N
Serviços governamentais (exemplos: postos de atendimento, correios, aduanas ou empreendimentos equivalentes)	S	25	N
Transportes (exemplos: terminais rodoviários, ferroviários, aeroportuários, marítimos, de carga e passageiros ou empreendimentos equivalentes)	S	25	N
Estacionamentos (exemplo: edifício garagem ou empreendimentos equivalentes)	S	25	N
Usos Comerciais e serviços			
Escritórios, negócios e profissional liberal (exemplos: escritórios, salas e salões comerciais, consultórios ou empreendimentos equivalentes)			
Comércio atacadista – materiais de construção, equipamentos de grande porte	S	25	N

USO DO SOLO	Nível de ruído médio dia-noite (dB)		
	Abaixo de 65	65-75	Acima de 75
Comércio varejista			
Serviços de utilidade pública (exemplos: cemitérios, crematórios, estações de tratamento de água e esgoto, reservatórios de água, geração e distribuição de energia elétrica, Corpo de Bombeiros ou empreendimentos equivalentes)	S	25	N
Serviços de comunicação (exemplos: estações de rádio e televisão ou empreendimentos equivalentes)	S	25	N
Usos industriais e de produção			
Indústrias em geral	S	25	N
Indústrias de precisão (exemplo: fotografia, óptica)	S	25	N
Agricultura e floresta	S	S(3)	S(4)
Criação de animais, pecuária	S	S(3)	N
Mineração e pesca (exemplo: produção e extração de recursos naturais)	S	S	S
Usos Recreacionais			
Estádios de esportes ao ar livre ginásios	S	S	N
Conchas acústicas ao ar livre e anfiteatros	S	N	N
Exposições agropecuárias e zoológicos	S	N	N
Parques, parques de diversões, acampamentos ou empreendimentos equivalentes	S	S	N
Campos de golfe, hípica e parques aquáticos	S	25	N

A 02 Tabela E-2 (RBAC N° 161) – Usos compatíveis e incompatíveis com para áreas abrangidas por PEZR

USO DO SOLO	Nível de ruído médio dia-noite (dB)					
	Abaixo de 65	65-70	70-75	75-80	80-85	Acima de 85
Residências						
uni e multifamiliares	S	N (1)	N (1)	N	N	N
Alojamentos temporários (exemplos: hotéis, motéis e pousadas ou empreendimentos equivalentes).	S	N (1)	N (1)	N	N	N
Locais de permanência prolongada (exemplos: presídios, orfanatos, asilos, quartéis, mosteiros conventos, apart-hotéis, pensões ou empreendimentos equivalentes)	S	N (1)	N (1)	N	N	N
Usos Públicos						
Educacionais (exemplo: universidades, bibliotecas, faculdades, creches, escolas, colégios ou empreendimentos equivalentes)	S	N (1)	N (1)	N	N	N
Saúde (exemplos: hospitais, sanatórios, clínicas, casas de saúde, centros de reabilitação ou empreendimentos equivalentes)	S	25	30	N	N	N
Igrejas, auditórios e salas de concerto (exemplos: igrejas, templos, associações religiosas, centro culturais, museus, galerias de arte, cinemas, teatros ou empreendimentos equivalentes)	S	25	30	N	N	N
Serviços governamentais (exemplos: postos de atendimento, correios, aduanas ou empreendimentos equivalentes)	S	S	25	30	N	N
Transportes (exemplos: terminais rodoviários, ferroviários, aeroportuários, marítimos, de carga e passageiros ou empreendimentos equivalentes)	S	S	25	30	35	35
Estacionamentos (exemplo: edifício garagem ou empreendimentos equivalentes)	S	S	25	30	35	N

USO DO SOLO	Nível de ruído médio dia-noite (dB)					
	Abaixo de 65	65-70	70-75	75-80	80-85	Acima de 85
Usos Comerciais e serviços						
Escritórios, negócios e profissional liberal (exemplos: escritórios, salas e salões comerciais, consultórios ou empreendimentos equivalentes)	S	S	25	30	N	N
Comércio atacadista – materiais de construção, equipamentos de grande porte	S	S	25	30	35	N
Comércio varejista	S	S	25	30	N	N
Serviços de utilidade pública (exemplos: cemitérios, crematórios, estações de tratamento de água e esgoto, reservatórios de água, geração e distribuição de energia elétrica, Corpo de Bombeiros ou empreendimentos equivalentes)	S	S	25	30	35	N
Serviços de comunicação (exemplos: estações de rádio e televisão ou empreendimentos equivalentes)	S	S	25	30	N	N
Usos industriais e de produção						
Indústrias em geral	S	S	25	30	35	N
Indústrias de precisão (exemplo: fotografia, óptica)	S	S	25	30	N	N
Agricultura e floresta	S	S(2)	S(3)	S(4)	S(4)	S(4)
Criação de animais, pecuária	S	S(2)	S(3)	N	N	N
Mineração e pesca (exemplo: produção e extração de recursos naturais)	S	S	S	S	S	S
Usos Recreacionais						
Estádios de esportes ao ar livre ginásios	S	S	S	N	N	N
Conchas acústicas ao ar livre e anfiteatros	S	N	N	N	N	N
Exposições agropecuárias e zoológicos	S	S	N	N	N	N
Parques, parques de diversões, acampamentos ou empreendimentos equivalentes	S	S	S	N	N	N
Campos de golfe, hípica e parques aquáticos	S	S	25	30	N	N

Notas das Tabelas E-1 e E-2:

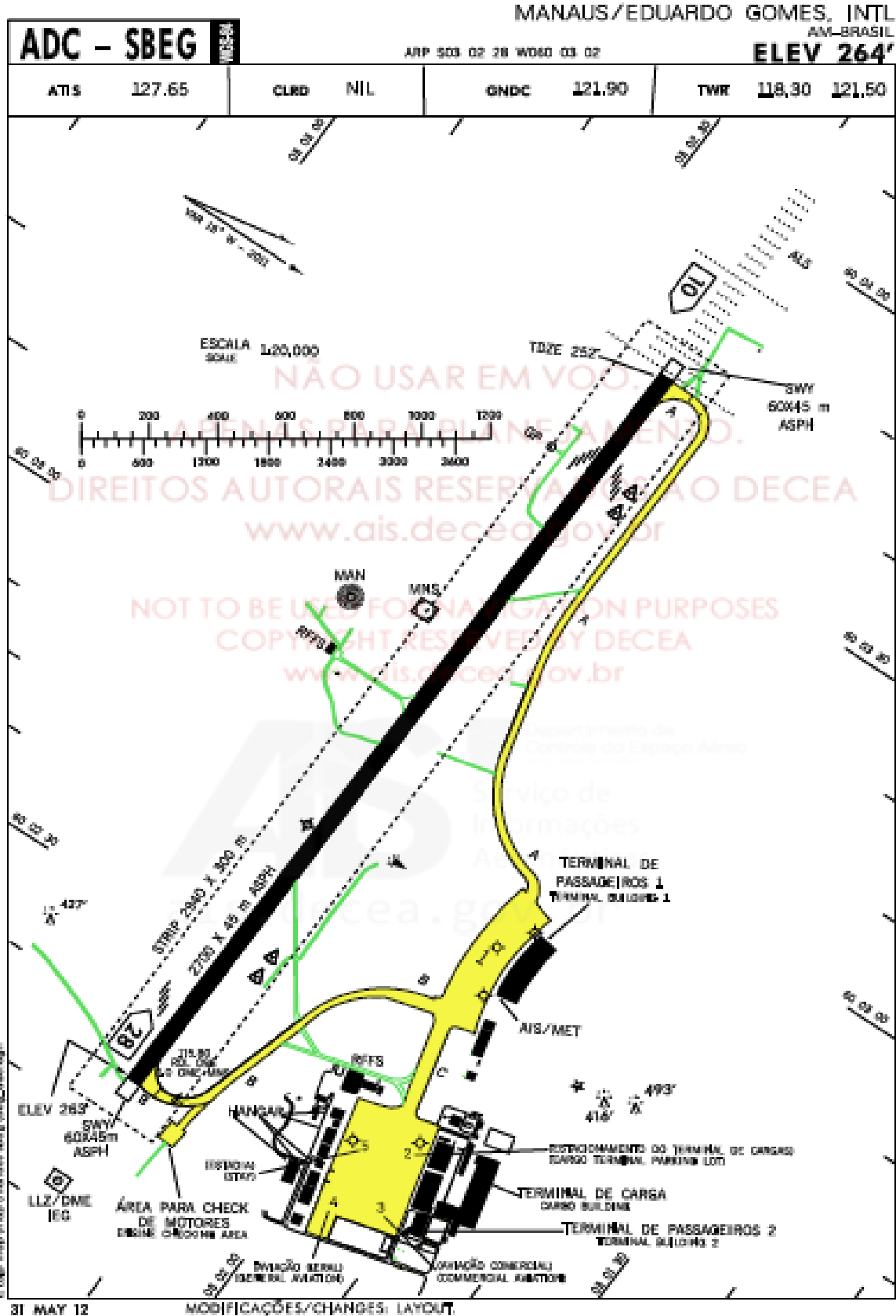
S (Sim) = usos do solo e edificações relacionadas compatíveis sem restrições.

N (Não) = usos do solo e edificações relacionadas não compatíveis.


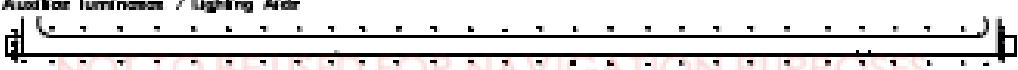

25, 30, 35 = usos do solo e edificações relacionadas geralmente compatíveis. Medidas para atingir uma redução de nível de ruído – RR de 25, 30 ou 35 dB devem ser incorporadas no projeto/construção das edificações onde houver permanência prolongada de pessoas.

- (1) Sempre que os órgãos determinarem que os usos devam ser permitidos, devem ser adotadas medidas para atingir uma RR de pelo menos 25 dB.
- (2) Edificações residenciais requerem uma RR de 25 dB.
- (3) Edificações residenciais querem uma RR de 30 dB.
- (4) Edificações residenciais não são compatíveis.

A 03 Carta Aeronáutica ADC-SBEG



ADC-SBEG: INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES / COMPLEMENTARY INFORMATION

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS / PHYSICAL CHARACTERISTICS													
PISTA RUNWAY				DIMENSÕES(m) DIMENSIONS(m)					PCN	TIPO DE SUPERFÍCIE SURFACE KIND			
RWY	SEG. MAG	Tipos Type	BCD	RWY	SWY	CWY	RESA	STRIP	RWY	RWY	SWY		
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l		
10	103	PA-4	4	2700x45	60x45			3740	X 71/F/C/X/T	ASPH	ASPH		
28	283	NPA	4		60x45			300			ASPH		
DISTÂNCIAS DECLARADAS, AUXÍLIOS VISUAIS E COORDENADAS DAS CABECEIRAS DECLARED DISTANCES, VISUAL AIDS AND THRESHOLD COORDINATES													
RWY	TORA(m)	ASDA(m)	TODA(m)	LDA(m)	AUXÍLIOS / AIDS		ALTURA GEODAL(m) GEOID HEIGHT(m)		COORDENADAS COORDINATES				
10	2700	2740	2700	2700	PAPI		- 11,70		903 02 19 W060 03 43				
28	2700	2740	2700	2700	PAPI		- 11,75		903 02 19 W060 03 43				
SERVIÇO DE SALVAMENTO E CONTRABANDISMO / RESCUE AND FIRE FIGHTING SERVICE / RFFFS REQ 9													
RWY 10 / 28													
<p>Sinalização horizontal / Marking Aids</p>  <p>Auxílios luminosos / Lighting Aids</p>  <p>Perfil longitudinal / Longitudinal Profile</p> 													
<p>RWIK:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) PAPI (3,037) RWY 10 - MEHT 40' 2) PAPI RWY 28 - MEHT 62,40' 3) HIRL RWY 10/28. 4) INS 4 - 903 04,97 / W060 02,39 INS 5 - 903 04,88 / W060 02,44 													

C:\p\airports\sbeg\sumario\sumario@sbeg.00000001

31 MAY 12

