

Nota Técnica nº 02/2011/GTCongonhas/ANAC

Brasília, 31 de Maio de 2011.

Assunto: **Estudos sobre isolamento acústico e procedimentos ou restrições operacionais no aeroporto de Congonhas, com vistas à redução do ruído nas residências no entorno deste aeroporto**

1. Introdução

O presente documento tem por objetivo apresentar estudos realizados pelo Grupo de Trabalho instituído pela Portaria ANAC nº 130, de 25 de janeiro de 2011. Esta Portaria designou servidores da ANAC para realizar 3 estudos relacionados às discussões realizadas no âmbito do processo judicial nº 0005425-75.2007.403.6100. Este processo, em linhas gerais, trata dos transtornos ambientais gerados pelo funcionamento do Aeroporto de Congonhas à comunidade de moradores das regiões localizadas no entorno deste sítio aeroportuário. Um membro do DECEA também foi designado para participação neste Grupo de Trabalho, conforme disposto no ofício 211CCOI/3918 do Comando da Aeronáutica.

No presente documento encontra-se o desenvolvimento dos estudos finais requisitados para este Grupo de Trabalho, descritos conforme segue:

- a) Análise da efetividade da implantação de isolamento acústico nas residências localizadas nas curvas de ruído 1, 2 e 3 do aeroporto de Congonhas, considerando ser esta uma medida mitigadora arrolada na abordagem equilibrada constante do Anexo 16 à Convenção sobre Aviação Civil Internacional (Decreto nº 21713, de 27 de agosto de 1946) e
- b) Estudo de viabilidade de procedimentos ou restrições operacionais com vistas à redução do ruído nas cercanias do aeroporto de Congonhas.

Para desenvolver estes temas, o grupo de trabalho realizou, além de ampla pesquisa bibliográfica e análise técnica, reuniões com entidades com influência sobre o tema, a saber:

- Infraero - Gerência de Planejamento de Integração Urbana – Reunião no dia 05/04/2011
Nesta reunião a Infraero cedeu informações sobre seus estudos prévios a respeito do aeroporto de Congonhas (identificação de receptores críticos e campanha de medições realizada em 2010). Foram discutidas também as preocupações do ponto de vista do administrador aeroportuário, a respeito das medidas a serem adotadas.
- Empresas Aéreas – Engenharia de Operações – Reunião no dia 28/04/2011

O grupo de trabalho apresentou às empresas aéreas os procedimentos e restrições operacionais passíveis de utilização no aeroporto de Congonhas. Como resultado desta reunião, foi elaborado um questionário para levantar o posicionamento das empresas sobre cada um destes tópicos. As respostas a este questionário constam do Anexo A a este texto.

- Poder Público Municipal– Reuniões nos dias 13/04/2011 e 10/05/2011

Houve duas reuniões, uma no âmbito da Câmara técnica da Secretaria do Verde e Meio Ambiente, onde, apesar do objetivo da reunião não ter sido diretamente associado ao aeroporto de Congonhas, o assunto foi abordado informalmente. A segunda reunião ocorreu através de participação em audiência pública na Câmara Municipal da cidade de São Paulo, perante comissão que estuda o tema do ruído no aeroporto de Congonhas. Como resultado destas duas reuniões houve troca de informações principalmente sobre código de obras e plano diretor da cidade de São Paulo.

- CGNA – DECEA– Reunião no dia 03/05/2011

Foram cedidos dados do setor de estatística do CGNA para utilização deste relatório, além de esclarecimentos a respeito das limitações de movimentos vigentes no aeroporto de Congonhas.

Estas reuniões proveram valiosas contribuições ao trabalho, de forma que o desenvolvimento e conclusões deste relatório já levam em conta esta colaboração.

Esta Nota Técnica será dividida nos seguintes capítulos:

- Diagnóstico da situação de ruído no entorno do aeroporto
- Procedimentos operacionais de baixo ruído
- Isolamento acústico
- Restrições operacionais
- Considerações finais

É importante destacar, ainda na parte introdutória destes estudos, que quaisquer medidas analisadas somente devem ser implementadas após a observância do ordenamento jurídico brasileiro, considerando:

- a) a competência da ANAC para regular e fiscalizar a infra-estrutura aeroportuária e o ruído aeronáutico, cabendo à sua Diretoria colegiada, em procedimento administrativo próprio, o exercício do poder normativo, nos termos do art. 8º, X e XXI, e art. 11, V, da Lei nº 11.182/2005;
- b) a competência do DECEA para regular e fiscalizar o controle do espaço aéreo, nos termos do art. 8º, XXI, da Lei nº 11.182/2005.

2. Diagnóstico inicial

Para que sejam verificadas as possibilidades disponíveis para melhoria do ruído no entorno do aeroporto, é necessário inicialmente efetuar um diagnóstico da situação atual, no que diz respeito à exposição e percepção de ruído aeronáutico relativo às operações em Congonhas.

Com este objetivo, este estudo utilizará os dados da campanha de medições feitas pela Infraero em 2010, cujos dados constam de relatório já disponibilizado à Justiça Federal e foram cedidos pela Infraero para incorporação também nesta Nota Técnica. Além disso, foram levantados mapas de ruído atualizados para o aeroporto de Congonhas, considerando o movimento do aeroporto no ano de 2010. Detalhes destas análises são descritos a seguir:

2.1. Campanha de medições Infraero

A campanha de medições da Infraero foi realizada entre os dias 26 de outubro e 11 de novembro de 2010. Estas medições foram extensivamente analisadas pela COPPE-UFRJ em seu relatório disponibilizado no dia 29 de novembro de 2010. Desta forma, esta Nota Técnica apenas destacará algumas informações relevantes para o desenvolvimento dos assuntos que darão seguimento a este relatório.

A campanha de monitoramento realizou medições de ruído em 5 posições representativas do entorno do aeroporto de Congonhas, conforme descrito brevemente a seguir:

Tabela 1 - Pontos de medição - Campanha Infraero

Ponto de medição	Bairro
1	Itaim
2	Saúde
3	Campo Belo
4	Moema
5	Jabaquara

A seguinte imagem mostra a localização dos pontos de medição, com relação à pista do aeroporto:

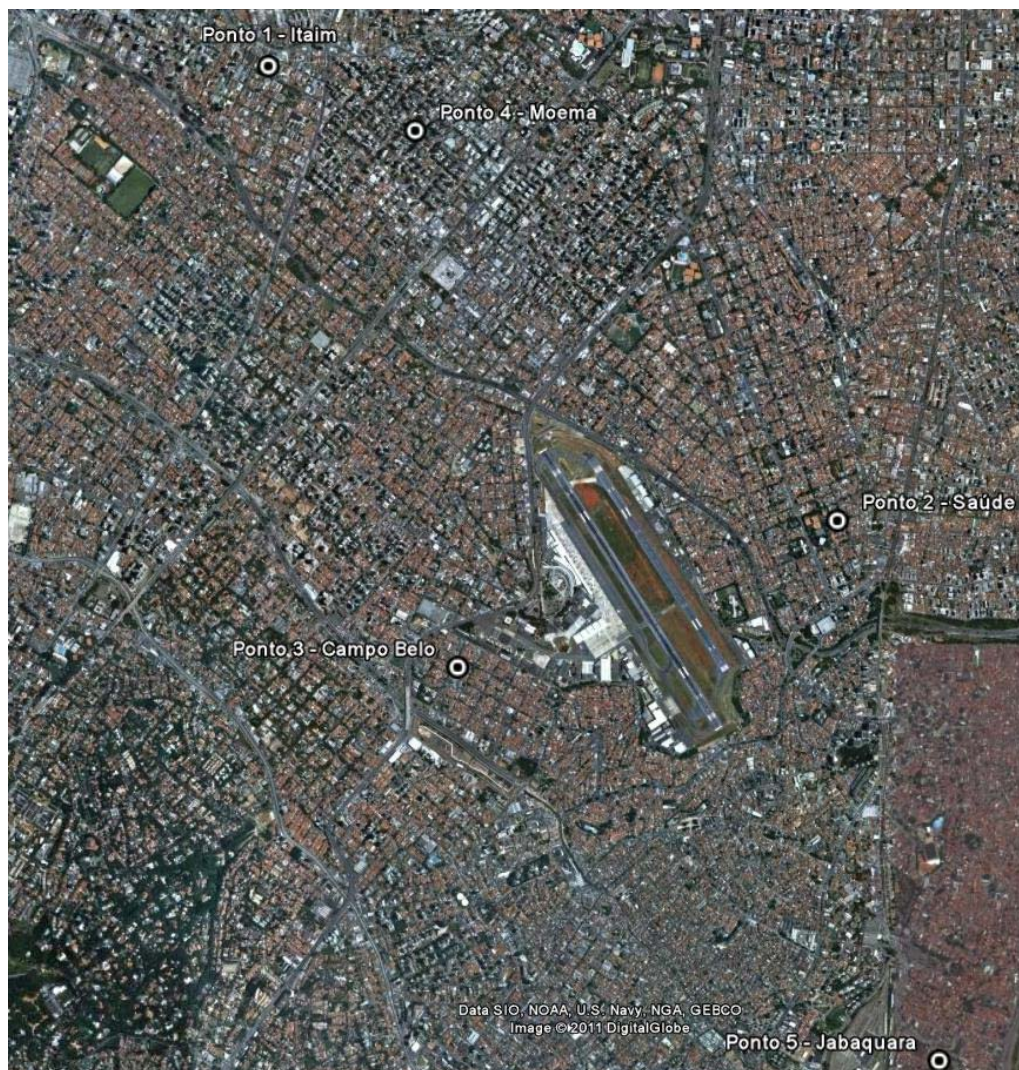


Figura 1 - Localização dos pontos de monitoramento

A imagem mostra que os pontos 1, 4 e 5 encontram-se alinhados com as pistas do aeroporto de Congonhas. Por esta razão, estas medições serão aqui analisadas em maior detalhe.

Os gráficos a seguir mostram os níveis de ruído de pouso medidos nos pontos 1, 4 e 5, em função do modelo de aeronave. Ressalta-se que as medições dispostas a seguir foram feitas apenas durante o período de maior interesse para os moradores, entre as 6:00 e 9:00.

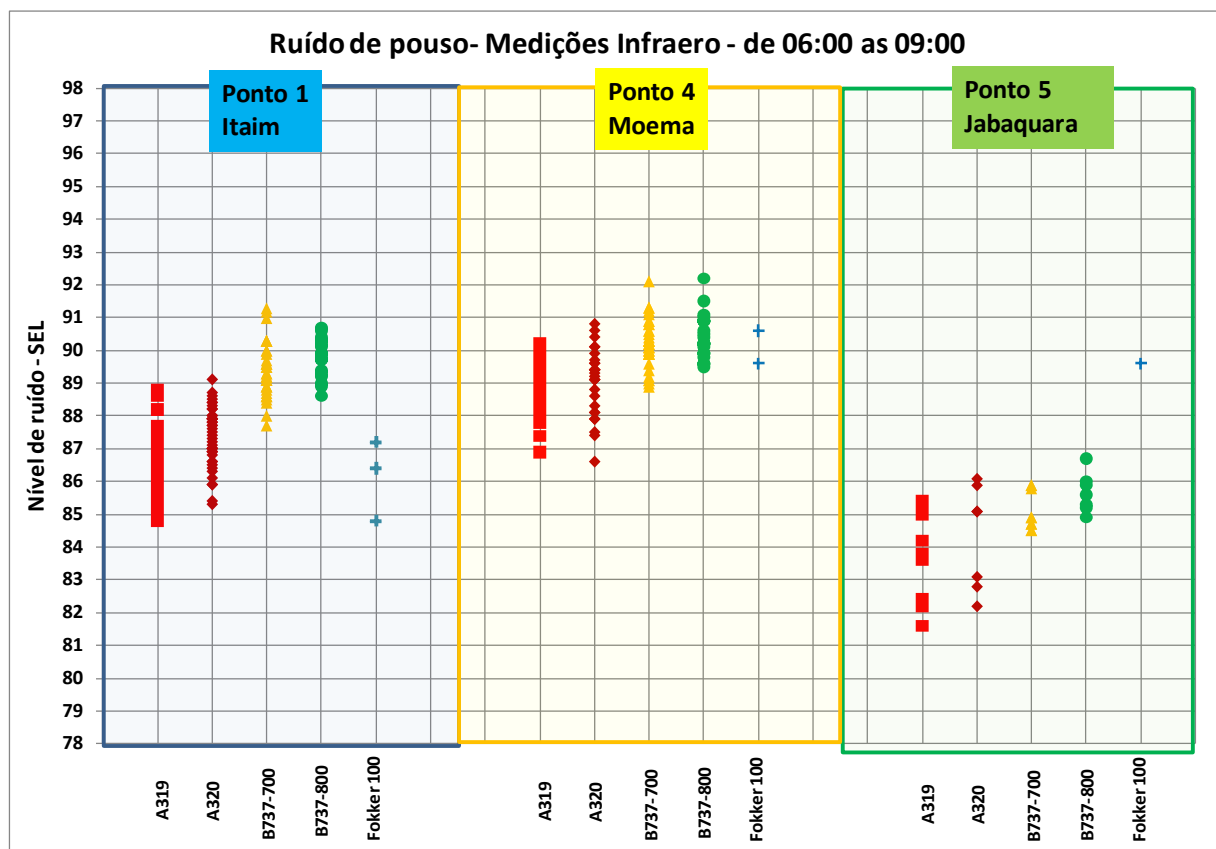


Figura 2 – Medição de ruído em pouso

O gráfico a seguir mostra os níveis de ruído de decolagem medidos nestes mesmos pontos:

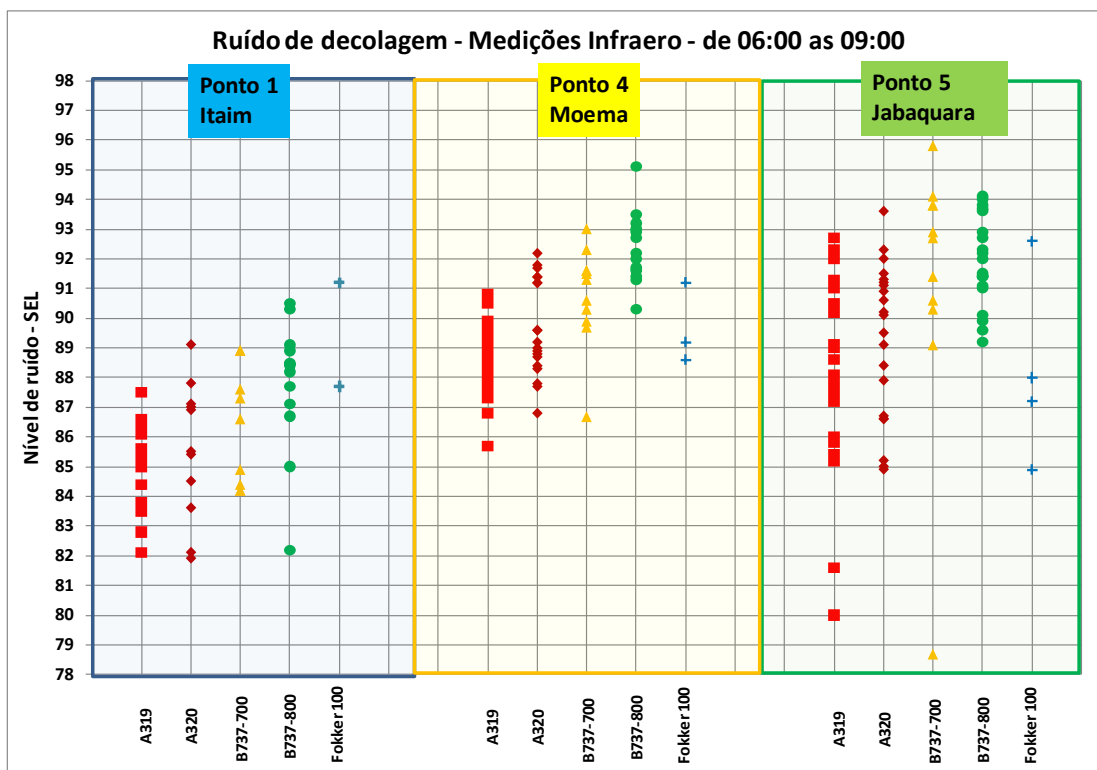


Figura 3 - Medição de ruído de decolagem

A análise dos gráficos mostra que:

1 – Conforme já mencionado pela Infraero em seu relatório e relatado pelos moradores, as aeronaves da Boeing são mais ruidosas em pouso do que os Airbus, em torno de 1 a 2 dB SEL.

2 – Considerando um mesmo modelo de aeronave, a variação dos valores medidos em pousos é relativamente baixa, com valores entre 2 a 4 SEL.

3 – Considerando um mesmo modelo de aeronave, a variação dos valores medidos nas decolagens é mais alta, atingindo valores de até 13 SEL em alguns pontos.

A relativamente baixa variação das medidas em pouso é causada pelo fato de que, na aproximação, as aeronaves sobrevoam os pontos de medição em situações relativamente controladas de altitude, velocidade e configuração. Por outro lado, as condições de decolagem possuem maiores margens permitidas para operação: podem ser realizadas curvas, os gradientes de subida podem variar em uma maior faixa, diversas configurações de motor e flaps também podem ser utilizadas. Isto acaba por causar as maiores variações nos níveis de ruído medidos.

Especialmente no ponto de medição Jabaquara, as variações chegam a níveis da ordem de 13 decibéis, para um mesmo modelo de aeronave. Sabendo-se que um aumento de 2 vezes na altitude de

sobrevôo causa uma diminuição de 6 decibéis no nível de ruído, pode-se ver que este nível de variação é bastante elevado, o que leva a uma questão: é possível controlar os procedimentos de decolagem em utilização atual em Congonhas, com o objetivo de manter os níveis de ruído em uma faixa mais baixa? Esta nota técnica buscará responder a esta questão, analisando tecnicamente as variáveis envolvidas nos procedimentos de decolagem em vigor em Congonhas.

2.2. Mapas de ruído do aeroporto

Mapas de ruído atualizados foram confeccionados a partir dos dados de todas as operações de aeronaves em Congonhas, no ano de 2010. Estes dados foram fornecidos pelo DECEA e classificados em função dos parâmetros que influenciam a percepção de ruído em solo. Alguns detalhes desta classificação são mostrados a seguir:

Tabela 2 - Detalhes da modelagem de ruído

Número de Movimentos (2010)	208942
Pistas utilizadas	17R, 17L, 35R, 35L
Saídas utilizadas	APIT, DIADEMA, DUMO, GALE, KING
Modelos de aeronaves considerados	Boeing 737-300 Boeing 737-700 Boeing 737-800 Airbus A319 Airbus A320 (motores CFM) Airbus A320 (motores IAE) Fokker 100 Embraer 190 Learjet 35

A figura a seguir mostra a modelagem das principais rotas utilizadas em Congonhas, bem como a relação destas rotas com os pontos de monitoramento de ruído descritos anteriormente:

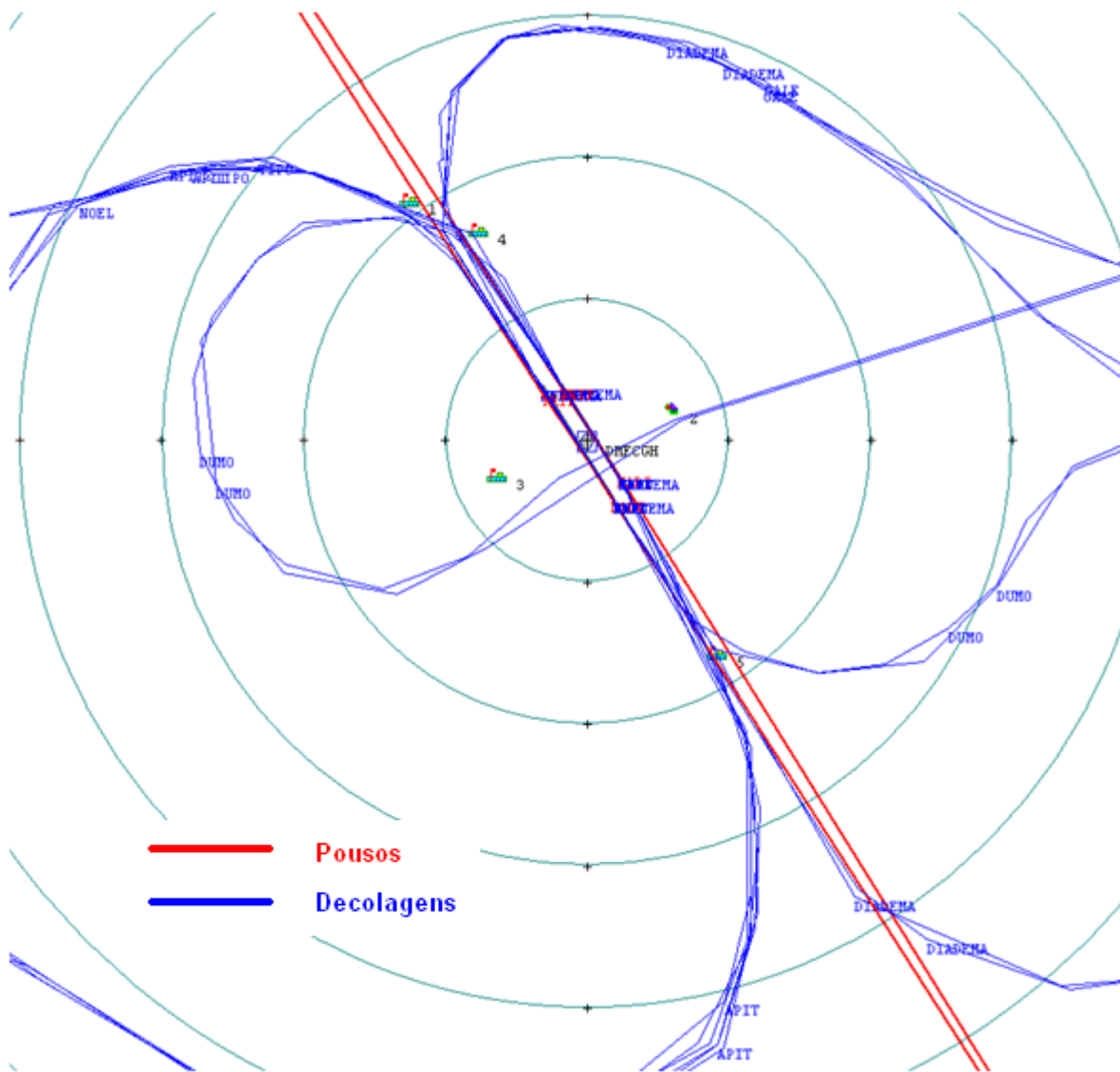


Figura 4 - Modelagem das rotas de pouso e decolagem em Congonhas

A imagem mostra que, segundo as cartas de navegação (disponibilizadas em <http://www.aisweb.aer.mil.br/>), as rotas de decolagem passam sobre os pontos de medição de ruído descritos, portanto em teoria as curvas feitas após a decolagem não seriam a causa das variações encontradas nos níveis de ruído, conforme mostrado anteriormente.

O peso de decolagem das aeronaves é um fator também determinante para os níveis de ruído, portanto é uma variável que deve ser considerada. Em geral quanto maior o peso de decolagem, maior será o ruído percebido em solo. O valor exato do peso de decolagem de cada operação é uma informação de difícil obtenção. Entretanto, para fins de análise de ruído uma boa aproximação dos pesos de decolagem pode ser obtida a partir da análise dos destinos dos voos: quanto mais distante for

o destino, maior a quantidade de combustível necessário para realizar a rota, e consequentemente maior o peso de decolagem.

A tabela a seguir mostra os destinos diretos, e suas respectivas distâncias, operados a partir do aeroporto de Congonhas no ano de 2010:

Tabela 3 - Destinos operados a partir de Congonhas (2010)

DESTINO	AEROPORTO	DISTÂNCIA (GC-Km)	% decolagens
SBSV	DEPUTADO LUÍS EDUARDO MAGALHÃES - BA	1480	2.40%
SBCY	MARECHAL RONDON - MT	1329	0.86%
SBIL	JORGE AMADO - BA	1264	1.04%
SBPS	PORTO SEGURO - BA	1124	0.39%
SBCG	CAMPO GRANDE - MS	897	2.04%
SBBR	PRESIDENTE JUSCELINO KUBITSCHEK - DF	873	10.98%
SBPA	SALGADO FILHO - RS	838	6.27%
SBGO	SANTA GENOVEVA - GO	823	3.41%
SBCX	REGIONAL HUGO CANTERGIANI - RS	766	0.72%
SBVT	EURICO DE AGUIAR SALLES - ES	756	3.47%
SBUL	TEN-COL AVIADOR CÉSAR BOMBONATO - MG	552	2.29%
SBMG	SÍLVIO NAME JÚNIOR - PR	546	0.61%
SBCF	TANCREDO NEVES - MG	524	8.14%
SBDN	PRESIDENTE PRUDENTE - SP	514	0.97%
SBBH	PAMPULHA - CARLOS DRUMMOND DE ANDRADE - MG	504	1.06%
SBFL	HERCÍLIO LUZ - SC	488	5.66%
SBLO	GOVERNADOR JOSÉ RICHA - PR	458	1.56%
SBSR	PROFESSOR ERIBERTO MANOEL REINO - SP	421	1.79%
SBNF	MINISTRO VICTOR KONDER - SC	414	2.65%
SBRJ	SANTOS DUMONT - RJ	366	24.23%
SBJV	LAURO CARNEIRO DE LOYOLA - SC	361	2.12%
SBGL	ANTONIO CARLOS JOBIM - RJ	360	4.47%
SBCT	AFONSO PENA - PR	331	6.87%
SBRP	LEITE LOPES - SP	300	1.73%
SBBU	BAURU - SP	284	0.39%
SBKP	VIRACOPOS - SP	84	0.73%
SBGR	GOVERNADOR ANDRÉ FRANCO MONTORO - SP	28	1.61%

Pode-se notar que a maioria dos destinos (cerca de 95%) encontra-se a menos de 1000 Km de Congonhas. Considerando que os principais tipos de aeronaves atualmente operando em Congonhas

(B737 e A319/320) têm capacidade para realizar voos bem mais longos, de até 7500 km, pode-se considerar que a grande parte das rotas são curtas. Com estas considerações, o peso máximo de decolagem das operações atuais em Congonhas foram caracterizadas como sendo de Estágio 1, o que significa rotas mais curtas no que diz respeito à modelagem de ruído.

Todos estes dados foram inseridos no software INM versão 6.2. Este software cria curvas de ruído cumulativo baseadas na metodologia DNL (*Day-Night Average Noise Level*). A imagem a seguir exemplifica as curvas 1, 2 e 3 de ruído obtidas com os dados descritos anteriormente.

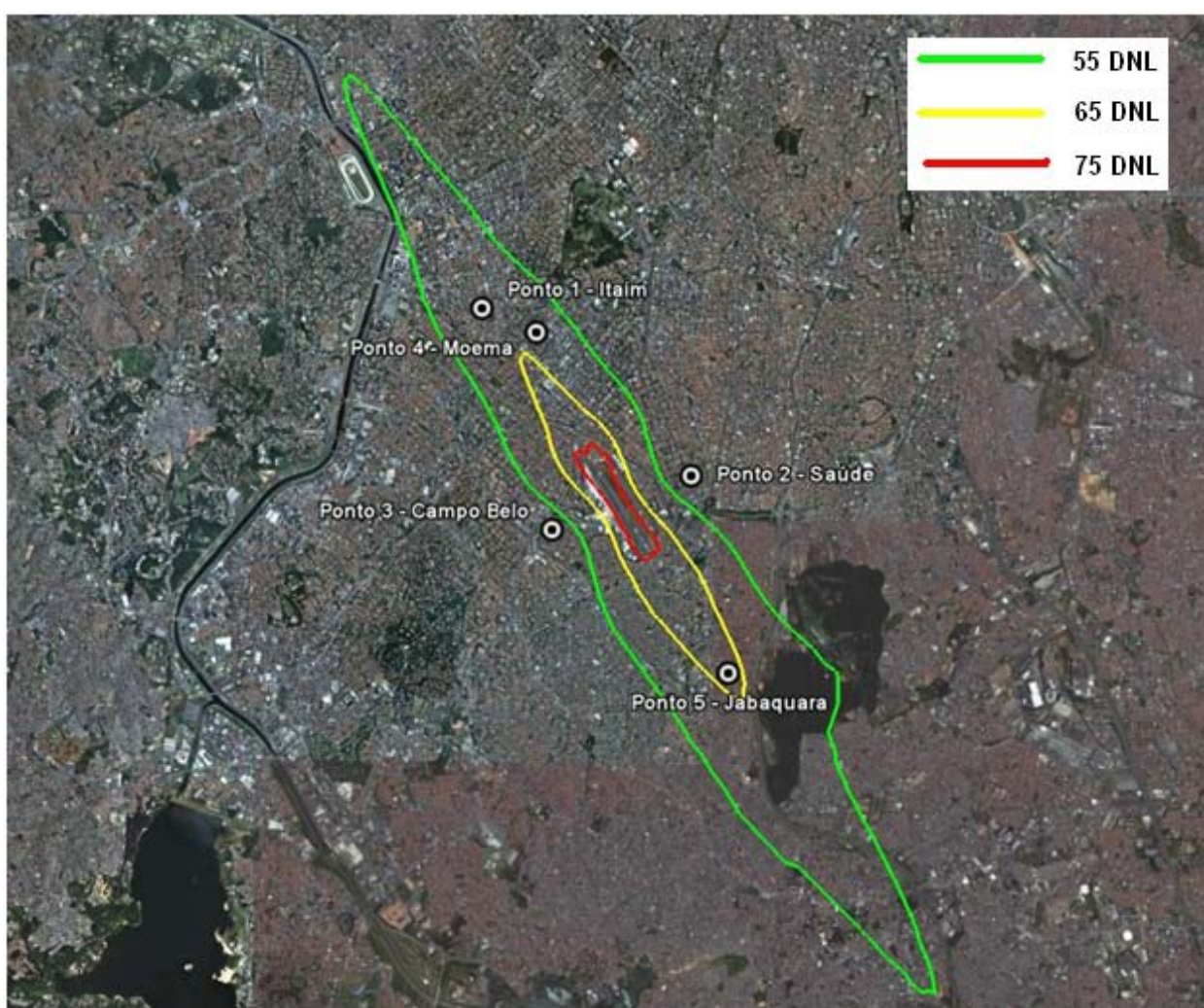


Figura 5 - Mapas de ruído, aeroporto de Congonhas

Ressalta-se que os mapas apresentados não devem ser utilizados como dados oficiais para fins de planejamento de ocupação urbana, ficando sua aplicação restrita ao contexto deste estudo. Após a aprovação do RBAC 161, a elaboração oficial destes mapas será de responsabilidade da administração

aeroportuária de Congonhas, que deverão ser submetidos à ANAC para aprovação. Sendo assim, as informações aqui contidas são fornecidas unicamente a título ilustrativo, para embasar as análises aproximadas constantes desta Nota Técnica.

A imagem mostra que a curva de 75 DNL, onde se observa o maior impacto do ruído aeroportuário, encontra-se quase que totalmente dentro da área patrimonial do aeroporto. As áreas residenciais próximas aeroporto encontram-se basicamente dentro das curvas de 65 e 55 DNL.

A tabela a seguir mostra uma comparação das áreas das curvas atuais e as curvas de 2004, dispostas pela Infraero no seu relatório de mapeamento de receptores críticos:

Tabela 4 - Comparação entre curvas de ruído, 2004 e 2010

Nível de ruído (DNL)	Área (km ²) – ANAC 2010	Área (km ²) – Infraero 2004
Entre 75 e 65	4,68	6,96

Apesar de os dados nos quais se basearam a curva de 2004 não estarem disponíveis para uma análise detalhada, é possível que a redução da área afetada por ruído tenha sido causada por dois fatores, a saber:

- Atualização da frota operacional em Congonhas, hoje é composta de aeronaves mais silenciosas;
- Limitação do número de movimentos de aeronaves, em vigor a partir do ano de 2008.

Com os mapas de ruído obtidos, foram utilizados dados do censo 2010, do IBGE, a fim de se quantificar o número de pessoas e de residências expostas aos níveis de ruído aeronáutico entre as curvas de 75 e 65 DNL. As imagens a seguir ilustram esta análise.

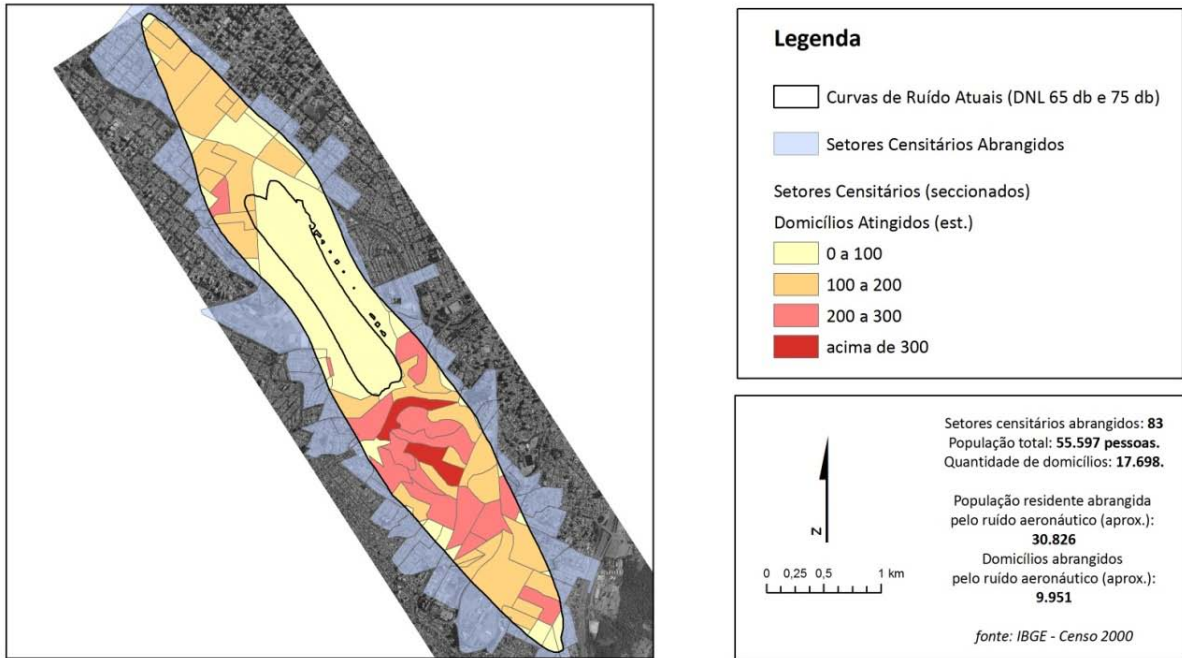


Figura 6 - Análise de domicílios impactados por ruído aeronáutico

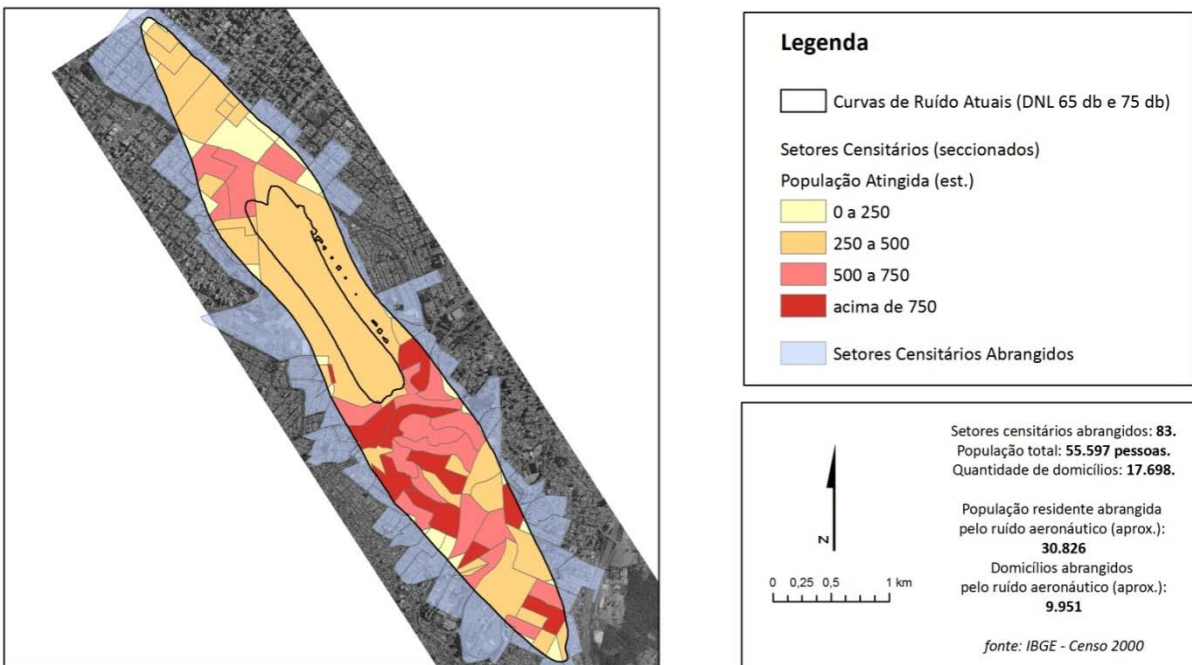


Figura 7 - Análise de número de pessoas impactadas por ruído aeronáutico

Em resumo, as estimativas feitas apontam que 9.951 residências se encontram abrangidas na área de ruído acima de 65 DNL. Estima-se que vivam nestas residências 30.826 pessoas.

Abaixo, listagem dos principais receptores críticos identificados no entorno do aeroporto de Congonhas e ordenados pelo nível de ruído submetido, conforme trabalho realizado pelo grupo GERA da COPPETEC para a Infraero e cedida pela Infraero para incorporação neste relatório.

Tabela 5 - Receptores críticos no entorno de Congonhas

Número	Código	Identificação
1	EM	João Carlos da Silva Borges Prof Emef
2	EP	Criativa Colegio
3	EP	Tistu Escola de Educação Infantil
4	EP	Monteiro Lobato Projeto Educ
5	HS	Hosp Maternidade Arabe Brasileiro
6	EE	Ilka Jotta Germana Prof
7	HS	Hosp da Criança
8	EP	Divina Pastora Instituto
9	EP	Pingo de Luz Centro Educ
10	HS	Hosp Maternidade N Sra Lourdes
11	EP	Montessori Santa Terezinha Colegio UnidII
12	EP	Bem te Vi Creche
13	EP	Maria Montessori Colegio
14	EP	Nossa Senhora de Fatima CEI
15	CS	Amb Dr Geraldo da Silva Ferreira
16	EP	Mini Polegar Escola de Educação Infantil
17	EM	Armando Arruda Pereira EMEF
18	EP	Trem Azul Unid Educação e Recr Infantil
19	EM	Cacilda Becker EMEF
20	EP	CETEC Colegio
21	EP	T.A.Centro Educacional
22	EM	Laudo Ferreira Camargo EMEI
23	EP	Aguai Escola Montessoriana
24	EP	Cantinho dos Ticos e Tequinhos Inst.Educ
25	HS	ENESP- Equipe de Nefrologia de São Paulo
26	EP	N Sra da Ressurreição Colegio
27	CS	UBS Cidade Vargas
28	EP	Euro Americano Colegio
29	EP	Lectus Colégio
30	EP	Nova Opção Creche e Pre-escola

Abreviaturas: EM: Escola Municipal; EE: Escola Estadual; EP: Escola Particular, CS: Centro de Saúde, HS:Hospital

Adaptado de: Análise Crítica da Legislação Ambiental e Legislação Aeronáutica com Relação ao Ruído – Aeroporto de Congonhas. Produzido por GERA Grupo de Estudos de Ruído Aeronáutico, Fundação COPPETEC, 12/05/2006

3. Procedimentos operacionais de baixo ruído

3.1. Introdução

Procedimentos operacionais de baixo ruído são utilizados em inúmeros aeroportos no mundo para mitigar os efeitos de ruído aeronáutico. A utilização destes procedimentos é condicionada sempre a aspectos de segurança operacional: somente são utilizados procedimentos que não interfiram nos níveis de segurança das operações.

Este capítulo tem por objetivo apresentar os principais procedimentos operacionais de baixo ruído em utilização atualmente, e a sua aplicabilidade ou não no caso de Congonhas.

3.2. Rotas e pistas preferenciais

Rotas e pistas preferenciais de mínimo ruído são utilizadas com o objetivo de evitar o sobrevôo de áreas sensíveis a ruído, no entorno do aeroporto. Tipicamente este tipo de controle é utilizado quando existem áreas inabitadas no entorno, como rios e lagos, de forma que o tráfego possa ser direcionado para sobrevoar estas áreas, ao invés das regiões habitadas.

Um exemplo deste tipo de procedimento é o vigente no aeroporto de Washington-National, onde as operações são direcionadas para sobrevoar os rios que existem próximos ao aeroporto, quando existirem condições de realização de vôos visuais (VFR).

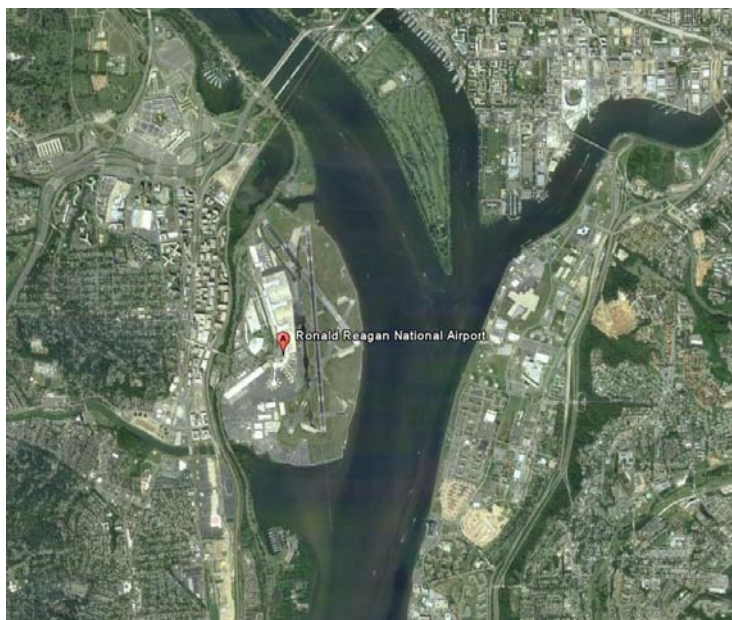


Figura 8 - Aeroporto Washington National

Uma análise da região de Congonhas, conforme mostrado na Figura 5, mostra que, na situação atual, este tipo de procedimento não pode ser utilizado com eficiência, já que não existem regiões não habitadas no entorno. Portanto, a modificação das rotas de decolagem e pouso poderia criar benefícios para alguns moradores, mas ao custo de aumento de ruído para outros.

3.3. NADPs- ICAO

Os NADPs - *Noise Abatement Departure Procedures* (Procedimentos de Decolagem para Mitigação de Ruído) são largamente utilizados em vários países e mesmo em outros aeroportos no Brasil. Estes procedimentos baseiam-se na escolha de perfis de subida que gerem o menor impacto do ruído no solo a partir de uma otimização de parâmetros da decolagem como potência de motor, razão de subida, posição de flaps.

A ICAO (*International Civil Aviation Organization*) apresenta, em seu documento 8168, um guia para o desenvolvimento destes procedimentos de decolagem de baixo ruído. A recomendação é que, a fim de evitar impactos em segurança operacional, cada operador deve manter no máximo 2 procedimentos de decolagem de baixo ruído. Em geral, estes procedimentos são divididos em função da região de efetividade com relação a ruído, conforme descrito a seguir:

- NADP ICAO 1 – (ou ICAO A) – Procedimentos para redução de ruído em áreas sensíveis próximas às pistas do aeroporto.
- NADP ICAO 2 (ou ICAO B) – Procedimentos para redução de ruído em áreas mais distantes da pista do aeroporto.

No caso de Congonhas, as comunidades afetadas se encontram muito próximas do aeroporto, razão pela qual o procedimento ICAO 1 é o mais adequado. A seguinte figura mostra um exemplo de procedimento de decolagem ICAO 1, fornecido no documento 8168.

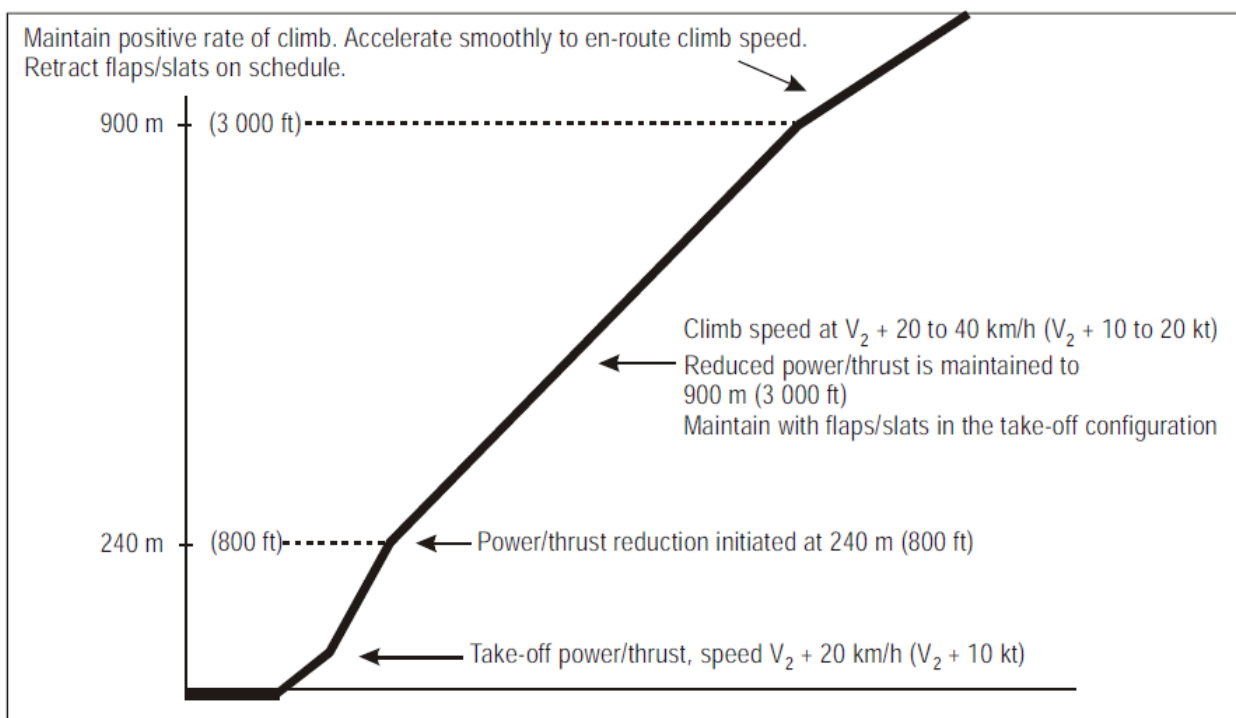


Figura 9 - Procedimento de redução de ruído ICAO 1

Apesar de este exemplo constar da documentação oficial da ICAO, a elaboração final dos procedimentos acima apresentados, caso esta opção venha a ser adotada, é feita pelo DECEA, podendo haver coordenação com os operadores e fabricantes de aeronaves. Isto ocorre de modo a permitir que os procedimentos sejam personalizados em função do desempenho específico de cada aeronave, o que acaba por maximizar a redução de ruído a ser obtida.

O programa INM 6.2, desenvolvido pela FAA (*Federal Aviation Administration* – Estados Unidos), apresenta procedimentos de baixo ruído personalizados para cada tipo de aeronave. A fim de verificar a eficiência de tais procedimentos, foi feita uma simulação de ruído supondo a utilização destes procedimentos pelas maiores aeronaves operando em Congonhas (Boeings 737 e Airbus A319 e 320). Os resultados desta simulação encontram-se na seguinte tabela, em função da redução da área afetada por ruído:

Tabela 6 - Avaliação do procedimento ICAO 1 em Congonhas

Nível DNL	ÁREA DO MAPA DE RUÍDO (km ²)		
	Padrão	ICAO 1	% redução
70 a 75	1,59	1,56	-2%
65 a 70	4,67	4,17	-11%
60 a 65	1,43	10,92	-4%

A tabela mostra que a utilização do procedimento ICAO 1 nas operações em Congonhas causaria um efeito benéfico nos níveis de ruído do entorno. Com a adoção deste procedimento, cerca de 3300 pessoas seriam retiradas das zonas de ruído com níveis inaceitáveis (acima de 65 DNL), considerando-se uma densidade uniforme da população em toda a área da curva que seria reduzida.

A tabela a seguir exemplifica o impacto da utilização do procedimento ICAO 1 em operações isoladas. Foi considerado o ruído causado por uma aeronave de operação típica em Congonhas (Boeing 737-700), no ponto de medição 5 descrito anteriormente (Jabaquara):

Tabela 7 - Comparação de procedimentos, ponto Jabaquara

Ruído de decolagem - dB(A) - Ponto 5 - Jabaquara, Boeing 737-700			
peso de decolagem (kg)	Decolagem padrao	ICAO A	redução de ruído
54431	81.2	78.4	2.8
56699	82	79.4	2.6
59103	82.8	80.3	2.5

A tabela mostra que a utilização do procedimento ICAO 1 reduz os níveis de ruído no ponto 5 – Jabaquara entre 2,5 a 2,8 dB(A). Considerando que uma redução de 3 dB(A) equivaleria a diminuir pela metade a energia acústica recebida pelos moradores, percebe-se que a utilização destes procedimentos é efetiva para reduzir os níveis de exposição a ruído no entorno.

3.4. CDA (*Continuous Descent Approach*)



Figura 10 - Comparação entre aproximação em descida contínua ideal e convencional

3.4.1. Conceito

Na ausência de uma definição internacionalmente aceita de CDA, o Eurocontrol propôs o seguinte:

"CDA (Continuous Descent Approach) ou Aproximação em Descida Contínua é uma técnica de operação em que uma aeronave, a partir de um ponto ideal, inicia a descida com o mínimo de propulsão de motor e sem trechos nivelados, até o limite permitido para uma operação segura da aeronave e em conformidade com os procedimentos publicados e instruções do ATC¹

Embora no âmbito europeu já exista certa harmonização das técnicas e processos da CDA, na ICAO estes processos ainda estão em fase de avaliação para uma escala global.

O objetivo da CDA é, desta forma, manter uma aeronave tão alto quanto possível por um maior tempo possível sem afetar a segurança do voo no perfil de descida, reduzindo assim o impacto do ruído no solo.

Cabe ressaltar que não há diferença entre a CDA e a aproximação convencional no último trecho da aproximação (a partir do Fixo de Aproximação Final até a Zona de Toque), uma vez que em ambas

¹ <http://www.eurocontrol.int/lists/publications/all-publications>

este trecho é o mesmo (Figura 10); logo, nenhum benefício na redução de ruído é observado nesta parte.

Em função destas constatações, não costumam haver impactos significativos sobre o tamanho e a forma das curvas de ruído dos aeroportos com a CDA, pois estas Zonas de Proteção geralmente não ultrapassam as áreas mais próximas, sequer alcançam os fixos de aproximação final.

3.4.2. CDA no Aeroporto de Congonhas

Diante do supramencionado, é forçoso inferir que a implementação deste tipo de técnica de aproximação em Congonhas de nada resolverá no que se refere à redução de ruído nas áreas abrangidas pelos distritos reclamantes. Esta constatação advém do fato de que na operação em descida contínua, quando a aeronave encontra-se no último trecho da aproximação (a partir do Fixo de Aproximação Final) estará na mesma altura em que se encontraria se estivesse numa aproximação convencional. E é justamente neste setor que se encontram as comunidades que alegam o impacto do ruído deste Aeroporto.

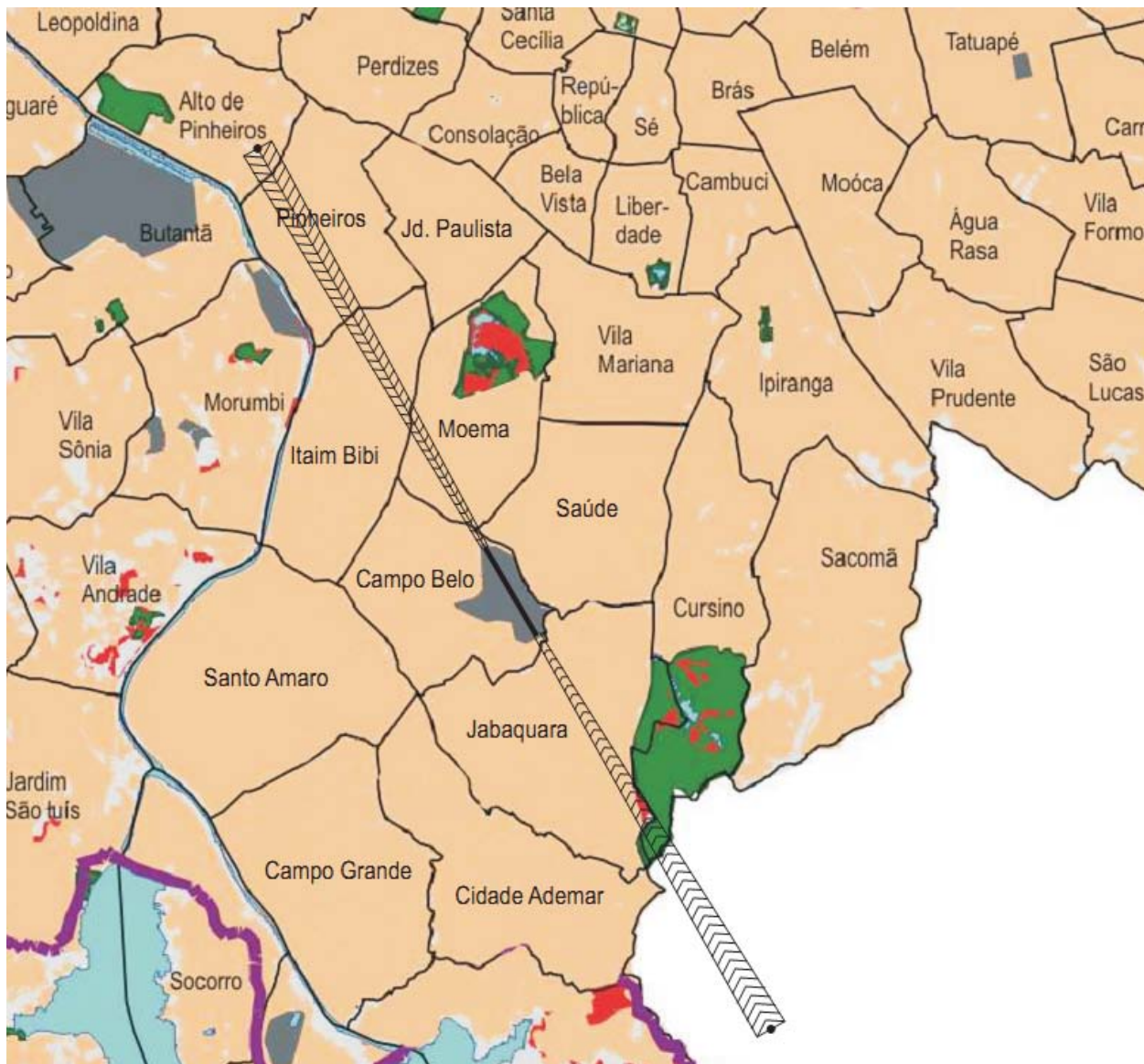


Figura 11 - Trechos das Aproximações Finais do Aeroporto de CONGONHAS (pistas 17 e 35). Desde o Fixo de Aproximação Final até a Cabeceira (+/-5,5NM). Inclui a área que não seria alcançada pelo benefício da redução do ruído com a CDA.

Na Figura 11 observa-se que os bairros de Moema, Campo Belo e outros encontram-se exatamente no setor da chegada em que não há diferença entre aproximação convencional e a aproximação efetuada em descida contínua.

Neste levantamento não foi analisado o risco à segurança das operações, requisito fundamental na implementação da CDA, caso fosse levada a efeito em SBSP, pois os parâmetros ainda não foram regulamentados pela ICAO. De qualquer forma, por tudo acima exposto não seria recomendado

estabelecer a Aproximação em Descida Contínua neste Aeroporto, somente para atender a redução de ruído nos bairros no entorno do Aeroporto de Congonhas num raio de 5NM (aproximadamente 9 Km), pois os ganhos na redução de ruído seriam nulos.

3.5. Aumento do ângulo de descida para pousos

Nos últimos 40 anos, fabricantes de aeronaves e motores vêm consistentemente desenvolvendo tecnologias para redução do ruído gerado por aeronaves. Entretanto, a análise da situação atual mostra que as melhorias tecnológicas estão ficando cada vez mais difíceis de obter, e os ganhos advindos de novas tecnologias estão cada vez menos expressivos quando comparados a modificações desenvolvidas no passado, como a transição de motores a jato para os atuais turbofans.

Com este cenário, restam poucas opções para reduzir o ruído no entorno de aeroportos, o que vem levando ao estudo de novas alternativas operacionais para a redução de ruído aeroportuário. Dentre estas alternativas, está o aumento de ângulo de descida das aeronaves.

O valor do ângulo de descida utilizado para pousos em um dado aeroporto possui relação direta com os níveis de ruído observados sob a trajetória de pousos das aeronaves. Quanto maior o ângulo de descida, menor será o nível de ruído observado. Entretanto, o valor deste ângulo não pode ser alterado indiscriminadamente: esta definição passa por considerações de segurança, operação, certificação e desempenho de aeronaves.

O padrão internacional de ângulo de descida é de 3 graus. O projeto de novas aeronaves é feito de forma a garantir que a aeronave seja capaz de realizar este ângulo de descida com diferentes condições de velocidade e peso. Entretanto, sempre existe uma margem de tolerância nos projetos, o que acaba por tornar possíveis aproximações com ângulos mais elevados. Vários aeroportos no mundo operam desta forma, devido a restrições geográficas e de comprimento de pista. O mais conhecido deles é o aeroporto de London City, onde é requerido um ângulo de descida de 5.5 graus para operação. Este valor elevado acaba por restringir o tipo de aeronave a operar neste aeroporto, já que vários modelos não possuem desempenho suficiente para realizar tal procedimento com segurança.

Entretanto, estudos recentes realizados pela ICAO, no âmbito do CAEP (*Committee on Aviation Environmental Protection*), indicam que é possível operar aeronaves com ângulos de até 4.5 graus sem mudanças significativas em sua construção e certificação. Dados preliminares indicam que um ângulo de 4 graus pode reduzir o ruído em solo em aproximadamente 2 dB(A) e reduzir em 21 a 35% a área afetada por ruído no entorno do aeroporto. Este capítulo tem por objetivo explorar aspectos relacionados com esta alternativa, com o objetivo de avaliar a razoabilidade de modificações nos procedimentos de pouso atuais em Congonhas.

A relação do ruído observado com a rampa de descida decorre basicamente de 3 fatores:

- Modificação da distancia aeronave-observador: ao se modificar a rampa de descida de uma aeronave em pouso, modifica-se a altitude de passagem da aeronave sobre as comunidades do entorno. Esta modificação de altitude acaba por modificar os níveis de ruído observados, em função dos efeitos de espalhamento acústico e absorção atmosférica.
- Modificação de tração requerida para o pouso: diferentes rampas de descida requerem diferentes trações de motor para manter a aeronave na rampa desejada. Como existe uma relação direta entre a tração desenvolvida por um motor e seu ruído gerado, este efeito também impacta em modificação no ruído observado.
- Modificação de configuração aerodinâmica para o pouso: diferentes rampas de descida requerem diferentes valores de sustentação e arrasto para manter a aeronave na rampa desejada, o que acaba por causar configurações específicas de dispositivos hipersustentadores.

Atualmente, o aeroporto de Congonhas opera com um ângulo de descida de 2.9 graus para pousos nas cabeceiras 17, e 3 graus para pousos na cabeceira 35, conforme descrito em suas cartas de navegação atuais. O gráfico a seguir exemplifica as diferenças de altitude caso sejam modificados estes ângulos de descida:

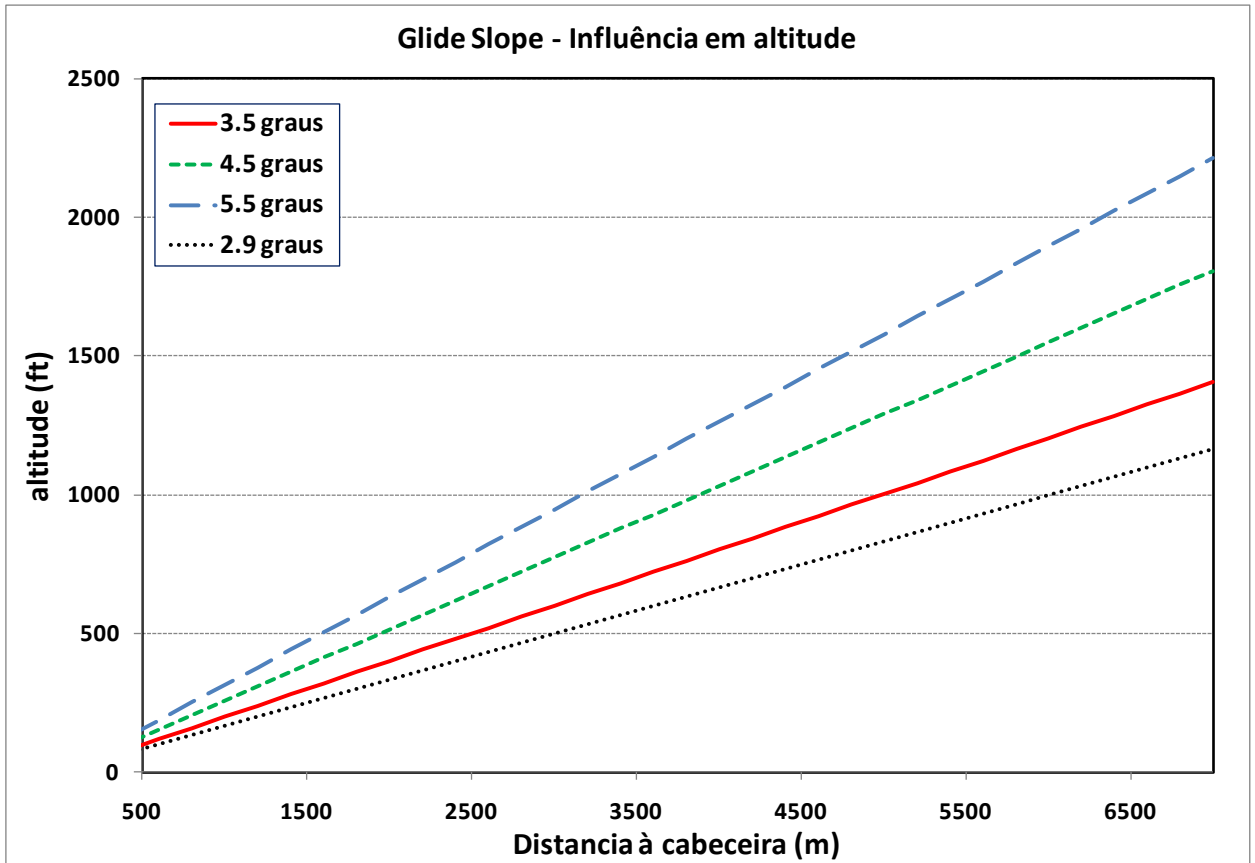


Figura 12 - Influência do ângulo de descida na altitude

Foram calculados os ganhos teóricos de ruído advindos de modificações nestes ângulos de descida. Para tal, foram considerados apenas os efeitos advindos do aumento da altitude de sobrevôo (espalhamento acústico e absorção atmosférica). Para cálculo de absorção atmosférica, foram considerados valores referência de temperatura e umidade (25°C, 70% RH).

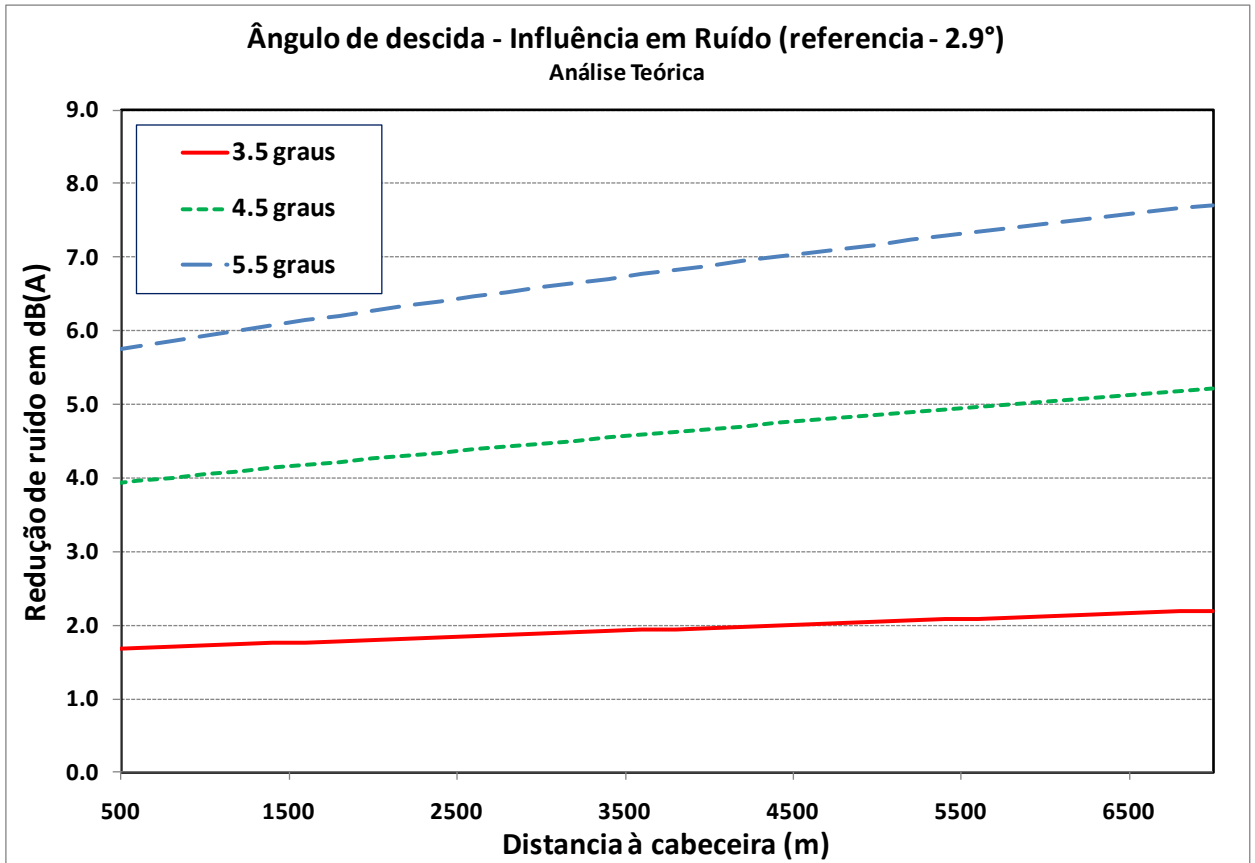


Figura 13 - Influência do ângulo de descida no ruído em solo

O gráfico mostra que, mesmo uma modificação modesta no ângulo de descida, para 3.5 graus, pode produzir ganhos de até 2 dB(A) no nível de ruído em solo.

A imagem a seguir compara os mapas de ruído, em dB(A), para os casos de pousos a 3 graus e a 5.5 graus:

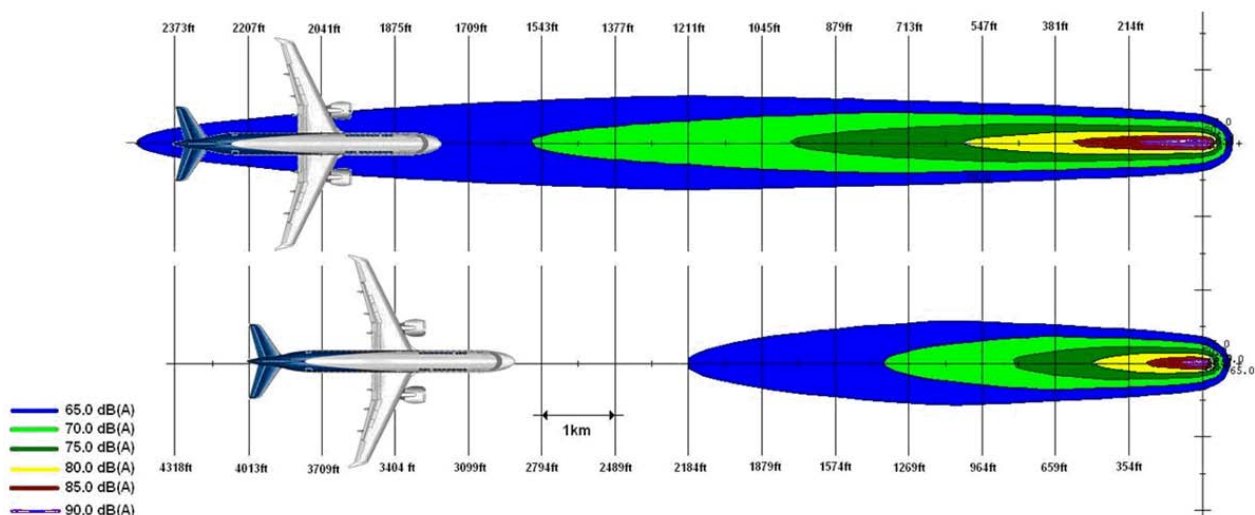


Figura 14 - Influência do ângulo de descida no mapa de ruído em solo (3° e 5.5°)

Ressalta-se aqui que os ganhos de ruído aqui dispostos são teóricos, pois não contemplam as modificações aerodinâmicas e de tração necessárias para a execução das descidas com ângulos mais elevados. Para uma avaliação mais confiável devem ser realizados ensaios específicos de comparação entre aproximações com ângulos diferentes.

Atualmente a ICAO considera ângulos de descida de até 3.5 graus como normais, quando executadas para fins de livramento de obstáculos, conforme disposto no seu doc 8161, *in verbis*:

1.9 DESCENT GRADIENT

1.9.2 Adequate space for descent is provided by establishing a maximum allowable descent gradient for each segment of the procedure. The minimum/optimum descent gradient/angle in the final approach of a procedure with FAF is 5.2 per cent/3.0° (52 m/km (318 ft/NM)). Where a steeper descent gradient is necessary, the maximum permissible is 6.5 per cent/3.7° (65 m/km (395 ft/NM)) for Category A and B aircraft, 6.1 per cent/3.5° (61 m/km (370 ft/NM)) for Category C, D and E aircraft, and 10 per cent (5.7°) for Category H. For procedures with VOR or NDB on aerodrome and no FAF, rates of descent in the final approach phase are given in Table I-4-1-3. In the case of a precision approach, the operationally preferred glide path angle is 3.0° as specified in Annex 10, Volume I. An ILS glide path/MLS elevation angle in excess of 3.0° is used only where alternate means available to satisfy obstacle clearance requirements are impractical.

...

5.5.2.2 ILS:

- a) *Category I flown with pressure altimeter;*
- b) *Category II flown with radio altimeter and flight director;*
- c) *missed approach climb gradient is 2.5 per cent; and*
- d) *glide path angle:*
 - *minimum: 2.5°*
 - *optimum: 3.0°*
 - *maximum: 3.5° (3° for Category II/III operations).*

.....

5.5.4 Non-standard procedures

5.5.4.1 Non-standard procedures are those involving glide paths greater than 3.5° or any angle when the nominal rate of descent exceeds 5 m/sec (1 000 ft/min). Procedure design takes into account:

....

5.5.4.2 Non-standard procedures are normally restricted to specifically approved operators and aircraft, and are promulgated with appropriate aircraft and crew restrictions annotated on the approach chart. They are not to be used as a means to introduce noise abatement procedures.

Entretanto, a atual posição oficial da ICAO é de que pousos com ângulo de descida maiores que 3 graus não devem ser utilizados para abatimento de ruído, pois julga-se que a relação custo/benefício entre o ganho de ruído e o impacto nos níveis de segurança não justificam tal escolha. Este posicionamento consta no documento 8168, da ICAO, da seguinte forma:

3.4 AEROPLANE OPERATING PROCEDURES — APPROACH

3.4.2 When it is necessary to develop a noise abatement approach procedure based on currently available (1982) systems and equipment, the following safety considerations shall be taken fully into account:

- a) *glide path or approach angles should not require an approach to be made:*

.....

4) *above an angle of 3° except where it has been necessary to establish, for operational purposes, an ILS with a glide path angle greater than 3°;*

Apesar disso, o texto deixa claro que a evolução dos sistemas e equipamentos associados ao pouso pode vir a mudar esta limitação, que foi feita baseada nos níveis tecnológicos disponíveis em 1982. Desta forma, deve-se acompanhar os estudos da ICAO sobre o assunto, de forma a adotar procedimentos com ângulos mais elevados no aeroporto de Congonhas assim que os impactos negativos em segurança operacional e performance das aeronaves sejam completamente estudados e sanados.

3.6. Pousos com configuração limpa

Com a evolução da tecnologia de ruído de motores aeronáuticos, o ruído de *airframe* vem tendo sua importância potencializada, especialmente na fase de pouso, quando os motores estão em baixa rotação, portanto gerando menos ruído. O ruído de *airframe* é o ruído aerodinâmico gerado pela passagem do ar pelas superfícies externas da aeronave, principalmente *flaps*, trens de pouso e *slats*. Vários aeroportos do mundo incentivam a utilização de configurações de pouso aerodinamicamente limpas, com o objetivo de reduzir os níveis de ruído em aproximação. Além do efeito no ruído aerodinâmico, estas configurações tendem a exigir menor tração dos motores, portanto também diminuem o ruído gerado por eles. Este tipo de operação é conhecido por *Low Power / Low Drag* (Lp/Ld - baixa potência / baixo arrasto). As principais metodologias de pousos *Low Power / Low drag* são descritas a seguir:

- **Postergar a extensão de dispositivos hipersustentadores e trens de pouso**

Os *flaps*, *slats* e trens de pouso são os maiores geradores de ruído aerodinâmico em uma aeronave. Se a utilização destes elementos é adiada ao máximo, respeitando sempre a operação com segurança, pode-se diminuir a exposição a ruído em áreas sob a trajetória de pouso das aeronaves. Esta técnica tem também a vantagem de diminuir o consumo de combustível das aeronaves. Entretanto, a velocidade de pouso pode ser ligeiramente aumentada, o que pode gerar impactos do ponto de vista de segurança operacional.

Medições feitas na Inglaterra mostraram que a utilização deste procedimento reduz em até 3 dB(A) o nível de ruído em algumas áreas sob a trajetória de pouso da aeronave.

Entretanto, este tipo de procedimento possui alguns requisitos mínimos para utilização: visibilidade mínima de 3 quilômetros, teto acima de 1000 pés. No caso de Congonhas, a restrição mais relevante é a que requer que a configuração final de pouso esteja configurada no mínimo a 5 milhas náuticas (9.2 km) do ponto de toque na pista. As comunidades atualmente afetadas por ruído aeronáutico de aproximação no entorno de Congonhas (bairros de Moema, Itaim e Jabaquara) encontram-se em torno de 2 a 3 milhas náuticas de distancia das cabeceiras de Congonhas. Portanto a

utilização desta técnica de redução de ruído não produziria efeitos para as comunidades afetadas atualmente.

- **Utilização de flaps reduzidos**

A execução de pousos com flaps reduzidos também pode ser utilizada com o objetivo de redução de ruído. Flaps menos intrusivos significam menos ruído aerodinâmico gerado e menos tração requerida para executar a rampa de descida, o que conseqüentemente reduz os níveis de ruído. Por outro lado, a velocidade de pouso é ligeiramente aumentada, razão pela qual a utilização deste tipo de procedimento é uma decisão do comandante, que sempre deve priorizar a segurança das operações. O aeroporto de Schiphol, na Holanda, é um exemplo de aeroporto onde este procedimento é incentivado.

Dados da AC36-1H, da FAA, mostram o impacto desta medida nos níveis de ruído em pouso

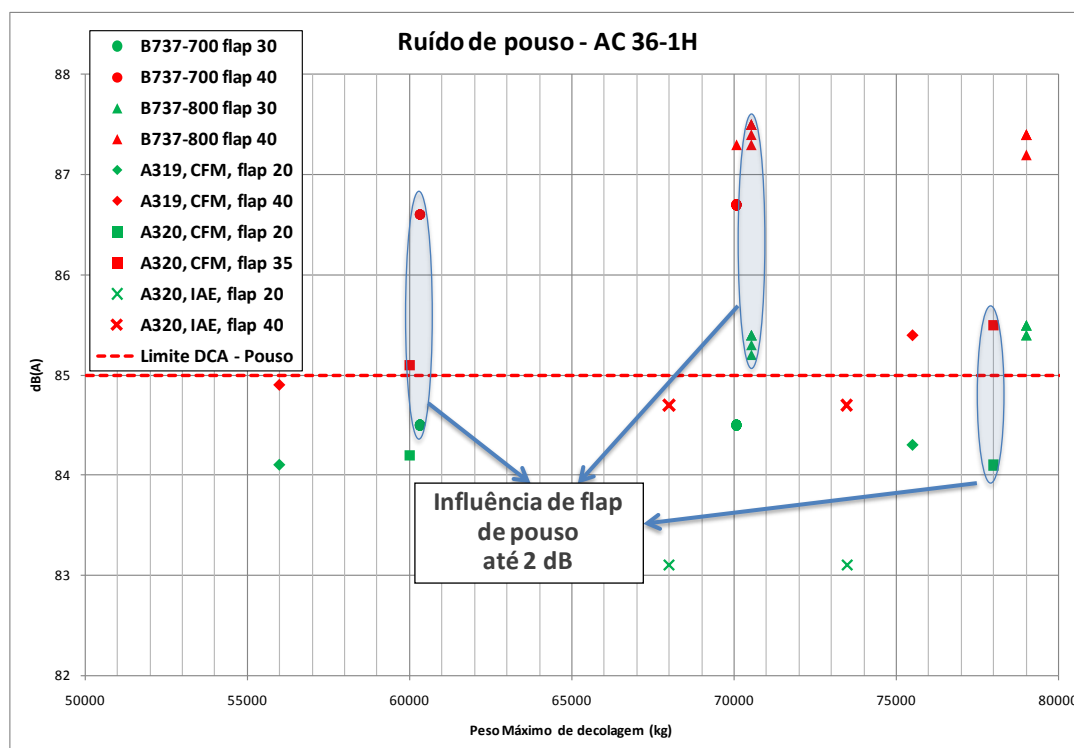


Figura 15 - Ruído de pouso, AC36-1H, FAA

O gráfico mostra que a utilização de flaps menos intrusivos para o pouso pode diminuir os níveis de ruído em solo em até 2 dB(A).

Entretanto, de acordo com a manifestação das engenharias de operação das empresas, na situação atual do aeroporto de Congonhas o aumento de velocidade de pouso é um efeito adverso inaceitável desta proposta, devido ao impacto nos níveis de segurança operacional.

4. Efetividade de isolamento acústico

4.1. Introdução

O isolamento acústico de residências situadas nas proximidades de aeroportos, como medida mitigadora do impacto do ruído sobre o nível de vida das populações, tem sido utilizada levando-se em consideração os custos envolvidos em cada caso, a efetividade no gerenciamento do problema e as interdependências com outras questões ambientais como, por exemplo, o eventual aumento no consumo de energia elétrica para o condicionamento do ar dos ambientes isolados. A experiência internacional mostra que os países mais desenvolvidos nesse assunto buscam seguir as recomendações emanadas da ICAO, principalmente a Abordagem Equilibrada ao ruído, descrita no Doc 9829.

No contexto da Abordagem Equilibrada da ICAO, o isolamento acústico de residências se enquadra na categoria “Planejamento e gerenciamento de uso de solo”. Esta vertente da Abordagem Equilibrada objetiva o direcionamento de atividades incompatíveis com ruído para longe do aeroporto, conjuntamente com o encorajamento de usos compatíveis ao redor do aeroporto. Neste contexto, três tipos de instrumentos são previstos:

- Instrumentos de planejamento: zoneamento de ruído, planejamento de ocupação de solo, planos diretores.
- Instrumentos de mitigação: Códigos de construção, programas de isolamento acústico, compra e realocação de imóveis, barreiras acústicas.
- Instrumentos financeiros: incentivos fiscais, tarifas aeroportuárias diferenciadas.

As análises feitas neste capítulo têm por objetivo efetuar uma avaliação preliminar da viabilidade e custo de instalação de isolamento acústico nas residências sujeitas a ruído aeronáutico no entorno de Congonhas. Para tal, foram utilizadas as metodologias descritas na *Advisory Circular (AC) 150-5000-9A*, publicada pela FAA. Este documento, intitulado *Guidelines for Sound Insulation of Residences Exposed to Aircraft Operations* (Diretrizes para Isolamento Acústico de Residências Expostas a Operações Aeronáuticas), foi desenvolvido pela Marinha dos Estados Unidos e publicado em 2005. A partir das características construtivas do imóvel e o nível de ruído a ser atenuado, estas diretrizes podem ser utilizadas para estimar as modificações necessárias na residência e o respectivo custo destas mudanças, com o objetivo de tornar a residência compatível com o nível de ruído a que ela é submetida.

Adicionalmente, serão analisados os outros elementos da Abordagem Equilibrada correlacionados ao tema de isolamento acústico, de modo a não distorcer as alternativas disponíveis para mitigação do problema de ruído aeronáutico.

4.2. Definição de residência típica do entorno de Congonhas

A AC150-5000-9A apresenta tabelas que classificam as residências com relação ao modo construtivo, número de paredes, janelas e portas externas, de modo a definir as modificações necessárias para que o imóvel apresente níveis de ruído interno adequados. A análise de isolamento acústico de um imóvel sujeito a ruído aeronáutico deve, portanto, ser feita de forma individualizada, de forma a levar em conta características construtivas e geográficas da residência em questão. Este tipo de análise é indispensável para que se obtenha o resultado esperado com o isolamento e, caso este tipo de medida de mitigação seja implementado, deve ser feita com o acompanhamento de especialistas das áreas de acústica e arquitetura. Entretanto, tal análise individualizada foge ao escopo do presente trabalho, que considerará, para fins de estimativa, características típicas médias das residências no entorno de Congonhas.

A presente análise se concentrará no isolamento acústico de um cômodo típico de uma edificação residencial. Admitiu-se a função de dormitório, tendo em vista o repouso como elemento crítico para os objetivos do presente trabalho. Conforme o padrão construtivo vigente no Brasil, serão consideradas paredes externas feitas em alvenaria.

A Tabela 3-1 da AC150-5000-9A estabelece um código relacionando o tipo de construção com a quantidade de paredes, portas e janelas externas. Dentre os cômodos-tipo disponibilizados no texto, o dormitório típico definido anteriormente seria mais bem representado pelas seguintes classificações:

Tabela 8 - Classificação de cômodos, AC 150-5000-9A

Código	Paredes externas	Tipo de cômodo	Detalhes do teto / telhado	Número de janelas
64	1	Dormitório	Sótao acima, com teto de drywall ou gesso	1
67	2	Dormitório	Outro andar acima	2

A AC150-5000-9A foi desenvolvida considerando um dormitório de 3,0x3,7m (11 m²), com janelas de 0.9 x 1.5 (~1,4m²). O Código de Obras de São Paulo prevê que, para um dormitório deste tamanho, a abertura mínima para aeração e insolação seria de 1,65 m². Entretanto, as duas janelas do quarto de código 67 podem ser interpretadas como uma janela única de 2,8 m². Desta forma, a análise engloba quartos com aberturas de janelas entre 1,4 e 2,8 m², faixa esta de acordo com o código de obras.

4.3. Definição de tratamento

Sobre o cômodo padrão foram aplicados os níveis de ruído a que os imóveis estão submetidos no entorno de Congonhas, conforme descrito pelos mapas de ruído fornecidos no capítulo 2 desta Nota Técnica. Foram utilizadas as diretrizes da AC150-5000-9A para definir o isolamento acústico adequado.

É importante ressaltar que os mapas de ruído servem apenas como um indicativo da necessidade de isolamento acústico nas residências em seu interior. A AC 150-500-9A recomenda que as análises sejam feitas caso a caso, levando-se em consideração medições de SEL (*Sound Exposure Level*) ou dados de pressão sonora versus frequência para se avaliar a necessidade ou não de isolamento.

A EPA (*Environmental Protection Agency* – Estados Unidos) e a FAA, com base em dados de pesquisas, adotam um valor de 45 DNL de ruído interno como aceitável para a realização de tarefas cotidianas como ver televisão, conversar ao telefone ou dormir. Considerando um valor de exposição de 75 DNL, o isolamento acústico deve portanto providenciar uma redução de 30 dB nos níveis de ruído. Ressalta-se aqui que mesmo uma residência sem isolamento acústico já provê boa parte desta redução: em média, uma residência já contribui com uma redução de 20 dB de ruído, segundo a FAA.

Conforme mostrado no capítulo 2, uma parte muito pequena do entorno de Congonhas está sujeita a níveis de ruído acima de 75 DNL. Níveis acima destes são observados primordialmente dentro da região patrimonial do aeroporto.

As regiões onde se encontram as áreas residenciais do entorno estão sujeitas portanto a níveis máximos de 75 DNL.

A tabela 3.2 da referida AC lista as intervenções necessárias para se atingir o nível de ruído interno aceitável de 45 DNL. O valor STC (*Sound Transmission Class*) se refere à classe de transmissão de som de um determinado material de construção, geralmente uma parede ou divisória, mas também aplicável a janelas e portas. Quanto maior o STC de um elemento, maior é a proteção acústica proporcionada.

Tabela 9 - Modificações necessárias para conforto acústico

Código do cômodo	Elementos do cômodo	Zona de ruído (DNL)			
		55 - 60	60 - 65	65 - 70	70 - 75
64	Paredes	nenhuma	nenhuma	nenhuma	nenhuma
	Janelas	nenhuma	nenhuma	nenhuma	STC 34
	Teto	nenhuma	nenhuma	nenhuma	nenhuma
67	Paredes	nenhuma	nenhuma	nenhuma	nenhuma
	Janelas	nenhuma	nenhuma	nenhuma	STC 34

Na situação apresentada (níveis de até 75 DNL), a tabela mostra que as intervenções necessárias se resumem à troca das janelas dos quartos por janelas com STC igual a 34.

Foram feitas cotações preliminares do custo de instalação de uma janela deste tipo, em empresas do ramo atuantes em São Paulo. Os valores giram em torno de R\$1000,00 a R\$1500,00 por m². Supondo um domicílio com 3 dormitórios, com as janelas de 1,65 m² previstas pelo Código de Construção Municipal, o custo estimado para isolamento ficaria entre R\$5.000,00 a R\$7.500,00. Deve-se destacar que este custo poderia ser mais bem definido com informações mais detalhadas sobre as características dos imóveis nos bairros afetados pelo ruído do aeroporto.

4.4. Código de Obras e Plano Diretor Municipal

Em outros países, a experiência mostra que a abordagem ao problema de ruído aeroportuário deve ser feita conjuntamente por todas as entidades com influência sobre o assunto. No caso de isolamento acústico de residências expostas a ruído aeronáutico, isto também se traduz em requisitos construtivos específicos para obras localizadas nas áreas do entorno de aeroportos.

Um bom exemplo deste posicionamento é o Código de Construção da Cidade de Des Moines, nos Estados Unidos. Em meados dos anos 80, este município alterou seu código de obras para prever requisitos mínimos de isolamento acústico em residências a serem construídas no entorno do Aeroporto de Seattle. O código prevê duas zonas com requisitos distintos de desempenho acústico, em função da proximidade ao aeroporto e conseqüente aumento de nível de ruído observado. A imagem a seguir ilustra esta divisão:

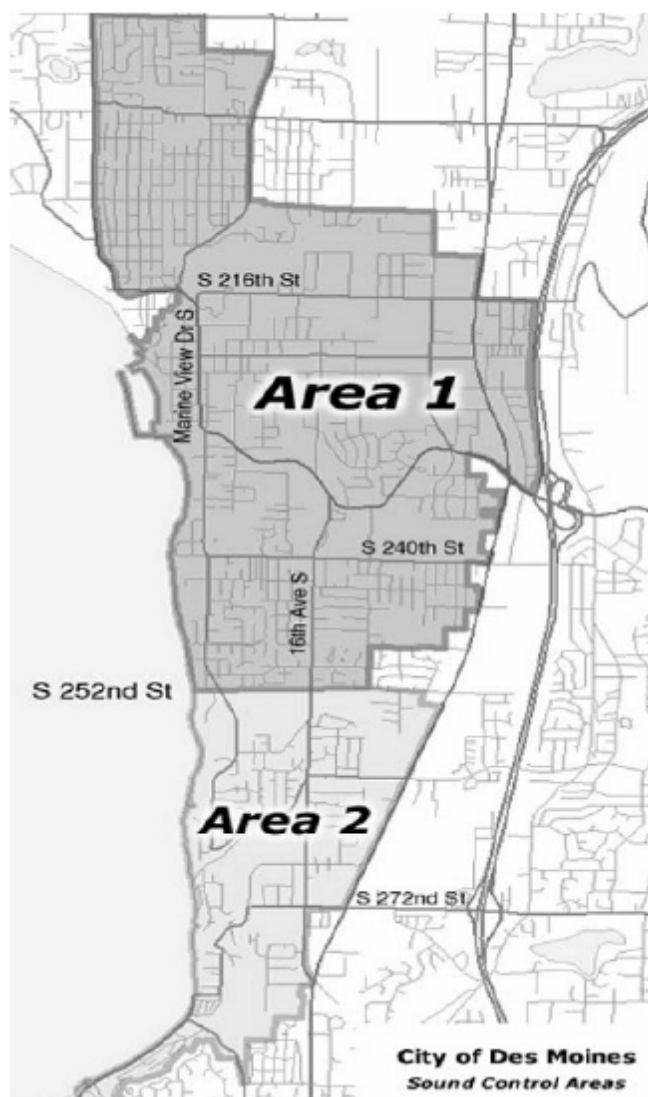


Figura 16 - Zonas com requisitos acústicos de construção, cidade de Des Moines, Estados Unidos

Para cada uma destas zonas, o código de obras da cidade prevê requisitos de desempenho acústico para aprovação de um projeto. A título de ilustração, seguem alguns requisitos impostos a residências na Área 1:

Tabela 10 – Requisitos construtivos para residências na área 1 – cidade de Des Moines, Estados Unidos

Paredes externas	STC mínimo de 40
	Paredes de concreto devem ter pelo menos uma face revestida com massa.
Janelas externas	STC mínimo de 38
	Janelas devem ser duplas, com vidros de no mínimo 5 mm de espessura
	Vidros devem estar separados por pelo menos 1.3 cm de ar
	Vidros devem ter espessuras diferentes
Portas externas	STC mínimo de 33
	Devem ser duplas
	Devem ser feitas de madeira maciça ou metal preenchido por material isolante
	Devem ter no mínimo 4.5 cm de espessura
	Devem ser espaçadas de no mínimo 7.6 cm.
Telhados e tetos	STC mínimo de 49

A análise do código de obras da cidade de São Paulo (lei municipal 11.228/92) mostra que o desempenho acústico das residências é uma preocupação, conforme disposto em seu Anexo 1, Capítulo 11:

11 – COMPARTIMENTOS

Os compartimentos e ambientes deverão ser posicionados na edificação e dimensionados de forma a proporcionar conforto ambiental, térmico, acústico, e proteção contra a umidade, obtidos pelo adequado dimensionamento e emprego dos materiais das paredes, cobertura, pavimento e aberturas, bem como das instalações e equipamentos.

.....

11.2 – ABERTURAS (PORTAS E JANELAS)

As portas ou janelas terão sua abertura dimensionada na dependência da estimativa do compartimento a que servirem, e deverão proporcionar resistência ao fogo, nos casos exigidos, isolamento térmico, isolamento e acondicionamento acústicos, estabilidade e impermeabilidade.

Apesar de não detalhar os requisitos de isolamento e acondicionamento acústicos necessários para as construções, a lei cita, em seu Anexo 1, Capítulo 9, que as Normas Técnicas Oficiais (NTO) editadas pela ABNT devem ser observadas.

9. COMPONENTES – MATERIAIS, ELEMENTOS CONSTRUTIVOS E EQUIPAMENTOS

Além do atendimento às disposições desta Lei, os componentes das edificações deverão atender às especificações constantes das NTO, mesmo quando sua instalação não seja obrigatória pela LOE.

NOTA: (LOE - Legislação de Obras e Edificações)

Sobre isolamento acústico de residências no entorno de aeroportos, a ABNT possui uma norma específica em vigor, a **NBR 8572** - *Fixação de valores de redução de nível de ruído para tratamento acústico de edificações expostas ao ruído aeronáutico*, de 1984. Esta norma fixa os valores de redução de níveis de ruído proporcionados por fachadas e/ou coberturas de edificações localizadas na Área II, entre as curvas de 65 DNL e 75 DNL, dos Planos de Zoneamento de Ruído em Aeroportos. Especificamente sobre Congonhas, a norma requer uma redução de ruído de 35 a 40 dB para as construções dentro da Área 2 do aeroporto.

O arcabouço normativo aqui levantado pode, portanto, contribuir para uma revisão da Legislação de Obras e Edificações do Município de São Paulo, com o objetivo de adequar as novas construções aos níveis de ruído a que estão submetidas.

De acordo com a legislação brasileira, o município possui a responsabilidade em estabelecer e fiscalizar a ocupação do solo. Nas regiões vizinhas aos aeródromos, o zoneamento deve seguir as diretrizes do Plano de Zoneamento de Ruído – PZR – correspondente, com o controle e fiscalização da autoridade municipal. Diversos municípios adotaram os PZR em suas leis de uso do solo, como nos exemplos dispostos a seguir:

Tabela 11 – Alguns municípios brasileiros que adotam o PZR

Aeroporto	PEZR	Lei de uso do solo
Guarulhos	Portaria N° 479/DGAC07/12/1992	Lei Municipal nº 4.818, de 1996
Goiânia	Portaria N° 071/DGAC 05/03/1992	Lei Complementar nº 015 de 1992
Recife	Portaria No 232/DGAC 14/04/1997	Lei Municipal nº 16.414, de 1998
Fortaleza	Portaria N° 1053/DGAC 31/12/1997	Lei Municipal nº 7987 de 23, de 1996
Marília	Portaria N° 416/DGAC 23/11/1990	Lei Complementar nº 480, de 2006

Assim, o Plano Diretor do Município poderia incorporar as previsões do PEZR do aeroporto de Congonhas, de forma a evitar futuras ocupações não compatíveis da área do entorno.

4.5. Barreiras Acústicas

Barreiras acústicas são utilizadas para interferir na propagação de ruído gerado por uma fonte, com o objetivo de diminuir os níveis de ruído em comunidades sensíveis. Este tipo de barreira é muito utilizado no entorno de auto-estradas e aeroportos.

A redução do ruído por uma barreira depende, basicamente, de dois fatores, a saber:

- A diferença da trajetória da onda sonora ao viajar por cima da barreira quando comparada a transmissão direta da onda sonora da fonte ao receptor.
- Freqüência do ruído gerado.

Do efeito combinado destes dois fatores mostra-se que os ruídos de baixa freqüência são mais difíceis de serem atenuados utilizando-se barreiras acústicas, quando comparados com os ruídos de freqüências mais altas.

Além disto, a altura da barreira e sua posição relativa à fonte emissora do ruído e/ou receptor são fatores cruciais para alcançar uma redução efetiva de ruído: a barreira acústica será mais efetiva o quanto mais próxima ela estiver da fonte geradora do ruído ou do receptor.

Diante das características do ruído gerado pelo transporte aéreo, barreiras acústicas postas no sítio aeroportuário basicamente atenuariam o ruído gerado no próprio sítio aeroportuário (cheque de motores, APU's, etc.). De certa maneira, este tipo de impacto já foi endereçado com a alteração do procedimento de cheque de motores.

Além disto, as barreiras acústicas não podem ficar demasiadamente próximas das pistas, uma vez que estas áreas devem atender determinados requisitos a fim de manter segurança operacional nos procedimentos de pouso e decolagem. Isto acaba por dificultar a adoção deste tipo de intervenção em Congonhas.

Do exposto, a utilização desta medida para mitigação do ruído no aeroporto de Congonhas torna-se pouco atraente, considerando-se os prós e os contras associados a esta alternativa.

4.6. Instrumentos Financeiros para Gerenciamento de Ruído

Uma vez passada as etapas de planejamento e mitigação, com a definição dos PEZR e a sua incorporação aos códigos de construção e planos diretores, a definição de instrumentos financeiros para gerenciamento de ruído é a última etapa arrolada no contexto da Abordagem Equilibrada - Planejamento e Gerenciamento de Uso de Solo.

Segundo o Doc.9829 da ICAO, os instrumentos financeiros mais utilizados são, *in verbis*:

Financial instruments: capital improvements, tax incentives, and noise-related airport charges for revenue generation to assist in funding noise mitigation efforts.

Capital improvements são medidas com o objetivo de fomentar a ocupação da região do entorno do aeroporto por empreendimentos comerciais e industriais compatíveis com o definido no PEZR do Aeroporto, conseqüentemente desencorajando novas ocupações residenciais ou de receptores críticos na região.

O termo *tax incentives* é auto-explicativo e propõe basicamente a renúncia fiscal temporária de impostos de forma a financiar melhorias de isolamento acústico nas residências que após avaliação técnica se provem elegíveis para tal. Uma vez concluído o programa a renúncia é extinta e novas ocupações ou modificações aos imóveis existentes não condizentes com o Código de Construção e o PEZR são proibidas.

Por fim a última medida desta categoria seria o estabelecimento de tarifas aeroportuárias diferenciadas, também temporárias, destinadas à criação de um fundo para ser aplicado em medidas mitigadoras de ruído. A ICAO preconiza que tarifas deste tipo só devem ser utilizadas para mitigação de ruído em aeroportos que sofram do problema em suas vizinhanças. Além disto, devem existir garantias de que a verba não seja destinada a outros fins e, uma vez concluído o programa, de que a tarifa seja extinta. Ainda segundo a ICAO, as tarifas devem ser baseadas preferencialmente em tarifas de pouso e devem utilizar como parâmetro de cobrança os padrões de certificação de ruído das aeronaves.

Caso medidas deste tipo venham a ser consideradas no futuro, deve-se levar em conta as especificidades da situação de Congonhas e do ordenamento jurídico brasileiro, a fim de definir opções viáveis e ajustadas a esta realidade.

5. Restrições operacionais

5.1. Introdução

Conforme amplamente discutido na primeira Nota Técnica deste grupo, de acordo com a ICAO qualquer tipo de restrição operacional baseada em ruído só deve ser adotada após a avaliação e implementação de todas as alternativas disponíveis para mitigar o problema de ruído aeronáutico em um aeroporto.

Com esta limitação em mente, o propósito deste capítulo é mostrar que, caso tal tipo de medida venha a se mostrar necessária no futuro, existem inúmeras gradações possíveis de restrições operacionais, variando entre a proibição total ou liberação incondicional de operações em Congonhas. Ressalta-se que a ANAC não está recomendando a adoção de nenhuma das opções aqui listadas.

5.2. Restrições em vigor

Atualmente, já existem algumas restrições operacionais relacionadas a ruído em vigor no aeroporto de Congonhas.

A resolução ANAC 55/2008, de 08 de outubro de 2008, proíbe a operação de aeronaves que não cumpram com os padrões de ruído do Capítulo 3. Esta proibição vale apenas para operações em horários mais sensíveis à comunidade do entorno (entre 22:00 e 07:00)

O RBHA 91 – Regras Gerais de Operação para Aeronaves Civis prevê em seu parágrafo 91.805 uma retirada gradativa de operação de aeronaves que não cumpram com os requisitos de ruído do Capítulo 3 da ICAO. Este processo foi finalizado no dia 1 de janeiro de 2011, a partir de quando não é mais permitido operar no Brasil aeronaves que não cumpram este padrão de ruído.

Portanto, o RBHA 91 é uma regra mais restritiva que a resolução ANAC 55/2008 descrita anteriormente, já que este não prevê nenhum horário permitido para operação das aeronaves mais ruidosas.

A análise das aeronaves que operaram em Congonhas no ano de 2010 mostra que, mesmo antes do prazo final previsto pelo RBHA 91.805, nenhuma aeronave Capítulo 2 operou no aeroporto neste ano. Portanto conclui-se que a eliminação das aeronaves Capítulo 2 (mais ruidosas), que ocorreu no dia 1 de janeiro de 2011, não produzirá impactos benéficos para a população do entorno, quando comparado com a situação de 2010, pois a frota atualmente operando em Congonhas já está atualizada no que diz respeito às tecnologias de redução de ruído na aeronave.

5.3. Estudo de caso - Washington National – Ronald Reagan Airport

O Ronald Reagan Washington National Airport utiliza métodos rígidos para controle de ruído de suas operações. Suas regras de operação noturna estão entre as mais restritivas dos Estados Unidos. Estas regras proíbem a operação de aeronaves entre 22:00 e 07:00 caso os níveis de ruído do modelo e tipo da aeronave, em dB(A), conforme definidos pela FAA em sua AC36-1H, excedam os seguintes limites:

- Para decolagens: 72 dB(A)
- Para aproximações: 85 dB(A)

As violações a estes limites são punidas com multa de \$5.000,00 por operação faltosa.

O seguinte gráfico exemplifica a utilização prática deste limite sobre ruído de decolagem sobre os de aeronaves atualmente em uso em Congonhas:

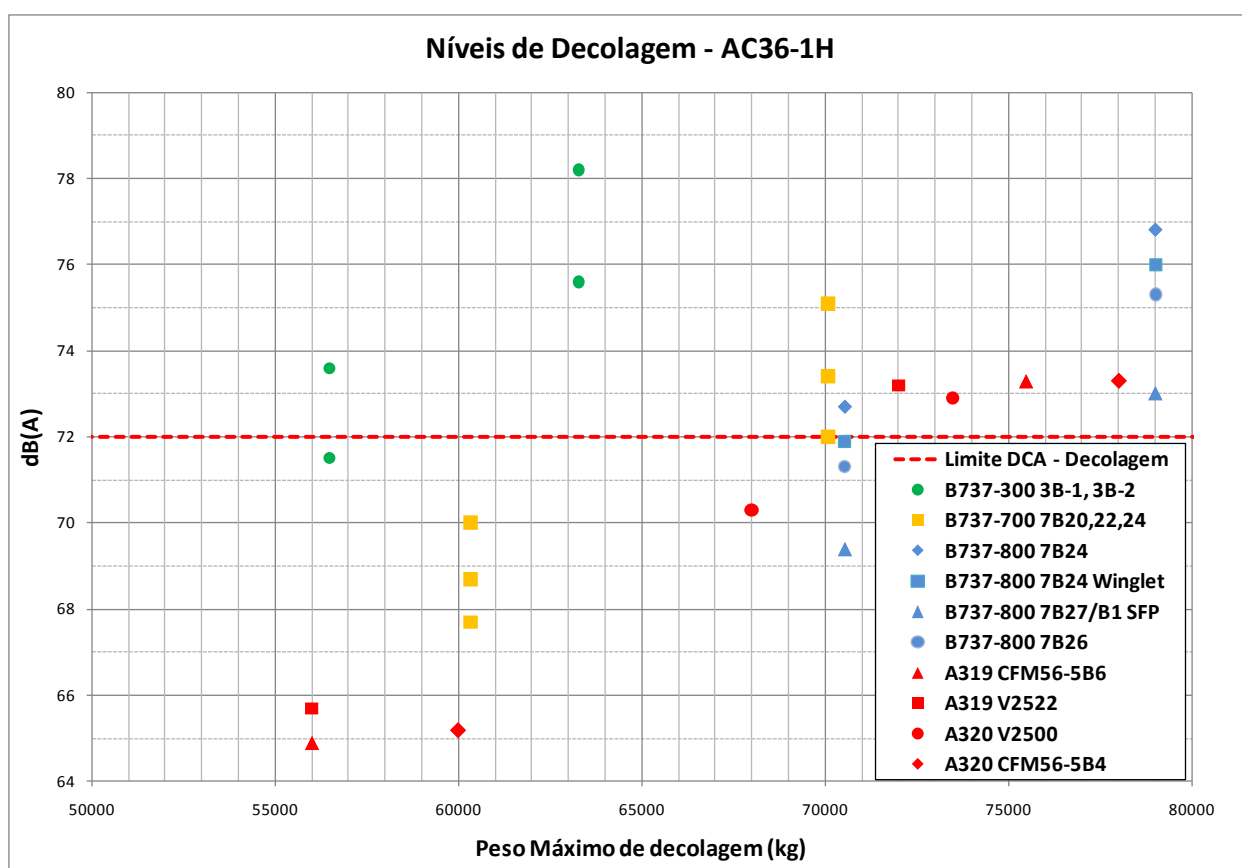


Figura 17 - Níveis de ruído em decolagem em dB(A), AC36-1H

Ressalta-se que a definição de um nível máximo de ruído aceitável para as aeronaves a operar em Congonhas não é o objetivo deste relatório. Apesar disto, a análise do gráfico permite vislumbrar possibilidades de mitigar o ruído no horário crítico:

- Mesmo considerando um mesmo modelo de aeronave, existem variações de configuração e motor que possuem impacto nos níveis de ruído. Por exemplo, existem 4 variantes do Boeing 737-800 em operação em Congonhas, com diferenças de até 4 dB(A) entre as versões mais silenciosa (B737-800 7B27/B1 SFP) e a mais ruidosa (B737-800 7B24).
- O peso das aeronaves é também uma variável importante nos níveis de ruído, conforme mencionado anteriormente.
- A tração disponibilizada pelos motores no momento da decolagem também tem influência nos níveis de ruído. A análise dos níveis do Boeing 737-700 mostra que aeronaves equipadas com motores de maior tração (CFM56-7B24) possuem níveis de ruído até 2 dB(A) inferiores. Este efeito pode ser associado aos procedimentos de “*flex takeoff*”, onde, com o objetivo de preservar a integridade física dos motores, a decolagem é realizada com potência mais baixa do que a máxima disponibilizada por eles. Ou seja, de acordo com os dados da AC36-1H, operações desta natureza são mais ruidosas.

Desta forma, a utilização de aeronaves com melhor desempenho de ruído, associado também à realização de rotas curtas e a não-utilização de procedimentos de *flex takeoff*, pode vir a gerar impactos positivos para os moradores durante o horário crítico de sensibilidade, entre as 6:00 e 7:00. Entretanto, ressalta-se que as análises aqui dispostas foram feitas baseadas em dados da AC36-1H, do FAA, que apresentam níveis de ruído em condições padronizadas de distância e procedimentos de decolagem. Portanto, a efetividade no caso específico de Congonhas deve ser mais bem avaliada no que diz respeito à sua viabilidade técnica e econômica.

5.4. Restrição de operações aos fins de semana

Operações nos fins de semana são potencialmente mais danosas aos moradores do entorno do aeroporto, já que nestes dias maior parte da comunidade encontra-se desfrutando de seu descanso semanal.

A possibilidade de alteração do horário de funcionamento do Aeroporto de Congonhas nos dias de semana já foi analisada no primeiro relatório apresentado por este grupo de trabalho, onde se concluiu que atualmente é inviável esta modificação, dada a importância estratégica do aeroporto de Congonhas no contexto nacional.

Desta forma, foi investigada a possibilidade de uma distribuição diferenciada das operações nos fins de semana, com o objetivo de mitigar o incômodo causado pelo ruído aeronáutico na vizinhança do Aeroporto de Congonhas.

Medidas neste sentido já foram contempladas quando da elaboração da Resolução da ANAC 55 de 2008, que versa sobre as limitações de operação no aeroporto de Congonhas. Consta no artigo 1 desta resolução:

I - limitações:

a) os vôos domésticos não-regulares de passageiros (charter e fretamento) somente serão autorizados aos sábados, no período compreendido entre 14:00h e 22:45h, e aos domingos, entre 06:00h e 14:00h, condicionado à disponibilidade de slots;

Recentemente foi editada a Decisão 47, de 19 de abril de 2011, pela Diretoria da ANAC, que fixa interpretação do art. 1º da Resolução nº 55. Do texto desta Decisão:

Art. 1º Fixar a interpretação do art. 1º, inciso I, da Resolução nº 55, de 8 de outubro de 2008, para esclarecer que é permitida a operação de voos domésticos não regulares de passageiros no Aeroporto de São Paulo/Congonhas (SBSP) em feriados nacionais ocorridos entre segunda e sexta-feira, observado o seguinte:

I - somente serão autorizados voos não regulares ocorrendo cancelamento de voos regulares no slot da operação pleiteada;

II - os voos não regulares deverão ser previamente autorizados pela Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária - INFRAERO, pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo – DECEA e pela ANAC.

Devido a alguns questionamentos gerados pela apresentação deste primeiro trabalho, no que diz respeito à capacidade do aeroporto, julga-se oportuno retomar este assunto aqui, a fim de dirimir tais dúvidas. Conforme apresentação feita ao Grupo de Trabalho pelo CGNA/DECEA, a capacidade de pista do aeroporto é de 34 movimentos/hora na pista principal, que representa 90% da capacidade total de movimentos/hora para a referida pista. Os cálculos do CGNA levam em consideração requisitos de segurança, como os instituídos pela IAC 121-1013 da ANAC, que eliminou as operações com passageiros na pista auxiliar, além de fatores de ocupação de pista. Os movimentos na pista auxiliar são somente de aviação geral e são autorizados de acordo com a conveniência, respeitando-se critérios de segurança e fluxo, pelo órgão de controle do tráfego aéreo.

A ANAC adotou integralmente a recomendação do CGNA/DECEA e decidiu particionar a recomendação de 34 movimentos/hora na pista principal alocando 30 movimentos/hora para aviação regular e 4 movimentos para a aviação geral. No entanto, voos de aviação geral e voos de aviação não

regular (fretamentos) não necessitam da autorização da ANAC, sendo realizados mediante coordenação entre os operadores, o controle de tráfego aéreo e a administração aeroportuária.

O limite teórico calculado pelo CGNA para operação com duas pistas seria de 52 movimentos/hora. A capacidade prática, no entanto, deve considerar uma margem de segurança e com isso o valor aplicado deve ser de 48 movimentos/hora, o que representa 90% da capacidade teórica. Isto explica alguns horários com altas médias de movimentos: quando ocorre um encaixe adequado entre as operações na pista principal e na auxiliar, números desta ordem podem ser atingidos sem problemas. As análises de movimento, elaboradas no primeiro relatório, e reproduzida no gráfico abaixo, mostraram que mesmo nos horários de pico a capacidade prática de operação do aeroporto, ou seja, limite teórico menos 10%, não é excedida durante os dias de semana.

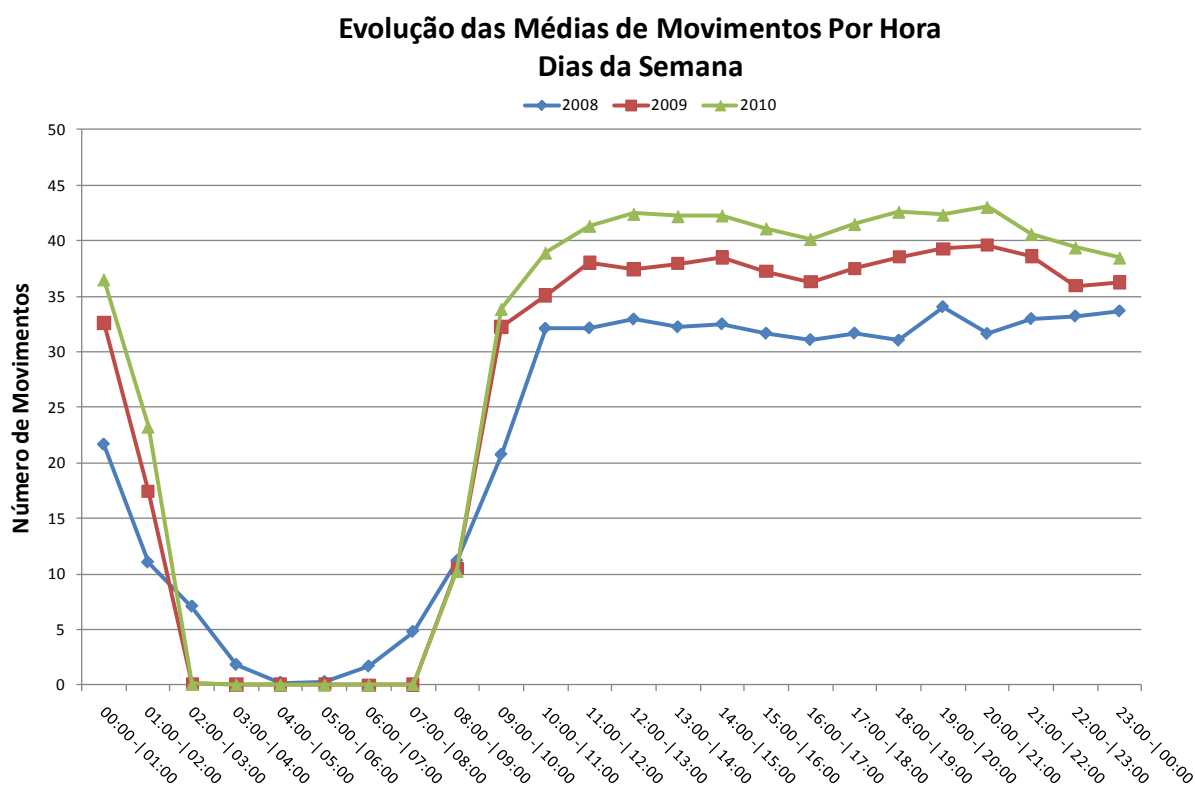


Figura 18 - Médias de movimentos ao longo do dia em Congonhas

Neste trabalho, um novo tipo de análise foi efetuado tendo em vista as particularidades de cada tipo de operação, definidas da seguinte forma: regular (linhas aéreas - voos previstos no HOTRAN), não-regular (fretamentos) e geral (aeronaves executivas leves, helicópteros, aeronaves a pistão e pequenos turbo-hélices com menos de 19 assentos).

Conforme mostrado anteriormente, os voos regulares já sofrem uma série de restrições quanto a alterações, situação que não se repete nos voos não- regulares e de aviação geral. Com esta diferenciação em mente, foram feitas análises do movimento do Aeroporto de Congonhas, tomando o ano de 2010 como base e focando nos movimentos de sábados e domingos.

A tabela a seguir dispõe sobre o número de movimentos nos domingos, entre as 6:00 e 7:00, no ano de 2010:

Tabela 12 - Movimentos aos domingos, entre as 6:00 e 7:00

Movimentos de Domingo entre 06:00 e 07:00hs, ano de 2010		
Tipo de Aviação	Quantidade de movimentos	Média de movimentos (52 domingos/ano)
Aviação Geral	60	2
Aviação Não Regular	129	3
Aviação Regular	487	10

Pode-se ver que a média de movimentos encontra-se bem abaixo dos trinta e quatro movimentos disponíveis para o horário. Infere-se da tabela acima a distribuição de vôos por tipo de aviação:

Tipo de voo Domingos 06:00 às 07:00 hs

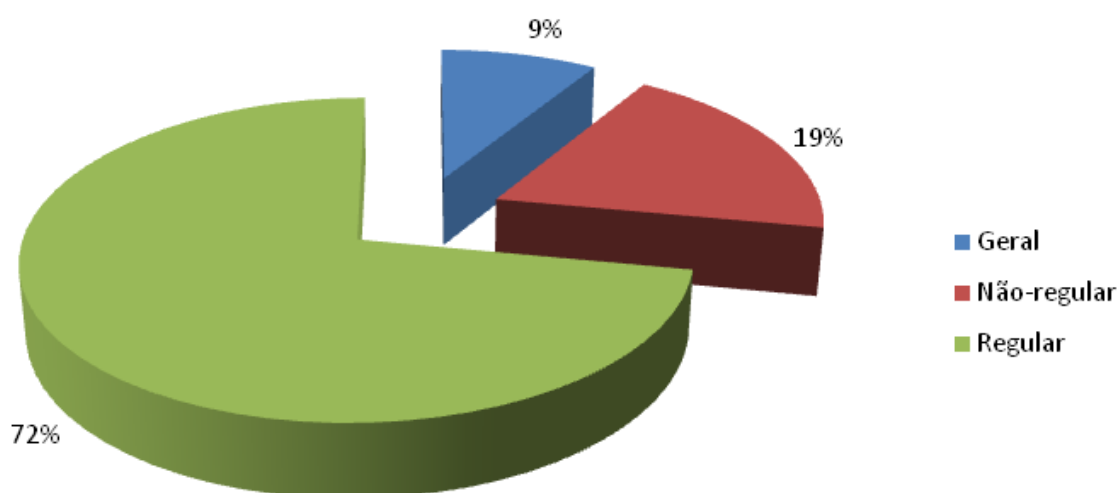


Figura 19 - Movimentos aos domingos entre 6 e 7 da manhã, por tipo de aviação.

A tabela a seguir identifica os principais destinos das operações não – regulares neste aeroporto, neste horário específico ao longo do ano de 2010:

Tabela 13 - Destinos de operações não-regulares em Congonhas

Código ICAO	Aeroporto	Distância GC (Km)
SBBH	BH - Pampulha	504
SBCN	Caldas Novas	687
SBCT	Curitiba	331
SBCY	Cuiabá	1329
SBGR	Guarulhos-SP	29
SBIL	Ilhéus	1264
SBMO	Maceió	1948
SBPS	Porto Seguro	1124
SBSL	São Luiz	2353
SBSV	Salvador	1480
SBTC	Comandatuba Transamérica	1220

Um cruzamento com a base de dados de movimento de torre possibilitou a dedução do tipo de aeronave mais utilizado nesta faixa de horário, por tipo de operação. Nesta etapa foram analisadas somente operações de aviação regular e não-regular, já que estas operações são as mais significativas do ponto de vista de impacto sonoro devido ao porte das aeronaves utilizadas. O gráfico a seguir dispõe sobre os modelos de aeronaves utilizadas em cada tipo de operação.

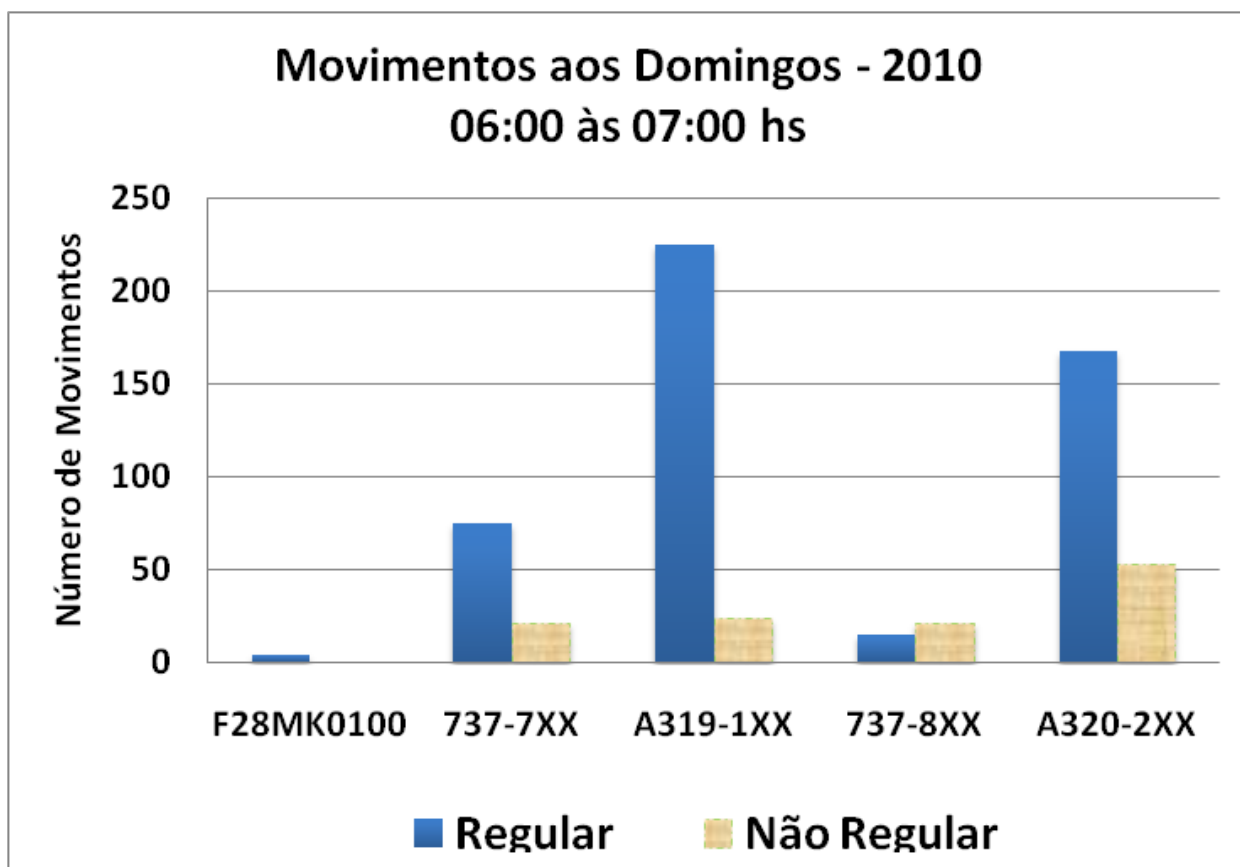


Figura 20 - Classificação dos movimentos aos domingos pela manhã

Os dados mostram que a aviação não regular representa apenas 20% dos movimentos no período em foco, ou seja, decolagens nos domingos de 2010 no horário de 06:00 às 07:00 hs. Entretanto a análise da tabela de principais destinos operados mostra que as etapas de interesse destes vôos são em geral mais longas, cobrindo distâncias próximas ou superiores a 1000 Km. Isto significa que as aeronaves devem decolar com bastante combustível para cumprir estas etapas, portanto mais pesadas. Além disso, o gráfico também demonstra que as aeronaves utilizadas para este tipo de operação são as de maior porte, em geral. Assim a combinação de etapas mais longas com aparelhos de maior porte leva a conclusão de que este tipo de operação pode estar causando um impacto maior no ruído observado neste horário, devido ao peso de decolagem, aos domingos de manhã.

Abaixo a tabela com as médias dos movimentos, por faixa horária nos fins de semana em 2010:

Tabela 14 - Média de movimentos - Fins de semana em 2010

2010 Faixa Horária	Médias	
	Sábados	Domingos
00:00 - 01:00	0	0
01:00 - 02:00	0	0
02:00 - 03:00	0	0
03:00 - 04:00	0	0
04:00 - 05:00	0	0
05:00 - 06:00	7	4
06:00 - 07:00	29	15
07:00 - 08:00	39	19
08:00 - 09:00	45	27
09:00 - 10:00	48	33
10:00 - 11:00	45	34
11:00 - 12:00	45	37
12:00 - 13:00	41	39
13:00 - 14:00	37	40
14:00 - 15:00	35	44
15:00 - 16:00	33	44
16:00 - 17:00	32	48
17:00 - 18:00	31	50
18:00 - 19:00	28	49
19:00 - 20:00	24	47
20:00 - 21:00	24	44
21:00 - 22:00	42	29
22:00 - 23:00	30	12
23:00 - 24:00	0	0

Os horários em que as médias de operação são superiores a **capacidade de planejamento** de 34 movimentos/hora foram ressaltados em amarelo. Em laranja os horários em que as médias de movimento igualam ou excedem a **capacidade prática** do aeroporto de 48 movimentos/hora.

Com base na tabela de movimentos médios por faixa horária, apresentada acima, foi feita uma comparação entre a distribuição de movimentos médios dos sábados e domingos. Os resultados são apresentados no gráfico a seguir :

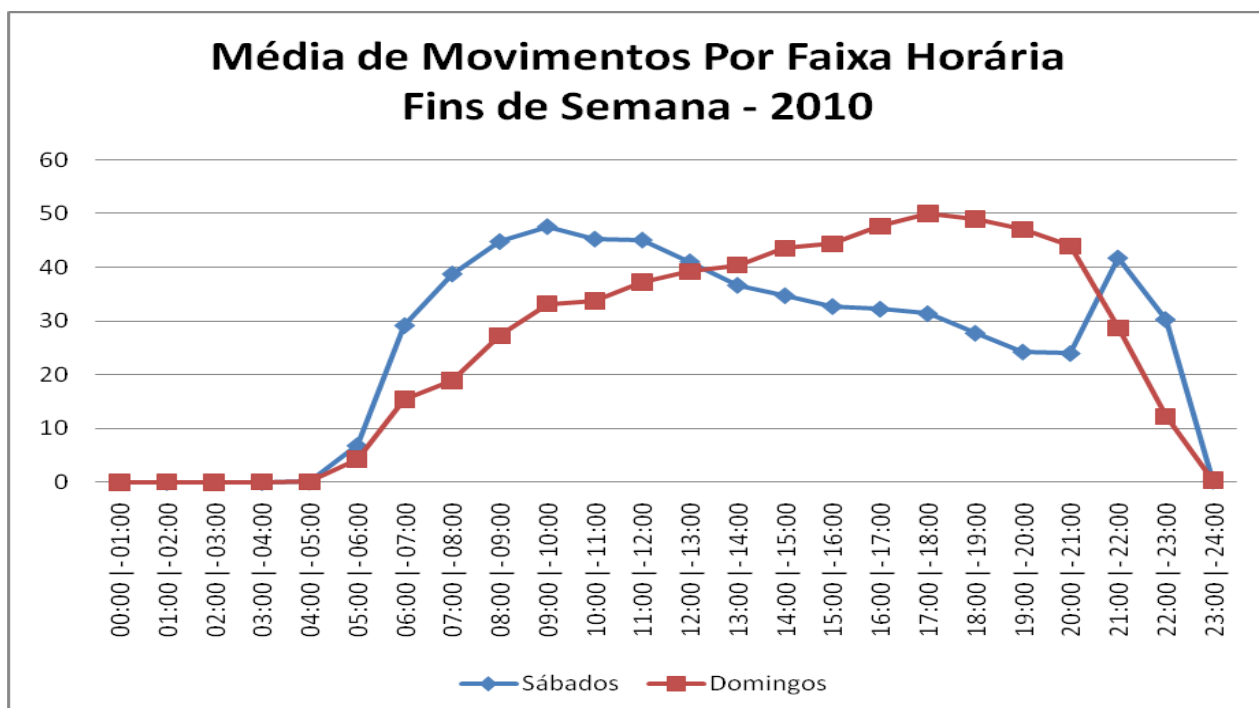


Figura 21 - Média de movimentos nos fins de semana em Congonhas

Uma análise do último gráfico mostra que a média de movimentos nas horas de pico nos fins de semana é ligeiramente maior do que a média geral dos dias da semana.

Também há um comportamento notadamente diferente entre sábados e domingos. Enquanto nos domingos os movimentos crescem monotonicamente até um pico por volta das 18:00, decrescendo a partir deste ponto, nos sábados há claramente dois picos de movimento: um na parte da manhã por volta das 09:00 hs e outro à noite por volta das 22:00 hs. A explicação para o segundo pico de movimento aos sábados pode ser a chegada ao aeroporto das aeronaves que irão realizar os voos não-regulares na manhã seguinte.

Desta forma uma medida mitigadora possível seria a redistribuição destes vôos de fretamento, atualmente alocados entre 6:00 e 7:00 de domingos e 22:00 e 23:00 de sábados, para horários mais cedo aos sábados à noite e mais tarde aos domingos pela manhã.

De forma a se estudar a possibilidade acima foi feito o levantamento dos movimentos separados por tipo de aviação.

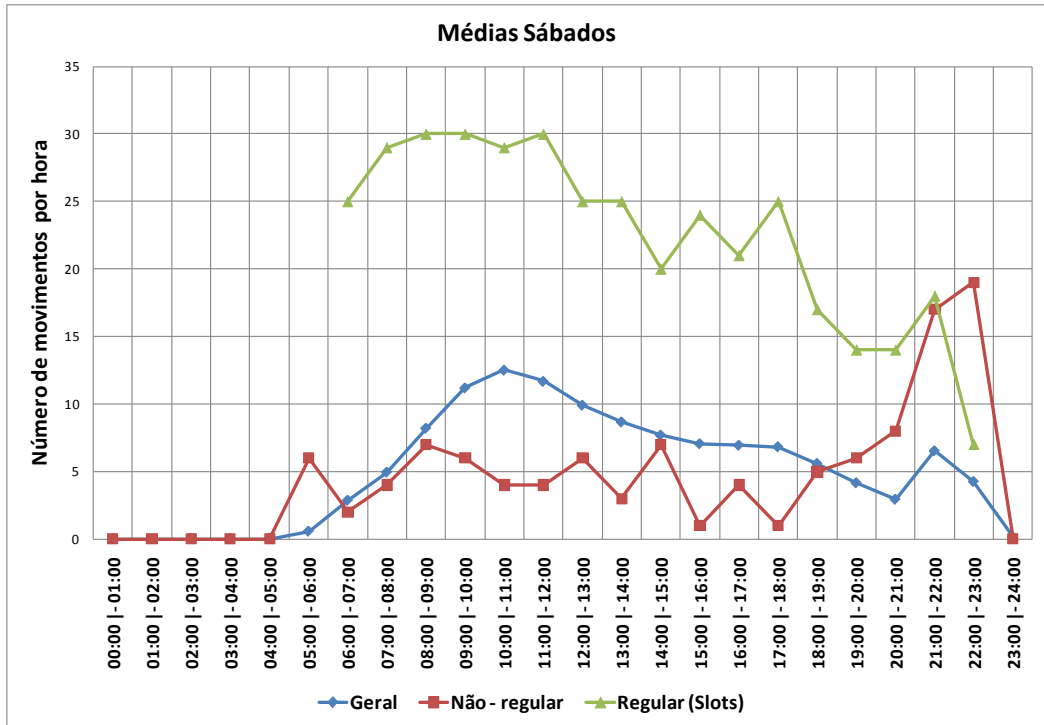


Figura 22 - Médias de movimentos aos sábados, por tipo de aviação

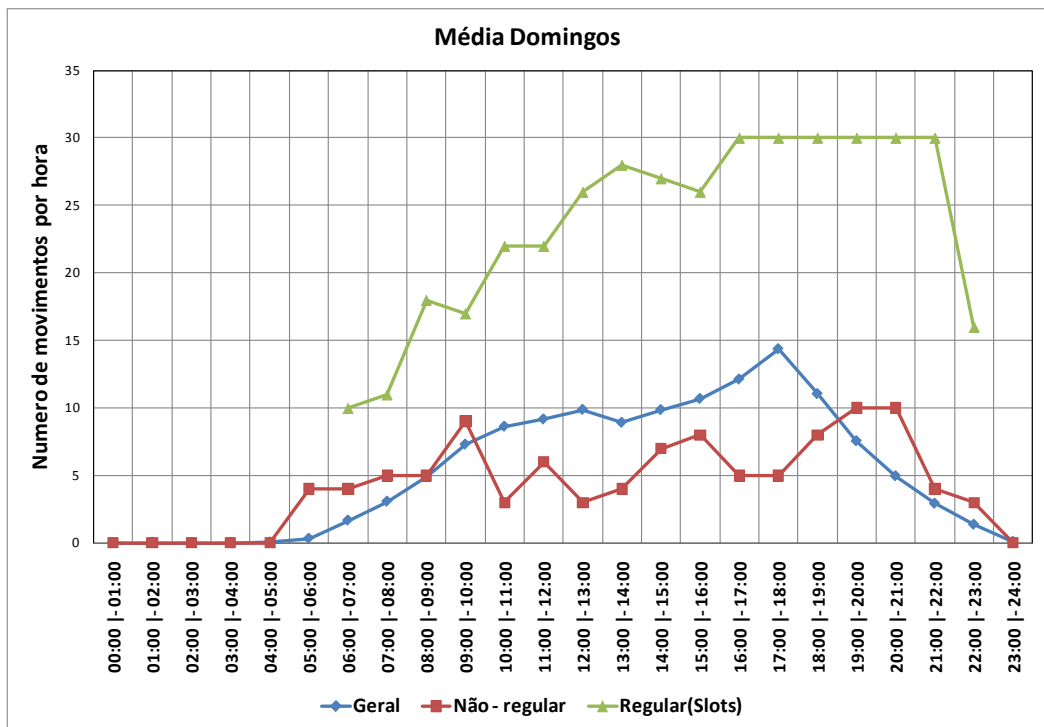


Figura 23 - Médias de movimentos aos domingos, por tipo de aviação

Foi feito o cruzamento das informações do banco de dados de movimento do DECEA com os dados constantes no HOTRAN da ANAC para se verificar, da quantidade de slots liberados para operação, quantos realmente foram utilizados por faixa horária aos sábados e domingos. A tabela abaixo expressa os números de voos autorizados pelo HOTRAN para a aviação regular:

Tabela 15 - Voos autorizados pelo Hotran para a aviação regular

Faixa Horária	SLOTS AUTORIZADOS - SÁBADOS			SLOTS AUTORIZADOS - DOMINGOS		
	POUSOS	DECOLAGENS	TOTAL	POUSOS	DECOLAGENS	TOTAL
00:00 - 01:00						
01:00 - 02:00						
02:00 - 03:00						
03:00 - 04:00						
04:00 - 05:00						
05:00 - 06:00						
06:00 - 07:00	11	14	25	6	4	10
07:00 - 08:00	15	14	29	3	8	11
08:00 - 09:00	12	18	30	7	11	18
09:00 - 10:00	18	14	32	10	7	17
10:00 - 11:00	14	15	29	6	16	22
11:00 - 12:00	15	15	30	11	11	22
12:00 - 13:00	13	12	25	12	14	26
13:00 - 14:00	10	15	25	12	14	28
14:00 - 15:00	13	7	20	16	11	27
15:00 - 16:00	10	14	24	10	16	26
16:00 - 17:00	12	9	21	16	14	30
17:00 - 18:00	14	11	25	14	16	30
18:00 - 19:00	9	8	17	14	16	30
19:00 - 20:00	9	5	14	17	13	30
20:00 - 21:00	7	7	14	15	15	30
21:00 - 22:00	11	7	18	19	12	31
22:00 - 23:00	5	2	7	6	10	16
23:00 - 24:00						

Pode-se observar que parece possível o remanejamento dos voos não-regulares que ocorrem nos horários sensíveis (domingo entre 6:00 e 7:00 e sábados entre 22:00 e 23:00), levando-se em consideração somente a **capacidade de planejamento**, visto que nos domingos o aeroporto, em média, só atinge a sua capacidade máxima nominal após as 11:00. Desta forma pode ser avaliado um

gerenciamento de operações, ou seja, uma redistribuição dos vôos não – regulares ao longo das faixas horárias menos sensíveis, sob o ponto de vista do ruído, para a população no entorno do aeroporto.

Outro ponto que sugere a possibilidade deste procedimento é a comparação do número de slots distribuídos pela ANAC para os operadores com o número de slots efetivamente utilizados.

De forma a checar esta possibilidade foram escolhidos três fins de semana, aleatoriamente, ao longo do ano de 2010 e novamente cruzados os dados da tabela de HOTRAN, onde consta o campo número de voo com a tabela de movimentos de torre em horários pico. Para os sábados foram analisadas as faixas de de 10:00 às 11:00 e de 21:00 às 22:00; e para os domingos a faixa de 17:00 às 18:00 e de 20:00 às 21:00 hs. As operações foram agregadas da seguinte forma: voos previstos no HOTRAN foram classificados como voos regulares; voos executados por aeronaves “pequenas”, business jets, helicópteros, aeronaves a pistão e pequenos turbo-hélices (menos de 19 assentos) foram classificados como aviação geral; e os demais como aviação não-regular (fretamentos).

Tabela 16 - Classificação das operações por tipo, em dias e horários amostrados

SÁBADOS	10:00 - 11:00					21:00 - 22:00				
DIAS	SLOTS	Total	Regular	Não-regular	Geral	SLOTS	Total	Regular	Não-regular	Geral
24/04/2010	29	24	20	1	10	18	36	19	17	10
14/08/2010	29	45	19	16	12	18	40	6	21	13
20/11/2010	29	38	20	4	15	18	22	11	8	3
DOMINGOS	17:00 - 18:00					20:00 - 21:00				
DIAS	SLOTS	Total	Regular	Não-regular	Geral	SLOTS	Total	Regular	Não-regular	Geral
25/04/2010	30	41	15	16	10	30	29	14	14	1
15/08/2010	30	36	15	9	12	30	30	13	14	3
21/11/2010	30	44	15	10	15	30	30	17	10	3

Primeiro a tendência apresentada no gráfico dos movimentos médios se confirma pois nos sábados encontram-se dois picos de movimentos em horários distintos enquanto aos domingos apenas um pico por volta das 18:00 hs, assinalados em laranja na tabela. A segunda observação é a de que embora haja uma alocação de slots muito maior para aviação regular estes não tem sido utilizados em sua totalidade nos horários estudados, bastando comparar as colunas em amarelo.

Quanto a questão de slots não utilizados, foi feito um estudo abrangendo o movimento do aeroporto de Congonhas ao longo do mês de março de 2011. A partir de uma tabela gerada pelo setor de estatística do CGNA/DECEA e cedida para este estudo, foi feita a subtração dos movimentos realizados com a tabela HOTRAN da ANAC de movimentos autorizados para a aviação regular de forma a verificar a não utilização de slots também durante os dias da semana. Abaixo é apresentada a tabela do CGNA modificada:

Em amarelo na tabela estão realçados os horários em que os movimentos de aviação regular superaram o número de slots alocados (valores negativos). Segundo o CGNA isto ocorre normalmente para acomodar atrasos ou condições meteorológicas adversas que ocorrem durante a operação. Aos fins de semana outro motivo para estes valores se deve ao fato de que para o CGNA não há separação do tráfego entre aviação regular e não-regular, assim todos são lançados como regular e, ao fazer a subtração em relação ao número de slots para o horário aparecem mais vôos do que os autorizados.

As demais células (valores positivos) demonstram que há um número significativo de slots não utilizados ao longo de um dia típico de um mês de operação normal.

Este assunto está sendo estudado pela ANAC atualmente, no âmbito da SRE, que está revisando a Resolução 2/2006, que trata da alocação de slots em aeroportos coordenados, caso de Congonhas.

5.5. Sistema de cotas

O sistema de cotas de operação baseadas em ruído é utilizado com sucesso em vários aeroportos do mundo. Neste sistema, inicialmente os modelos de aeronaves são classificados de acordo com seus níveis de emissão de ruído. Além disto, uma cota máxima de ruído é definida para o período noturno (entre 23:00 e 7:00), em função desta classificação de ruído. Desta forma, mais movimentos são permitidos para as aeronaves mais silenciosas, em detrimento das mais ruidosas.

O principal sistema de cotas em vigor atualmente é o utilizado em aeroportos da Inglaterra. Este sistema classifica as aeronaves em função de seu nível de ruído certificado, da forma especificada na seguinte tabela.

Tabela 18 - Classificação QC – aeroportos da Inglaterra

Ruído de pouso ou decolagem (EPNdB)	Quota Count (QC)
Maior que 101.9	16
99-101.9	8
96-98.9	4
93-95.9	2
90-92.9	1
87-89.9	0.5
84-86.9	0.25
Abaixo de 84	0

Para fins desta classificação, considera-se:

- Ruído de decolagem = (ruído certificado de sobrevôo + ruído certificado lateral)/2

- Ruído de pouso = ruído certificado de aproximação + 9

Como exemplo, o aeroporto de Birmingham, na Inglaterra, prevê uma cota anual de ruído noturno de 4.000. Neste sentido, uma operação de aeronave classificada como QC16 (mais ruidosa) utiliza 16 unidades desta cota, enquanto que uma aeronave QC0.25 (mais silenciosa) utiliza apenas 0.25 unidades.

Além disto, esta classificação também é utilizada para proibir a utilização noturna de aeronaves mais ruidosas. A tabela a seguir exemplifica alguns limites utilizados em alguns aeroportos do mundo:

Tabela 19 - Limites QC para operação noturna em alguns aeroportos

Aeroporto	Limite para operação noturna
Birmingham	QC2
Heathrow	QC4
Leeds	QC0.5 (decolagem) e QC1 (pouso)

A tabela a seguir apresenta a classificação das aeronaves atualmente operando em Congonhas, segundo a metodologia de classificação do sistema inglês de cotas. Esta classificação leva em conta o peso máximo de decolagem certificado da aeronave, que consta de sua documentação (Manual de Voo).

Tabela 20 - Classificação QC-decolagem, frota em Congonhas

QC de decolagem	Modelo de aeronave		
1	A320-214 (MTOW=77000 kg) A320-231	737-809 737-86N 737-8EH	737-8HX 737-8Q8
0.5	A319-115 A319-112 A319-132 (MTOW=75500 kg) A320-214 (MTOW=70000 kg) A320-232 (MTOW=77000 kg) A320-233 737-322 737-33A 737-341 737-36N 737-36Q 737-3K9	737-3Q8 737-3U3 737-3Y0 737-73A 737-73S 737-73V 737-75B 737-76N 737-76Q 737-7BX 737-7EA	737-7EH 737-7K9 737-7L9 737-7Q8 737-85F 737-86N 737-8AS 737-8BK 737-8EH ERJ 190-100 IGW ERJ 190-200 IGW
0.25	F28MK0100	A319-132 (64000 kg)	A320-232 (MTOW=70000 kg)

Tabela 21 - Classificação QC-pouso, frota em Congonhas

QC de pouso	Modelos de aeronave		
1	737-322 737-33A 737-341	737-36N 737-36Q 737-3K9	737-3Q8 737-3U3 737-3Y0
0.5	A320-231 737-73V 737-7EH	737-809 737-85F 737-86N	737-8EH 737-8HX 737-8Q8
0.25	A319-115 F28MK0100 A319-132 A320-214 A320-232 A320-233 737-73A	737-73S 737-73V 737-75B 737-76N 737-76Q 737-7BX 737-7EA	737-7K9 737-7L9 737-7Q8 737-86N 737-8AS 737-8BK 737-8EH
0	A319-112	ERJ 190-100 IGW	ERJ 190-200 IGW

A análise dos dados das tabelas permite concluir que, apesar da frota operando em Congonhas se encontrar bem posicionada no que diz respeito à emissão de ruído, é possível classificar aeronaves com maior e menor impacto de ruído, em função do modelo e peso de decolagem, o que pode embasar maiores restrições no horário entre 6:00 e 7:00.

Desta forma, pode-se ver que o sistema de cotas é uma opção a ser avaliada no caso de Congonhas, com o objetivo de mitigar os impactos do ruído aeronáutico no horário mais sensível à população.

6. Conclusões

Esta Nota Técnica descreveu várias possibilidades de mitigação dos efeitos de ruído no entorno de aeroportos. Pôde-se verificar que, devido à situação atual do aeroporto de Congonhas e seu entorno, algumas destas alternativas não podem ser utilizadas ou não produziram os efeitos benéficos desejados. Este é o caso das rotas preferenciais, flaps reduzidos, extensão postergada de dispositivos hipersustentadores e trens de pouso, aproximação em descida contínua (CDA), barreiras acústicas, restrições a aeronaves Capítulo 2.

Apesar disto, existem também alternativas passíveis de utilização que podem, em conjunto, representar alívio para a situação dos moradores do entorno, apesar de muitas vezes apresentarem ganhos individuais modestos.

Os dados mostram que procedimentos de decolagem de baixo ruído são eficientes para mitigar os efeitos de ruído em Congonhas. A eficiência dos procedimentos operacionais de baixo ruído é dependente primordialmente da aderência das empresas aos procedimentos definidos, o que passa pela revisão das cartas de navegação do aeroporto para prever a utilização deste tipo de operação, uma vez definidos os procedimentos a serem utilizados. Considerando ser esta uma alternativa já em uso corriqueiro em outros aeroportos, inclusive no Brasil, recomenda-se que esta opção seja avaliada pelas empresas aéreas e, caso considerada viável, seja implementada pelo DECEA.

No caso de ruído gerado em pouso, as alternativas disponíveis para mitigação de ruído esbarram em aspectos de segurança operacional. Desta forma, antes que qualquer modificação de procedimentos de pouso seja proposta, como no caso do aumento do ângulo de descida, estes impactos em segurança devem ser analisados profundamente e em perspectiva com o histórico de incidentes deste aeroporto.

Devido ao sistema construtivo típico brasileiro, baseado em edificações de alvenaria, e levando-se em conta que este tipo de construção possui um melhor desempenho de atenuação do ruído, foi demonstrado que uma melhoria nos níveis de ruído interno às residências pode ser obtido por meio de intervenções relativamente simples, como a instalação de janelas com melhor desempenho acústico. Ressalta-se aqui novamente que as análises feitas objetivaram caracterizar um comportamento médio das residências do entorno de Congonhas, o que quer dizer que é provável que existam residências que necessitem de intervenções mais ou menos drásticas para que sejam atingidos níveis de conforto acústico aceitáveis. Assim, fica clara a necessidade de se refinar as estimativas ora apresentadas, o que pode ser obtido com informações mais detalhadas sobre a morfologia construtiva dos imóveis, disponíveis nos cadastros municipais. Com isto, uma situação mais próxima da realidade do entorno do aeroporto seria levantada, o que permitiria avaliar melhor o custo das propostas em discussão.

Adicionalmente, é necessário que o ordenamento jurídico municipal incorpore as determinações das normas ABNT sobre isolamento acústico de residências sujeitas a ruído aeronáutico. Apesar de não resolver o problema em si, esta atitude irá evitar que novas residências venham a ser construídas sem as

características mínimas construtivas para o conforto acústico de seus integrantes. Associada à incorporação do PEZR ao Plano Diretor do Município de São Paulo, que descreve o tipo de ocupação adequada por área da curva de ruído, estas ações contribuiriam para que o número de pessoas afetadas por ruído no entorno de Congonhas não aumente no médio prazo.

Quanto às restrições operacionais, os dados indicam a possibilidade de uma melhor gestão na distribuição dos voos aos fins de semana, evitando assim a concentração de operações com maior impacto de ruído em horários de grande incômodo (de 22:00 as 23:00 hs de sábados e de 06:00 às 07:00 dos domingos). O sistema de cotas de ruído, a ser mais bem avaliado, é uma alternativa para implementar esta gestão.

Recomenda-se que a opção por qualquer uma das propostas aventadas só ocorra após a entrada em vigor do RBAC 161, que embasará o desenvolvimento do novo PEZR do aeroporto de Congonhas. Destaca-se a importância da implementação do monitoramento permanente, proposta por este novo RBAC, antes de qualquer modificação operacional do aeroporto, de modo a validar as análises feitas e permitir o acompanhamento da evolução dos níveis de ruído, antes e depois das eventuais mudanças.

Finalmente, fica claro que não existem soluções simples para o problema do ruído no entorno de Congonhas: apesar de todos os estudos realizados até o momento, o assunto ainda não está esgotado. Todas as alternativas apresentam complexos desdobramentos que devem ser discutidos antes de qualquer modificação. A ANAC sustenta que qualquer medida a ser adotada deve ser fruto do diálogo entre os entes envolvidos: administração municipal, moradores, autoridades de aviação civil e de controle de tráfego, administração aeroportuária, empresas aéreas e fabricantes de aeronaves.



Bruno Arantes Caldeira da Silva
Especialista em Regulação de Aviação Civil



Claudio Xavier da Silva
Especialista em Regulação de Aviação Civil



Alexandre Rodrigues Filizola
Especialista em Regulação de Aviação Civil



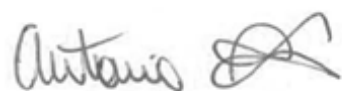
Fábio Lopes Magalhães
Especialista em Regulação de Aviação Civil



Vitor Caixeta Santos
Especialista em Regulação de Aviação Civil



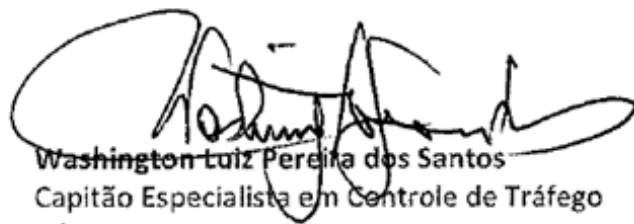
Lázaro Luiz Neves
Especialista em Regulação de Aviação Civil



Antonio Tebet
Especialista em Regulação de Aviação Civil



Marcelo Versiani
Especialista em Regulação de Aviação Civil



Washington Luiz Pereira dos Santos
Capitão Especialista em Controle de Tráfego
Aéreo

ANEXO 1 – RESPOSTAS DAS EMPRESAS SOBRE PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS

AZUL LINHAS AÉREAS

QUESTIONÁRIO SOBRE RUÍDO EM CONGONHAS

AZUL LINHAS AÉREAS BRASILEIRAS

1 – Qual o procedimento de decolagem recomendado para redução de ruído nas proximidades de Congonhas, por modelo de aeronave (NADP A, Subidas convencionais)? Quais os ganhos esperados com a adoção deste procedimento?

R: A Azul realiza o NADP A com os Embraer 190 e 195, os únicos modelos com os quais opera no aeroporto.

Devido à redução de potência a 800ft AGL, espera-se a partir desse ponto uma redução de ruído, se comparado ao procedimento convencional. Além disso, a retração dos flaps somente a 3000ft AGL ocasiona um maior gradiente de subida até esta altitude, o que também contribui para a redução de ruído frente ao procedimento convencional, isto é, aceleração a 800ft.

A Azul não dispõe de recursos para avaliar quantitativamente (em dBA) o ganho proporcionado pelo NADP A em relação ao procedimento convencional.

2 – Quais os impacto em ruído/segurança operacional se for eliminada a restrição de pista atualmente em vigor (RESA)?

R: Em relação ao ruído, a Azul analisou qual seria o impacto na decolagem em termos do flap que poderia ser utilizado num cenário em que não haveria a restrição. Considerando uma decolagem com peso típico (44.000kg), 30°C e vento 0kt, decolaríamos hoje no rate máximo (TO-1) sem FLEX (N1 = 92,7%), sendo necessário Flaps 4.

Num cenário em que não existe a RESA, poderíamos decolar, na mesma condição de tração (mesmo N1), porém com Flaps 2, e com um MTOW de 44.275kg. Ou seja, para a mesma situação teríamos uma configuração de Flaps menor, o que aumentaria o gradiente de subida, reduzindo portanto o ruído.

Quanto a segurança, reduz-se a margem sobre o requisito (RBAC 121), porém ele continua atendido. Portanto a empresa entende que isso não representaria um óbice no que tange a segurança.

3 – Qual o impacto em ruído/segurança operacional se for postergada a restrição de velocidade máxima (190kt)?

R: Para a Azul, que realiza o NADP A, até 3000ft AGL, a velocidade empregada é menor do que 190kt. Acima dessa altitude, a restrição da velocidade nesse valor, implicaria em postergar o recolhimento total dos flaps, gerando maior ruído. Além disso, julgamos válido acrescentar que isso causa impacto negativo para o consumo de combustível e emissão de gases poluentes. Para a segurança não haveria diferença.

4 – Qual a influência de procedimentos flex takeoff no ruído? É possível não utilizar estes procedimentos nos horários sensíveis (de 6:00 às 7:00 / 22:00 às 23:00), caso se identifique um ganho de ruído?

R: O flex takeoff aumenta o ruído na fase inicial de decolagem (até 800ft), por gerar um gradiente menor de subida. Todavia a Azul só o utiliza se a pista estiver seca (IAC 1013). É possível a não utilização de flex takeoff.

5 – Qual a viabilidade para as empresas de um eventual aumento na rampa de pouso do aeroporto, dos atuais 2.9 graus para 3.5 graus?

R: Não há restrição para o E190/E195.

6 – Quais os impactos na utilização de flaps reduzidos para pouso?

R: Durante a aproximação, a utilização de flaps reduzido (Flaps 5) leva a uma diminuição do ruído. Todavia, a velocidade de referência para essa configuração supera em até 15kt (esse valor depende do peso) a correspondente velocidade para Flaps Full. Com isso aumenta-se o tempo de aplicação de reverso na fase de desaceleração (com conseqüente aumento de exposição ao ruído), bem como o consumo de freio.

7 – Qual a possibilidade de adequar a malha das empresas, de modo a utilizar aeronaves mais silenciosas nos horários sensíveis? Ex: B737-800 SFP, B737-700, A319.

R: Essa alternativa não se aplica a Azul.

8 – Qual a possibilidade de adequar a malha das empresas, de modo a efetuar os fretamentos nos fins de semana fora dos horários sensíveis?

R: A Azul não realiza fretamentos a partir desse aeroporto.

COLT AVIATION

1 – Qual o procedimento de decolagem recomendado para redução de ruído nas proximidades de Congonhas, por modelo de aeronave (NADP A, Subidas convencionais)? Quais os ganhos esperados com a adoção deste procedimento?

Procedimentos previstos nos manuais do avião, reduzem ruídos.

2 – Quais os impacto em ruído/segurança operacional se for eliminada a restrição de pista atualmente em vigor (RESA)?

Maior distribuição de vôos, e claro esforço das empresas em reduzir ruídos com mudanças nas operações.

3 – Qual o impacto em ruído/segurança operacional se for postergada a restrição de velocidade máxima (190kt)?

A redução de velocidade Max. 190 kts implicaria em uso de superfícies hiper sustentadoras necessitando usar mais potencia, igual a maior ruído.

4 – Qual a influência de procedimentos flex takeoff no ruído? É possível não utilizar estes procedimentos nos horários sensíveis (de 6:00 às 7:00 / 22:00 as 23:00), caso se identifique um ganho de ruído?

Potencia flex é sempre utilizada desde que a pista e peso permitam.

5 – Qual a viabilidade para as empresas de um eventual aumento na rampa de pouso do aeroporto, dos atuais 2.9 graus para 3.5 graus?

É possível

6 – Quais os impactos na utilização de flaps reduzidos para pouso?

Em algumas aeronaves pode-se adotar este procedimento, e portanto reduziria-se o ruído

7 – Qual a possibilidade de adequar a malha das empresas, de modo a utilizar aeronaves mais silenciosas nos horários sensíveis? Ex: B737-800 SFP, B737-700, A319.

Não Aplicável.

8 – Qual a possibilidade de adequar a malha das empresas, de modo a efetuar os fretamentos nos fins de semana fora dos horários sensíveis?

Não Aplicável.

GLOBAL TAXI AEREO

1 – Qual o procedimento de decolagem recomendado para redução de ruído nas proximidades de Congonhas, por modelo de aeronave (NADP A, Subidas convencionais)? Quais os ganhos esperados com a adoção deste procedimento?

Temos vários e diferentes tipos de aeronaves, para referência o C680 utilizando esse procedimento obtemos seguintes resultados:

FLYOVER = 63.5 dBA

LATERAL = 77.5 dBA

2 – Quais os impacto em ruído/segurança operacional se for eliminada a restrição de pista atualmente em vigor (RESA)?

Com a retirada da restrição, poderíamos em alguns casos utilizar aproximação com Flap reduzido, ocasionando um impacto benéfico no ruído.

3 – Qual o impacto em ruído/segurança operacional se for postergada a restrição de velocidade máxima (190kt)?

4 – Qual a influência de procedimentos flex takeoff no ruído? É possível não utilizar estes procedimentos nos horários sensíveis (de 6:00 às 7:00 / 22:00 as 23:00), caso se identifique um ganho de ruído?

Não utilizamos este procedimento

5 – Qual a viabilidade para as empresas de um eventual aumento na rampa de pouso do aeroporto, dos atuais 2.9 graus para 3.5 graus?

É viável para nossa empresa

6 – Quais os impactos na utilização de flaps reduzidos para pouso?

Em algumas aeronaves pode-se adotar este procedimento, e portanto reduziria-se o ruído.

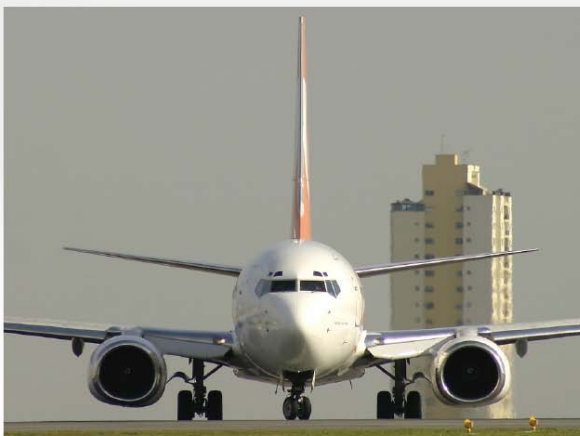
7 – Qual a possibilidade de adequar a malha das empresas, de modo a utilizar aeronaves mais silenciosas nos horários sensíveis? Ex: B737-800 SFP, B737-700, A319.

8 – Qual a possibilidade de adequar a malha das empresas, de modo a efetuar os fretamentos nos fins de semana fora dos horários sensíveis?

Para nós isso é inviável, tendo em vista que trabalhamos sobre demanda, e sendo aviação executiva o horário dos voos é sempre opção do cliente. |

GOL LINHAS AÉREAS

Análise de Ruído em Congonhas (CGH)



Engenharia de Operações



Posicionamento GOL

Com o intuito de reduzir o ruído gerado nas imediações do aeroporto de São Paulo (SBSP/CGH) nos horários compreendidos entre 06:00 às 07:00 e 22:00 às 23:00 (local), a GOL efetuou um estudo de impacto o qual será mostrado graficamente.

Verificou-se que ao adotar algumas mudanças de procedimento operacional e aplicação de medidas para redução de ruído, em conformidade com o fabricante da aeronave que operamos, poderá haver redução do ruído gerado sem que a segurança seja afetada.

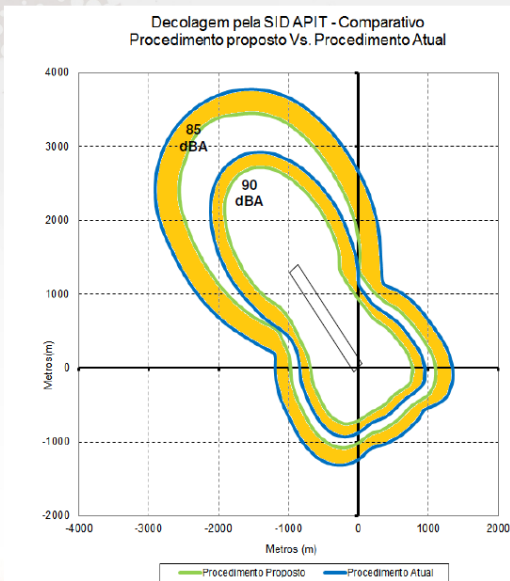
Note que, de acordo com alterações das condições do ambiente externo como vento, temperatura, umidade e pressão atmosférica a exposição ao ruído muda.

Independente do procedimento adotado, sempre haverá condições que irão favorecer a dissipação da onda sonora, assim como haverá condições que irão favorecer a propagação do ruído.

O estudo aqui apresentado é meramente teórico, pois foi baseado em condições climáticas fixas.



O gráfico representa a área que está exposta ao ruído atualmente (linha azul) e a área afetada após a aplicação das medidas (linha verde). Podemos observar a redução de área afetada pelo ruído representada na cor amarela. Os valores dos eixos são dados em metros. O ponto (0,0) representa o Brake Release.



Engenharia de Operações GOL Linhas Aéreas Inteligentes

