

IMPACTO DE RUÍDO AEROPORTUÁRIO DECORRENTE DE INCREMENTO DE
OPERAÇÕES *OFF-SHORE*

Nestor Rodrigues

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM
ENGENHARIA CIVIL.

Aprovada por:

Prof. Webe João Mansur, Phd

Prof. Jules Ghislain Slama, DSc.

Prof. José Antonio Fontes Santiago, DSc.

Prof. Ronaldo Serôa da Motta, Phd.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

MAIO DE 2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

RODRIGUES, NESTOR

Impacto de Ruído Aeroportuário Decorrente
de Incremento de Operações Off-Shore

[Rio de Janeiro] 2008

XII, 90 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, M.Sc.,
Engenharia Civil, 2008)

Dissertação – Universidade Federal do
Rio de Janeiro, COPPE

1. Ruído Aeroportuário

I. COPPE/UFRJ II. Título (série)

DEDICATÓRIA

Dedico esta tese a todos aqueles que de forma direta ou indireta são afetados pelas ruidosas emanções provenientes das maravilhosas máquinas voadoras. Tanto aqueles que são negativamente atingidos pelos efeitos danosos à saúde e ao bem estar, quanto aqueles que se beneficiam pelo efeito econômico e multiplicador que a indústria da aviação tem o poder de realizar, diminuindo distâncias, juntando pessoas, movendo cargas, gerando negócios e melhorando a vida de tantos. A sabedoria está em juntar as duas faces deste moderno e inevitável processo, exacerbando as vantagens e minimizando os danos. A todos, portanto dedico o meu estudo, de forma a contribuir, mesmo que minimamente para que esta meta se realize.

AGRADECIMENTOS

Muitos são os agradecimentos que desejaria proferir, mas me limitarei aos principais incentivadores e propiciadores da realização deste trabalho, começando por minha família, Georgina, Deborah e Bruno, que certamente deixaram de usufruir de muitos momentos de lazer em vista do meu envolvimento com esta tarefa, tendo entendido que se tratava de um sonho, mesmo que tardio. Aos dedicados professores, os quais me permitiram obter novos conhecimentos que viabilizaram ao longo do prazo que com eles convivi, não só de adquirir conhecimentos específicos, mas especialmente em criar novas indagações, que me permitiram abrir a minha mente para o mundo representado pelas ciências, tendo sempre a paciência de me reintegrar ao meio acadêmico. Ao Superintendente do Aeroporto de Jacarepaguá e seus funcionários, que sempre de boa vontade viabilizaram a coleta de dados fundamental ao desenvolvimento da dissertação, da mesma forma aos funcionários da Petrobras com quem tive contato que igualmente permitiram o entendimento das necessidades de transporte aéreo em suas atividades e as perspectivas do setor, sem as quais esta dissertação não teria sentido e por fim aos colegas, mestrandos e doutorandos, na maioria das vezes bem mais jovens, que me instilaram ânimo e dividiram conhecimento, além de me encaminhar na rotina da Universidade da qual estavam próximos e eu já há muito afastado, saibam todos que não serão jamais esquecidos. Ficam aqui meus profundos agradecimentos a todos.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M. Sc.)

IMPACTO DE RUÍDO AEROPORTUÁRIO DECORRENTE DO INCREMENTO DE
OPERAÇÕES *OFF-SHORE*

Nestor Rodrigues

MAIO/2008

Orientadores: Webe João Mansur

Jules Ghislain Slama

Programa: Engenharia Civil

Este trabalho relacionou o aumento de tráfego aéreo, em especial de helicópteros, num aeroporto urbano, portanto cercado de edificações e populações, proveniente da exploração *off-shore*, objetivando dimensionar o ruído aeronáutico gerado, implicações diretas sobre a população circunvizinha, com ênfase para as edificações mais sensíveis e propôs medidas de mitigação do problema, que fossem facilmente aplicáveis, levando em conta um enfoque balanceado da questão, admitindo tanto os aspectos positivos quanto negativos das providências necessárias a proteção do meio ambiente.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

IMPACT OF AIRPORT NOISE DUE TO OFF-SHORE'S OPERATIONS

INCREMENT

Nestor Rodrigues

MAY/2008

Advisors: Webe João Mansur

Jules Ghislain Slama

Department: Civil Engineering

This work relates the increase of air traffic, especially of helicopters, in a urban airport, therefore surrounded by constructions and population, originating from the off-shore exploration, aiming to calculate the generated aeronautical noise, direct implications on the adjacent population, with emphasis for the most sensitive constructions and propose actions to mitigate this problem, that shall be easily applicable, taking into account a balanced approach of the question, admitting the negative and positive aspects of the necessary providences to protect the environment.

Índices :

Índice do Texto

Introdução	1
Capítulo1- Histórico dos Aeroportos de Jacarepaguá e Macaé	2
1.1 –Jacarepaguá	2
1.2 – Macaé	3
Capítulo 2- Apresentação das Bacias Petrolíferas	6
2.1 – Bacia de Campos	6
2.2 – Bacia de Santos	7
Capítulo 3 – Correlações entre as Bacias de Campos e Santos	10
Capítulo 4 – Correlações entre os Aeroportos de Macaé e Jacarepaguá	13
4.1 –Aeroporto de Macaé	13
4.2-Aeroporto de Jacarepaguá	15
Capítulo 5- Previsões de Ruído no Aeroporto de Jacarepaguá	18
5.1-Generalidades	
5.2-Bases e cálculos das curvas de ruído	19
5.3-Definições dos helicópteros	22
5.4-Perfis de procedimentos dos helicópteros	25
5.5-Movimentos por tipos de aeronaves	30
5.6-Perfil especial DC3	34
5.7-Análise das curvas de ruído	35
5.7.1-A curva oficial	35
5.7.2-Curva atual(2007) aviões	36
5.7.3-Curva atual(2007) helicópteros	38

5.7.4- Curva atual(2007)helicópteros+aviões	39
5.7.5-Curva futura(2011)helicópteros+aviões	41
Capítulo 6- Implicações na circunvizinhança do Aeroporto	43
6.1-Definição da Área Patrimonial	43
6.2-Definição da Zona de proteção	43
6.3-Georeferenciamento da curva calculada	44
6.4-Mitigação através da Abordagem Equilibrada	48
Capítulo 7 – Providências requeridas para proteção contra o ruído aeroportuário	54
7.1-Medidas geralmente utilizadas	57
7.2-Providências específicas para o Aeroporto de Jacarepaguá	58
Conclusão	63
Referências	64
Anexos	67

Índice de anexos

-Anexo I – Fórum regional sobre a bacia de santos	67
-Anexo II – Produção da bacia de santos – dados técnicos	69
-Anexo III – Unidades utilizadas	70
-Anexo IV – Elementos de acústica	72
-Anexo V – Controle de ruídos	79
-Anexo VI – Movimentos por tipos de helicópteros	85
-Anexo VII – Resumo da portaria no. 1141/GM5 de 8 de dezembro de 1987	87

Índice de tabelas

-Tabela I – Quantidade de helicópteros por tipo na Bacia de Campos	14
-Tabela II – Relações entre plataformas e aeronaves	14
-Tabela III – Quantidade atual de helicópteros por tipo em Jacarepaguá p/ <i>off-shore</i>	16
-Tabela IV – Quantidade atual de helicópteros por tipo na aviação geral	16
-Tabela V – Previsão de frota em <i>off-shore</i> para 2011 em Jacarepaguá	17
-Tabela VI – Previsão da frota total para 2011 em Jacarepaguá	17
-Tabela VII – Coordenadas dos helipontos em Jacarepaguá	21
-Tabela VIII – Equivalência dos helicópteros disponíveis para uso no INM	24
-Tabela IX – Tabela de previsão final de helicópteros para 2011 em Jacarepaguá	25
-Tabela X – Descrição detalhada dos taxiamentos em Jacarepaguá	28
-Tabela XI – Perfis detalhados de decolagens em Jacarepaguá	29
-Tabela XII – Perfis detalhados de pousos em Jacarepaguá	29
-Tabela XIII – Total de movimentos previstos para 2007 compatibilizados com as aeronaves previstas no INM	31
-Tabela XIV – Movimentos diários por equipamento para <i>off-shore</i> em 2007	31
-Tabela XV – Total de Movimentos previstos para 2011 compatibilizados com as aeronaves possíveis no INM	32
-Tabela XVI – Total de Movimentos para aeronaves de asa fixa	33
-Tabela XVII – Comparação de aumento de área de cobertura	41
-Tabela XVIII – Relacionamento entre fontes, distâncias e dBa	79
-Tabela XIX – Ambientes, dBa e NC, norma 10151	80

-Tabela XX – Tempo de exposição – Portaria Brasileira 3214 81

-Tabela XXI – Tipo de área e exposição em dBa noturno e diurno – NBR – 10151 84

Índice de figuras

-Figura I- Mapas dos campos petrolíferos na região sudeste	9
-Figura II – Foto com a localização de helipontos de Jacarepaguá	22
-Figura III – Foto com os traçados de taxiamento em Jacarepaguá	27
-Figura IV – Foto com o deslocamento para o DC3	34
-Figura V – Curva isofônica oficial de Jacarepaguá	35
-Figura VI – Curva isofônica considerando apenas aviões- Jacarepaguá – atual	37
-Figura VII – Curva isofônica considerando apenas helicópteros - Jacarepaguá	38
-Figura VIII – Curva isofônica considerando helicópteros e aviões - Jacarepaguá	40
-Figura IX - Área patrimonial do Aeroporto de Jacarepaguá	43
-Figura X – Zona de proteção do Aeroporto de Jacarepaguá	44
-Figura XI – Curva isofônica georeferenciada do Aeroporto de Jacarepaguá- previsão 2011	45
-Figura XII – Ampliação da figura XI	46

Índice de gráficos

-Gráfico I– Evolução da produção da bacia de campos [2]	10
-Gráfico II – Movimento de aeronaves no aeroporto de campos	13
-Gráfico III- Estimativa de crescimento de movimentos no Aeroporto de Jacarepaguá	15
-Gráfico IV – Relação entre pessoas perturbadas no sono e nível equivalente de ruído	55

Introdução:

Esta dissertação objetiva estabelecer uma relação entre a exploração de petróleo em operação *off-shore* e o aumento do ruído em aeroportos vocacionados a prestar o apoio necessário a esta operação. Para melhor desenvolver o assunto, usaremos dois aeroportos que tiveram histórias parecidas, ambos iniciaram como sítios de treinamento militar, após civil, seguindo a aviação geral local e por fim, em função das descobertas de bacias de petrolíferas, passaram a constituir um pólo de apoio, onde os helicópteros indispensáveis a este tipo de serviço deveriam instalar suas bases. Estamos falando dos Aeroportos de Macaé e de Jacarepaguá, ambos situados no Estado do Rio de Janeiro, próximos ao litoral, que estão cada vez mais cercados pela população, sendo que o primeiro por conta da Bacia de Campos, provedora de 80% do petróleo nacional, já se encontra plenamente estabelecido como base de apoio *off-shore*, com todas as vantagens e desvantagens que isso acarreta, o segundo, pelo despertar da viabilização comercial da enorme Bacia de Santos, cercada de investimentos em especial da Petrobras, certamente sofrerá um crescimento nas operações de helicópteros para atividades *off-shore*, operação já iniciada e que tende a crescer.

Inicia-se este estudo com um breve histórico dos aeroportos em questão, exposição de dados sobre as bacias e o estabelecimento de correlações entre elas e os aeroportos, e utilizando dados coletados, apresentar uma avaliação no presente e previsões para o futuro do ruído aeroportuário relativo ao Aeroporto de Jacarepaguá, para isso se utilizou ferramentas computacionais, e com os resultados obtidos sugeriram-se as providências técnicas viáveis para o enfrentamento do problema.

CAPITULO 1

Histórico dos Aeroportos de Jacarepaguá e Macaé

1.1-Jacarepaguá:

As informações a seguir foram obtidas no site da INFRAERO [1]. Em 1925, interessada em estabelecer um serviço postal, que ligaria Buenos Aires a Natal e aí cruzando o Atlântico se conectaria ao serviço Dakar-França, a Empresa Latécoère enviou uma missão ao Brasil. Visando obter o apoio e permissão dos governos brasileiro e argentino, voaram a partir do Rio de Janeiro até Buenos Aires.

O apoio governamental era essencial, posto que a empresa tivesse como objetivo primordial o transporte de malas do correio que na maioria dos países era da competência do estado, como no caso do Brasil, que se mantém assim até hoje.

As primeiras tentativas não foram bem sucedidas, sendo que apenas três anos depois os franceses obtiveram o contrato que desejavam com os governos.

Já em 1927, as Linhas Latécoère mudaram sua razão social para Aeropostale, tendo sido vendida 93% da Sociedade, de Pierre Latécoère para Marcel Bouilloux-Lafont. Foi nesta época que a Linha Aeropostale inaugurou as comunicações aéreas entre a Europa e o Brasil. A base no Rio de Janeiro, ficava localizada onde hoje existe a Base Aérea dos Afonsos, no bairro de Marechal Hermes, zona norte do Rio de Janeiro.

O chamado Campo dos Afonsos, tendo em vista a realidade tecnológica da época e a proximidade com a Serra de Madureira, frequentemente fechava para pousos e decolagens em virtude de nebulosidade. Como a maioria dos vôos chegava pelo lado do mar e eram realizados a baixa altura, condições meteorológicas adversas permitiam a chegada até o litoral, porém, o cruzamento da Serra de Madureira inviabilizava a chegada na Base.

Diante deste quadro cogitou-se a construção de um campo auxiliar, que estivesse antes da citada serra. O local, porém, era de difícil acesso, cercado de lagoas e com vegetação densa cercado-o, sendo o acesso pela zona norte extremamente difícil. Apesar das dificuldades, em especial do cruzamento das lagoas, já que não havia estradas na região, utilizando hidro-deslizadores (lanchas) os franceses estabeleceram o campo na região conhecida como Jacarepaguá.

Durante muitos anos, o chamado Campo de Pouso da Aeropostale, recebeu os aviões da mesma, sendo que a companhia passou a chamar-se Air France, mudando, portanto o nome do campo para Campo Air France, que dele foi proprietária até 1939, quando passou para a aviação militar do Exército Brasileiro.

Em 14 de setembro de 1944, através do Decreto-Lei 6870, o local do Campo da Air France passou à jurisdição do Ministério da Aeronáutica, sendo utilizado pela Força Aérea para treinamento de cadetes e oficiais aviadores.

Em 19 de setembro de 1966, o Decreto-Lei 59.234 estabeleceu o Campo de Pouso de Jacarepaguá como Aeródromo para Aviação Civil de Pequeno Porte e serviços correlatos, ficando a cargo do Ministério da Aeronáutica a elaboração do Plano Geral do Aeródromo e das respectivas instalações para utilização, pela Aviação Civil de Pequeno Porte, inclusive por Aeroclubes e empresas de manutenção, comércio e indústria de materiais aeronáuticos.

Em 1969, o Aeroporto começou realmente a ser construído, iniciando por uma estação de passageiros, um pátio de estacionamento de aeronaves e três hangares para manutenção. As obras terminaram em 28 de dezembro de 1970, e em 19 de janeiro de 1971 o Ministério da Aeronáutica autorizou oficialmente, o início das operações do Aeroporto de Jacarepaguá. O primeiro grande usuário do Aeroporto foi o Aeroclubes do Brasil, até hoje operando, mas na medida em que o tempo passou outras empresas

ligadas ao meio aeronáutico, de manutenção, transporte e táxi-aéreo, se estabeleceram no aeródromo.

A Barra da Tijuca, no início do século XX, ainda era uma imensa fazenda de propriedade de uma companhia de estrada de ferro inglesa. Com a abertura da Auto-Estrada Lagoa-Barra e dos Túneis São Conrado e Joá, os terrenos da Barra tiveram grande valorização e o local começou a ser ocupado. Uma infra-estrutura comercial com *shopping-centers*, supermercados, condomínios, hotéis e negócios, facilitou o desenvolvimento do Bairro.

Com a urbanização da Barra da Tijuca e de Jacarepaguá, zonas de influência do Aeroporto de Jacarepaguá, iniciaram os problemas gerados pelo ruído e movimento decorrentes do aeroporto, problema esse que vêm se agravando com o aumento do fluxo de aeronaves e de ocupação concomitantemente.

1.2 – Macaé:

Já em Macaé existiu nos anos 50, um campo de aviação localizado junto à praia, cujo objetivo era estritamente o treinamento de pilotos militares. Na década de 60 percebeu-se a necessidade de evolução, criando-se ali um Aeroclube, utilizando-se uma pista de terra.

Com o advento da exploração do petróleo *off-shore*, aquele extraído na Plataforma Continental, nos anos 80, a pista foi asfaltada, foi construído um pátio de estacionamento de aeronaves e um terminal de passageiros com 900 m², para permitir o movimento de 135.000 passageiros ao ano, especialmente para o vôo de helicópteros. O aeroporto, que como Jacarepaguá estava afastado da cidade (6 km), foi sendo envolvido pela população.

No nosso estudo estabeleceremos uma correlação entre a evolução dos dois aeroportos visando estimar o crescimento do Aeroporto de Jacarepaguá, tendo em vista o crescente

envolvimento deste com a operação *off-shore*, enquanto Macaé decorreu da Bacia de Campos, Jacarepaguá decorrerá da Bacia de Santos.

CAPITULO 2

Apresentação das Bacias Petrolíferas:

2.1 Bacia de Campos:

A Bacia de Campos considerada a maior reserva petrolífera produtora Brasileira, tem cerca de 100 mil quilômetros quadrados e se estende do estado do Espírito Santo até Cabo Frio, no litoral norte do estado do Rio de Janeiro. Atualmente, estão em operação cerca de 600 poços de óleo e gás, mais **de 60 plataformas** de produção e 3.900 quilômetros de dutos submarinos [2].

A exploração da Bacia de Campos começou no final de 1976, com o poço 1-RJS-9-A, que deu origem ao campo de Garoupa, situado em lâmina d'água de 100 metros. A produção comercial, começou em agosto de 1977, através do poço 3-EM-1-RJS, com vazão de 10 mil barris/dia, no campo de Enchova. Em 1985, foi descoberto o primeiro campo gigante do país, o Albacora, em águas com mais de 300 metros de profundidade. Posteriormente foram encontrados os também gigantes Marlim e Barracuda, o que incentivou a Petrobrás a investir em pesquisas para exploração em águas profundas, tornando-se líder mundial neste tipo de exploração.

A Petrobras tem cerca de 65% da área de seus blocos exploratórios *off-shore* em regiões com lâmina d'água de mais de 400 m, nos últimos anos, a empresa tem aumentado suas atividades exploratórias em águas cada vez mais profundas. A Bacia de Campos têm a maior estrutura logística já montada por uma única empresa, num mesmo campo petrolífero, com 60 plataformas de produção e sondas de perfuração que já atingem 2 milhões de barris de petróleo e 17 milhões de m³ de gás natural por dia, em lâminas d'água de até 3400 m de profundidade, sendo o óleo predominantemente pesado.

2.2- Bacia de Santos:

A Bacia de Santos está situada entre os Estados do Rio de Janeiro e Santa Catarina. O campo mais importante é o de Mexilhão com reserva estimada de quase 400 bilhões de m³ de gás natural, com potencial para tornar o Brasil e sobretudo a região sudeste menos dependente do gás da Bolívia, que hoje abastece 50% da demanda nacional. No total haverá oito poços neste campo, e a produção está prevista para 2008. Há outros blocos na Bacia de Santos que devem ser declarados comerciais em breve, a maioria de gás natural e/ou óleo leve. A Unidade de Negócios de Santos (UN-SANTOS) espera dobrar as reservas provadas no país com o desenvolvimento de blocos como BS-500 e locações de Tambau, Uruguá, Lagosta, Newton, etc. O plano é que até 2010 a Bacia de Santos contribua com 30 milhões de m³ de gás natural por dia, reduzindo a dependência com a Bolívia em 30%. Recentemente foram descobertos reservatórios de óleo leve, de alta produtividade e qualidade, abaixo da camada de sal. O teste feito na locação Tupy revelou uma vazão de quase 5 mil barris de petróleo e 150 mil m³ de gás natural por dia, o que revela que se está com enormes possibilidades de prospecção nesta área .

Novos empreendimentos previstos para a Bacia de Santos no plano de negócios relativos aos anos **de 2007 até 2011** da Petrobras [3] :

Dentro do que nos interessa alguns dados devem ser destacados:

- Até o final de 2010 / início de 2011, a produção de gás da Bacia de Santos deverá atingir 30 milhões de m³/dia;
- Em 2011, a produção de óleo já deverá alcançar 100 mil bpd, com expectativa de contínuo crescimento;
- Ao menos US\$ 18 bilhões devem ser investidos em exploração e produção na Bacia de

Santos nos próximos 10 anos;

- Os cinco pólos da Bacia de Santos devem ter **14 plataformas** de produção.

Fonte: Orçamento da UN-BS (Unidade de Negócios-Bacia de Santos) para 2007
Novos Empreendimentos previstos para UN-BS no plano de negócios 2007-2011 da
Petrobras, Prominp[4].

A participação do gás natural na Matriz Energética do Brasil passou de 2,5% em 2001 para 8,0% atualmente, com previsão de atingir 12,0% em 2010; Hoje o Brasil é auto-suficiente em petróleo e tem uma dependência externa de 50% em relação ao gás natural, com importações majoritárias da Bolívia (26 milhões m³/dia); Em 2010, mesmo com o crescimento da demanda para cerca de 100 milhões de m³/dia, essa dependência será menor que 30%;

As novas descobertas de gás nacional permitem um forte crescimento da oferta em linha com o potencial de crescimento do mercado;

Em decorrência do exposto fica claro que sendo o principal meio de transporte de pessoal e cargas de alto valor agregado, o helicóptero, haverá uma demanda crescente deste tipo de transporte, como ocorreu na Bacia de Campos ao longo dos últimos anos.

Tendo em vista a dispersão, mostrada no mapa a seguir dos campos da Bacia de Santos, várias serão as bases necessárias a estas aeronaves, nos aterros, porém ao Aeroporto de Jacarepaguá, tendo em vista que neste já iniciou o apoio *off-shore* e em virtude da ocupação urbana em sua volta se prestar as avaliações que pretendemos desenvolver, ao longo desta dissertação, que têm como objetivo investigar e equacionar o ruído aeronáutico decorrente desta operação, inevitável, diga-se de passagem.

Como estaremos focando um projeto futuro estabeleceremos uma correlação entre os movimentos de Macaé e Jacarepaguá, através de uma possível similaridade entre as

produções das duas bacias, restringindo no caso da de Santos, aquela parcela que seria servida pela área do Rio de Janeiro, visto que a Bacia é bem maior.

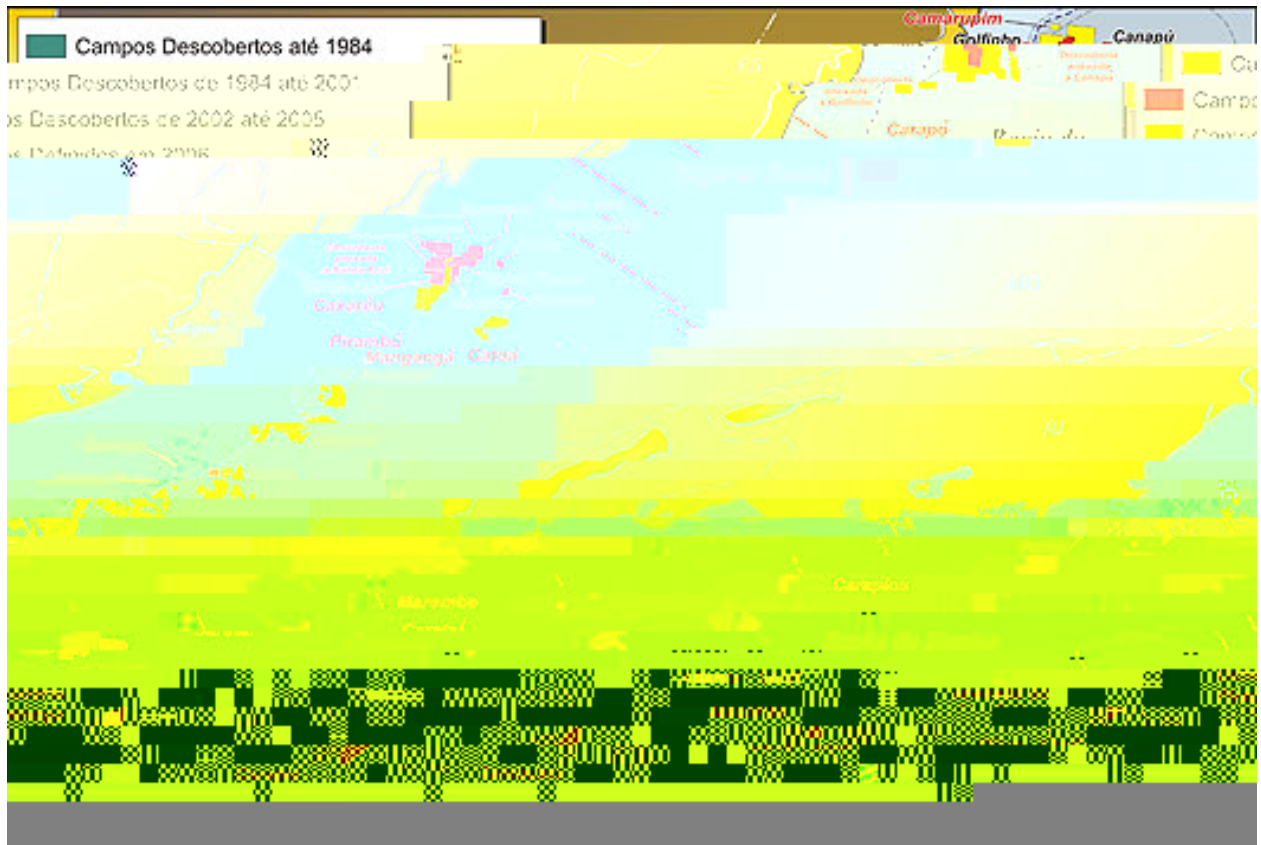


Figura 1-Mapas dos campos de petróleo na Região Sudeste-Fonte PETROBRAS

[2]

Mais detalhes nos anexos I e II.

CAPITULO 3

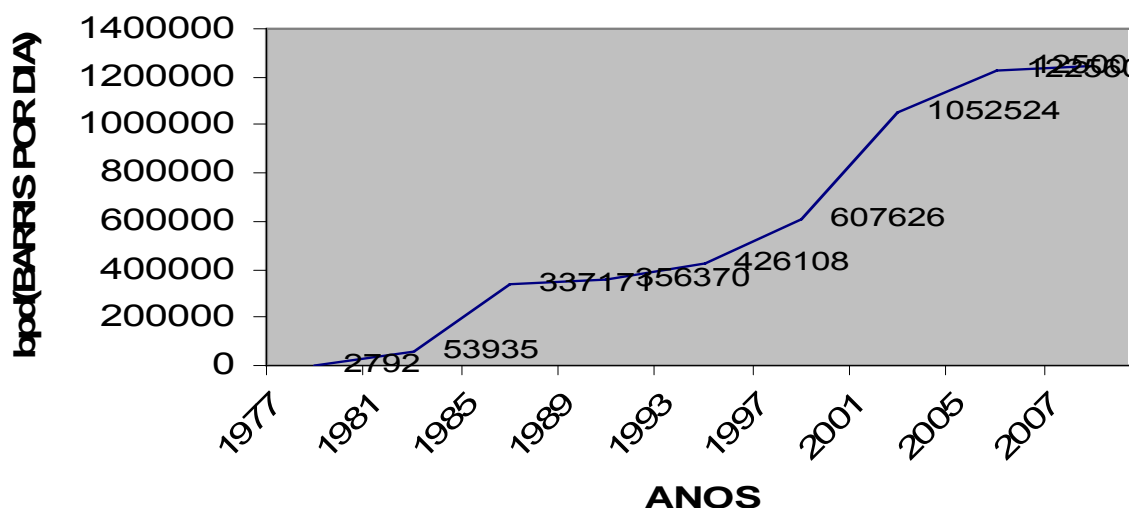
Correlações entre as Bacias de Campos e de Santos :

A partir desta fase da dissertação iniciaremos a análise propriamente dita dos níveis de ruído do aeroporto de Jacarepaguá e como se pretende prognosticar, se fará uma correlação entre aeroportos que passam a ter a mesma vocação principal, a exploração *off-shore* e portanto um expressivo, e até predominante movimento de helicópteros e em especial aqueles cuja autonomia e capacidade de carga se prestam especialmente a este serviço.

A luz dos dados disponíveis, o crescimento da **Bacia de Campos** [2] em termos de produção se deu como no gráfico a seguir:

GRÁFICO I

EVOLUÇÃO PRODUÇÃO DA BACIA



Consideramos para estabelecimento de uma taxa de crescimento de produção, a fim de incorporar de maneira evidente a exploração *off-shore*, dados apenas a partir do ano de

1997 até 2005, visto que para os anos de 2006 e 2007 há uma parcela de previsão, de até 2 milhões de barris por dia, levando em conta que nas fases mais atuais da bacia é que se avançou significativamente na exploração de **águas profundas**, característica predominante na Bacia de Santos. Feitas estas considerações, podemos admitir uma taxa anual de crescimento, ou melhor, de acréscimo da ordem de **78302 /ano**, de bpd (barris de petróleo por dia) a título de permitir o ensaio.

Admitindo diferenciações técnicas, por exemplo, o tipo de petróleo e a imensa quantidade de gás da Bacia de Santos, mas levando em conta as suas proximidades e portanto similaridades geológicas, admitiremos como válidas as progressões de uma bacia para a outra, combinando dados puramente estatísticos, com especulações feitas pelos especialistas da Petrobras, como se faz em todo estudo de probabilidades, estabeleceremos a seguir uma progressão na produção da Bacia de Santos, a partir de 2007 até 2011, tendo em vista, que estes são os cenários disponíveis dentro dos dados da Petrobras com relação à produção, com implementação a partir de 2007.

O campo mais importante da Bacia de Santos no momento é o de Mexilhão, com reserva estimada de 400 bilhões de metros cúbicos de gás natural. Estima-se que só neste campo haverá 8 poços, com produção iniciando em 2008.

É preciso ressaltar, que não se está pretendendo estudar a capacidade de produção da Bacia, que ao que se sabe ainda não é totalmente conhecida, e faria parte de um outro estudo mais específico. O que se está tentando obter é um crescimento do movimento de helicópteros em decorrência da Bacia, focado naquela região que seria coberta pelo Aeroporto de Jacarepaguá, visto que pelo gigantismo da bacia e limitações de autonomia dos equipamentos atuais, deverá ser necessariamente servida por outros aeródromos, ou bases especializadas como São Tomé, o é para Bacia de Campos.

Resumo comparativo para estabelecimento de correlações entre Bacia de Campos e Bacia de Santos (dados atualmente considerados os dados atuais disponíveis no site da Petrobras [2]):

	BACIA DE CAMPOS	BACIA DE SANTOS	BS 500(Parcela em RJ da Bacia de Santos)
Produção de Gás	17 milhões de m3/dia	30 milhões de m3/dia	20 milhões de m3/dia
Produção de Óleo	2 milhões bpd	300 mil bpd	200 mil bpd
Área	100.000 km2	352.000 km2	123.200 km2

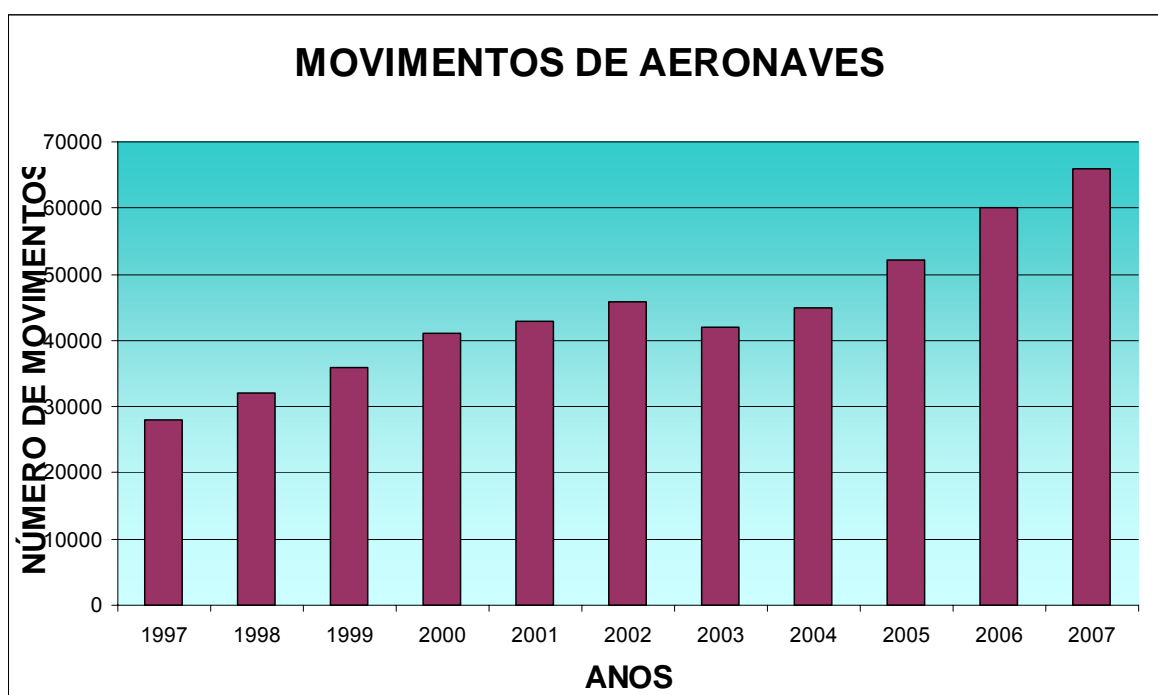
CAPITULO 4

Correlações entre os Aeroportos de Macaé e Jacarepaguá:

4.1 Aeroporto de Macaé:

Observando-se, segundo os dados disponíveis da INFRAERO [1], o Aeroporto de Macaé apresentou o seguinte crescimento de movimento, acompanhando o progresso da exploração de petróleo na Bacia de Campos, explicitado no item anterior.

GRAFICO II - BACIA DE CAMPOS



Considerando a quantidade de movimentos estimados de 2007 e conhecendo a frota atual de equipamentos por tipo, através do quadro a seguir apresentado, podemos considerar, que para produção apresentada no item anterior se utiliza a frota a seguir:

TABELA I - BACIA DE CAMPOS-AEROPORTO DE MACAÉ

MODELO	QUANTIDADE
SIKORSHKY 61	1
BELL 212	2
BELL 412	4
SIKORSHKY 76	30
DAUPHIN	7
SUPER PUMA	4
TOTAL	48

Admitidos os dados acima a respeito do aeroporto de Macaé, que são fatos e não conjecturas, estabelecemos relações importantes que servirão como base para nossas estimativas para o Aeroporto de Jacarepaguá, não desconhecendo que existe uma outra base importante de apoio ao sistema *off-shore* da Bacia de Campos que é São Tomé, porém, consideramos da mesma forma que existirão outras bases para a Bacia de Santos que não Jacarepaguá, mas que ainda não existem e não são objeto da nossa avaliação.

As correlações importantes que fizemos se resumem no quadro a seguir:

TABELA II

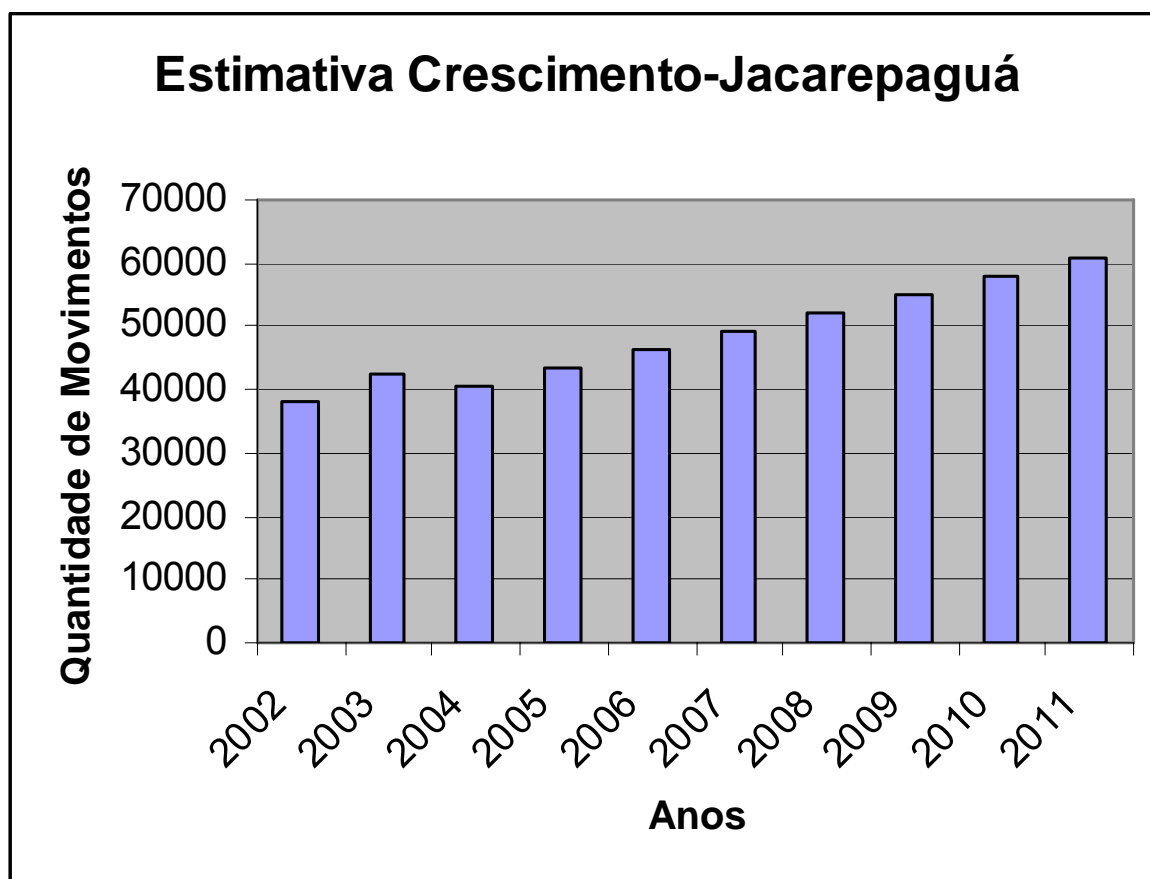
TOTAL DE PLATAFORMAS	64
TOTAL DE HELICÓPTEROS	48
TOTAL DE VÔOS/MÊS	6300
RELAÇÃO HELIC/PLATF	0,75
RELAÇÃO VÔOS/PLAT/MES	98,43

4.2 – Aeroporto de Jacarepaguá:

Levando em conta os dados já coletados, podemos fazer uma projeção do crescimento de movimentos para o aeroporto de Jacarepaguá , levando em conta exclusivamente o potencial da Bacia de Santos, na sua parcela coberta pelo Rio de Janeiro (35%).

Baseado nos dados expostos, passamos a estimar a luz das também estimativas de produção da bacia , os quantitativos que serão utilizados nas avaliações que faremos ao decorrer da dissertação, baseado em movimentos de aeronaves, ou seja, pousos e decolagens.

GRAFICO III



Estabelecido o crescimento estimado acima, resta-nos distinguir que tipos de equipamentos e em que quantidade participarão deste crescimento, como a seguir:

As aeronaves abaixo listadas são distinguidas pelo fabricante e modelo, por exemplo, BELL 412, significa uma aeronave fabricado pela BELL modelo 412:

TABELA III - ATUAL-OFF-SHORE

MODELO	QUANTIDADE
BELL 412	1
SIKORSHKY 76	2
DAUPHIN	3
AGUSTA AW	2
TOTAL	8

TABELA IV-ATUAL-AVIAÇÃO GERAL ASA ROTATIVA

MODELO	QUANTIDADE
ROBINSON 22	5
ROBINSON 44	4
JET-RANGER	5
LONG-RANGER	5
ESQUILO	3
ESQUILO BI-TURBINA	1
SIKORSHKY 76-Ñ <i>OFF-SHORE</i>	2
EC-120	2
EC-130	2
EC-135	2
AGUSTA	1

TOTAL	32
--------------	-----------

TABELA V -PREVISTO 2011 – OFF-SHORE

MODELO	QUANTIDADE
AGUSTA 139 AW	2
SIKORSHKY 76	6
DAUPHIN	6
TOTAL	14

TABELA VI -PREVISTO TOTAL -2011

MODELO	QUANTIDADE
ROBINSON 22	5
ROBINSON 44	4
JET-RANGER	5
LONG-RANGER	5
ESQUILO	3
ESQUILO BI-TURBINA	1
SIKORSHKY 76 – Ñ OFF-SHORE	2
EC-120	2
EC-130	2
EC-135	2
AGUSTA	1
AGUSTA AW	2
SIKORSHKY 76	6
DAUPHIN	6
TOTAL	46

Manteve-se inalterado a quantidade da aviação geral tendo em vista não termos qualquer espécie de dado que permita uma projeção confiável do aumento da frota.

CAPITULO 5

Previsão de ruído no Aeroporto de Jacarepaguá

5.1 – Generalidades:

Ateremo-nos a um tipo de som, sendo que as unidades utilizadas na dissertação foram fixadas no anexo III, e mais conhecimentos relativos à acústica foram colocados no anexo IV.

Designam-se como ruídos aqueles **sons indesejáveis**, devido ao fato de perturbarem a audição dos demais sons que desejamos ouvir, prejudicarem a execução de qualquer outro tipo de atividade humana ou ainda acarretarem qualquer dano à saúde do homem. Dentre os aspectos relevantes para o nosso estudo, identificamos as seguintes características dos ruídos:

-Fisiológicos – estabelecem uma relação danosa com o organismo humano, podendo influenciar a audição, sistema nervoso, problemas de pressão arterial, stress e até a morte;

Fisiopsicológicos – sendo a influência sobre o rendimento do trabalho humano, seja físico ou intelectual, incluindo aí o aprendizado;

Intensidade – avaliada em dBa;

Regularidade – dependência da constância da frequência e da intensidade do mesmo;

Suportabilidade – que está relacionada à impressão de fastio fisiológico que pode ser ocasionado pelo mesmo;

5.2 – Bases e cálculos das curvas de ruído:

Baseado nos dados inferidos no item anterior, passaremos agora a calcular as curvas de ruído do aeroporto em estudo.

Utilizaremos o software Integrated Noise Model (INM) em sua versão 7.0, da Administração Federal de Aviação dos Estados Unidos (FAA), produzido pela ATAC, com as necessárias adaptações de forma a acomodar a maior complexidade de atividades em vôos de helicópteros, comparado com as atividades de uma aeronave de asa fixa.

Partindo do Manual do Usuário faremos a seguir uma descrição dos dados necessários a preparação para o estudo do caso.

De início cabe esclarecer que o INM calcula os níveis de ruído expressos em termos de média, a Day-Night Average Sound Level (a DNL ou Ldn). A DNL é a medida da quantidade total de energia acústica percebida em um determinado ponto receptor por um período de 24 horas, sendo que o ruído recebido das 22:00 às 07:00(horário local) sofre um acréscimo de 10 dB, levando em conta a maior sensibilidade das pessoas no período noturno.

No caso do Aeroporto de Jacarepaguá, o seu funcionamento é do nascer do sol até às 22:00 h (para helicópteros), portanto apenas por um breve período, e variável, existiria vôo noturno.

Para execução do INM é preciso fornecer dados descrevendo o aeroporto/heliporto e suas atividades associadas, conforme lista a seguir, tendo em vista que o programa integra as diversas fontes de ruído a fim de obter o já citado DNL:

- Altitude e Temperatura do aeroporto/heliponto;
- Definição física dos helipontos;
- Definição dos tipos de helicópteros e aviões;

- Perfis dos helicópteros e aviões;
- Perfis de decolagem dos helicópteros e aviões;
- Perfis de aterrissagem dos helicópteros e aviões;
- Perfis de taxiamento dos helicópteros e aviões;
- Descrição das operações e rotas de decolagem;
- Descrição das operações e rotas de aterrissagem;
- Descrição das operações e rotas de taxiamento.

A seguir passaremos a estabelecer os dados que viabilizarão o modelo a ser rodado no programa:

a)– Altitude e temperatura do aeroporto

Considerado em relação ao nível do mar (MSL – Mean Sea Level), a altitude de SBJR é 10 ft, de acordo com o ROTAER. Já temperatura média, considerado o período de um ano, é de 26 graus Celsius. Estes dados permitem ao programa corrigir a impedância acústica atmosférica, já citada no anexo relativo à acústica .

b)-Definição dos helipontos

O primeiro passo é definir um sistema de coordenadas cartesianas para localizar os helipontos, adotaremos o metro como padrão. Como Jacarepaguá possui um conjunto de helipontos sendo que no caso dos helicópteros de maior porte, os pontos de estacionamento , ficam posicionados nas chamadas ilhas, que vão da A até N (vide FIG II), e possuem três posições de estacionamento cada uma. Para uma avaliação completa deveremos considerar os diversos “helipontos” e definiremos como ponto 0,0 das coordenadas o canto mais a oeste da pista de decolagem, na cabeceira 02 , cujas coordenadas geográficas são 22 graus 59 minutos e 22,46 segundos Sul e 43 graus, 22 minutos e 16,36 segundos Oeste,crescendo o eixo dos X de Oeste para Leste e o eixo do Y de Sul para o Norte. Feitas estas considerações, passaremos a plotar os helipontos,

utilizando as denominações que os mesmos possuem no AIP-MAP tendo obtido as medidas no local:

TABELA VII

HELIPONTO	COORDENADA X (m)	COORDENADA Y(m)
1	135	25
2	170	25
3	135	50
4	170	50
5	135	75
6	170	75
7	135	100
8	170	100
9	135	125
10	170	125
11	135	150
12	170	150
A1	140	210
A2	157	210
A3	174	210
B1	140	240
B2	157	240
B3	174	240
C1	140	270
C2	157	270
C3	174	270
D1	140	300
D2	157	300
D3	174	300
E1	140	330
E2	157	330
E3	174	330



FIGURA II - Foto com as localizações das coordenadas -Google/Ago/2007-Ilhas marcadas com letras e helipontos com números.

5.3-Definições dos Helicópteros

A partir do banco de dados do software, definiremos os helicópteros **tipo** a serem utilizados pelo programa, já que nem todos os modelos existem no seu banco de dados. Junto a cada modelo, o programa apresenta um valor nominal para RPM de seu rotor principal e o peso máximo, possuindo dados de ruídos para sete operações, sendo quatro essencialmente estacionárias e três em movimento, como a seguir exposto:

GIDLE – Ground Idle (pousado em marcha lenta)

FIDLE – Flight Idle (operação de taxi sobre rodas)

HIGE – Hover in Ground Effect (pairado, também utilizado para taxi em aeronaves que não possuem rodas e taxiam voando)

HOGE – Hover out of ground effect (Pairado for a do efeito solo, ou seja, a aeronave se encontra em vôo, porém, sem deslocamento)

TO – Takeoff (decolagem)

APPR – Approach for Landing (Aproximação para pouso)

LFLO – Level Flyover (Vôo em cruzeiro)

Os dados de ruídos para operações estacionárias consistem em tabelas de Níveis de Exposição Sonora (SEL-Sound Exposure Levels) de oito diferentes distâncias variando entre 200 e 10000 ft. Os dados estatísticos são calculados a partir de coeficientes derivados de dados efetivamente medidos. Já aos dados para operações em movimento, são incluídos dados de níveis de exposição sonora recebidos de três diferentes direções (esquerda, direita e centro) para cada uma das oito distâncias citadas anteriormente. Os dados das direções esquerda e direita são corrigidos para ângulos de elevação de 45 graus. Os dados da direção central são para um ângulo de 90 graus. Para os níveis sonoros em vôo, os dados são fornecidos para uma única velocidade padrão. Valores de níveis de exposição sonora para outras velocidades são computados no INM utilizando-se constantes localizadas nas três primeiras posições da tabela de dados LFLO.

Feitas estas considerações e considerando os helicópteros mencionados no item 5 desta dissertação, apresentamos a seguir, aqueles que por força da tabela do programa serão utilizados, fazendo-se as correlações entre modelos de acordo com o banco de dados no. 2 do programa, ou seja, o mais atualizado.

TABELA VIII - PREVISTO TOTAL -2011- EQUIVALÊNCIAS

MODELO REAL	MODELO HNM EQUIVAL.	PESO MAX (lb)	MOTOR OU TURBINA	QUANT. PÁS	QUANTIDADE
ROBINSON R22	ROBINSON R22	1300	1	2	5
ROBINSON 44	H500D	1300	1	5	4
JET-RANGER	B206L	4000	1	2	5
LONG-RANGER	B206L	4000	1	2	5
ESQUILO	SA350D	4300	1	3	3
ESQUILO BI-TURBINA	SA355F	5070	2	3	1
SIKORSHKY 76 (Ñ OFF-SHORE)	S76	10000	2	4	2
EC-120	SA350D	4300	1	3	2
EC-130	SA350D	4300	1	3	2
EC-135	SA355F	5070	2	3	2
AGUSTA	A109	5730	2	4	1
AGUSTA 139	SA365N	8488	2	4	2
SIKORSHKY 76	S76	10000	2	4	6
DAUPHIN	SA365N	8488	2	4	6
TOTAL					46

TABELA IX - PREVISTO TOTAL -2011- TABELA FINAL A SER USADA NO INM

MODELO HNM EQUIVAL.	PESO MAX (lb)	MOTOR OU TURBINA	QUANT. PÁS	CÓDIGO HNM	QUANTIDADE
ROBINSON R22	1300	1	2	20	5
H500D	1300	1	5	5	4
B206L	4000	1	2	9	10
SA350D	4300	1	3	18	7
SA355F	5070	2	3	17	3
S76	10000	2	4	15	8
A109	5730	2	4	10	1
SA365N	8488	2	4	16	8
TOTAL					46

5.4 – Perfis de procedimentos dos helicópteros

Os três tipos de perfis usados no INM são, perfis de decolagem, perfis de aterrissagem e perfis de taxiamento.

No caso de SBJR, algumas considerações devem ser feitas antes de estabelecer os perfis:

- a) No caso dos helicópteros não envolvidos em operação off-shore, que basicamente, baseado na lista gerada no item anterior são, R22, H500D, B206L, SA350D e SA355F (equivalentes), o perfil de táxi é deslocamento dos helipontos já definidos para o ponto de espera (hold point) da pista 02 através da

taxiway alfa, sendo a decolagem autorizada deste ponto, com proa direta para o litoral, caso a pista em uso seja a 20, caso contrário, a decolagem se fará pela pista a partir da cabeceira. A aproximação de uma maneira geral será feita pela pista em uso, 02 ou 20, com predominância da primeira pela manhã e a segunda à tarde e saída pela intersecção charlie ou delta. Feitas estas considerações, fica claro a necessidade de um perfil de taxiamento padrão, dois de decolagem e dois de pouso, um para cada pista. Existe ainda a possibilidade de decolagens diretas para o setor oeste e ainda decolagens de uma posição denominada DC3, no setor nordeste do aeroporto, mas por serem esporádicas não serão levadas em conta, dentre aquelas consideradas usuais;

- b) Voltando a citada posição DC3, é nesta posição onde geralmente são executados os treinamentos de solo do aeródromo, que merecerá na nossa avaliação um perfil especial;
- c) No caso dos helicópteros que operam *off-shore*, na simplificação da tabela de equivalências, os S76, A109 e SA365N, o perfil de taxiamento é um deslocamento a partir das ilhas de A a E (vide FIG. II), pela *taxiway* alfa, predominantemente para a intersecção charlie, iniciando a decolagem a partir do meio da pista, tanto para a pista 02 quanto para 20. A aproximação de uma maneira geral também será feita pela pista em uso, 02 ou 20, com predominância da primeira pela manhã e a segunda à tarde, abandonando a pista predominantemente pela intersecção charlie em retorno as ilhas de estacionamento.
- d) Dois aspectos bastante importantes, quanto à quantidade de movimentos por tipo de aeronave, que será uma das informações a serem carregadas no programa, é que se levarão em conta, movimentos geralmente negligenciados em outros

estudos por nós observados, mas que no nosso entender são fundamentais na contribuição do ruído do aeroporto, que são as aeronaves em treinamento, visto que ou estão na posição DC3 e lá ficam por um período de até trinta minutos no pairado, ou estão no tráfego, em torno do aeroporto, realizando sucessivos pousos em decolagens simultâneas, até 12 (doze) por hora e os sobrevôos dentro da ATZ, ou seja, abaixo de 500 m. Estes dados não precisam ser estimados, pois constam de maneira explícita no relatório obtido junto a Superintendência do Aeroporto.

- e) Utilizaremos os movimentos dos meses de dezembro e janeiro, por serem os mais representativos durante o ano, de maior movimento, onde, em função do verão, ocorrem os picos de movimento do Aeroporto, por sua ligação estreita com Angra dos Reis e Região dos Lagos. Estes dados foram confirmados pelas estatísticas da ANAC, disponíveis em seu site www.anac.gov.br e referendados pelos controladores consultados.

Colocadas as considerações anteriores passaremos à elaboração dos perfis, demonstrados na foto a seguir,:



FIGURA III – Foto com os traçados de taxiamento no aeroporto Jacarepaguá

TABELA X – Descrição detalhada dos taxiamentos em Jacarepaguá
-Quando os helicópteros possuem rodas a altura a ser considerada para táxi é “0”

-Na tabela acima CAB significa cabeceira, esq. , esquerda, dir., direita, CENTRO RWY, centro da pista , DUR duração em segundos da operação e VELOC a velocidade de execução.Os raios considerados nas curvas são de 10 m, como adotado pela INFRAERO em suas plantas de pintura das rotas de estacionamento.

IDENT.	ALT.(m)*	PROA INICIO	DESLOC. (m)	CURVA (graus)	DESLOC (m)	CURVA (graus)	DESLOC (m)	CURVA (graus)	DESLOC (m)	TÉRMINO	DUR (seg)	VELOC (KT)
T1	1,1	W	32	90esq	34	90dir	94	-	-	CAB 02	30	5
T2	1,1	E	32	90dir	34	90dir	184	-	-	CAB 02	60	5
T3	1,1	W	32	90esq	64	90dir	94	-	-	CAB 02	35	5
T4	1,1	E	32	90dir	64	90dir	184	-	-	CAB 02	65	5
T5	1,1	W	32	90esq	84	90dir	94	-	-	CAB 02	40	5
T6	1,1	E	32	90dir	84	90dir	184	-	-	CAB 02	70	5
T7	1,1	W	32	90esq	104	90dir	94	-	-	CAB 02	45	5
T8	1,1	E	32	90dir	104	90dir	184	-	-	CAB 02	75	5
T9	1,1	W	32	90esq	120	90dir	94	-	-	CAB 02	50	5
T10	1,1	E	32	90dir	120	90dir	184	-	-	CAB 02	80	5
T11	1,1	W	32	90esq	148	90dir	94	-	-	CAB 02	55	5
T12	1,1	E	32	90dir	148	90dir	184	-	-	CAB 02	85	5
TA1	1,1	S	15	90dir	30	90dir	54	45esq	154	CENTRO RWY	120	5
TA2	1,1	S	15	90dir	45	90dir	54	45esq	154	CENTRO RWY	125	5
TA3	1,1	S	15	90dir	65	90dir	54	45esq	154	CENTRO RWY	130	5
TB1	1,1	S	15	90dir	30	90dir	32	45esq	154	CENTRO RWY	120	5
TB2	1,1	S	15	90dir	45	90dir	32	45esq	154	CENTRO RWY	125	5
TB3	1,1	S	15	90dir	65	90dir	32	45esq	154	CENTRO RWY	130	5
TC1	1,1	S	15	90dir	30	0	26	45dir	154	CENTRO RWY	100	5
TC2	1,1	S	15	90dir	45	0	26	45dir	154	CENTRO RWY	105	5
TC3	1,1	S	15	90dir	65	0	26	45dir	154	CENTRO RWY	110	5
TD1	1,1	S	15	90dir	30	90esq	29	135dir	154	CENTRO RWY	120	5
TD2	1,1	S	15	90dir	45	90esq	29	135dir	154	CENTRO RWY	130	5
TD3	1,1	S	15	90dir	65	90esq	29	135dir	154	CENTRO RWY	135	5
TE1	1,1	S	15	90dir	30	90esq	60	135dir	154	CENTRO RWY	125	5
TE2	1,1	S	15	90dir	45	90esq	60	135dir	154	CENTRO RWY	130	5
TE3	1,1	S	15	90dir	65	90esq	60	135dir	154	CENTRO RWY	135	5

TABELA XI Perfis de decolagem:

IDT	PROA INICIAL (gm)	DIST (M)	ALTURA (m)	CURVA (graus)	RAIO (m)	DIS T (m)	CURVA (graus)	RAIO (m)	DIS T (m)	CURVA (graus)	FINAL (REH)	T (seg)	VEL (KT)
02PR	020	1500	330	90esq	100	1000	90esq	100	3000		PRAIA	150	65
02MD	020	1500	330	90esq	100	1000	90dir	100	3000		MADUREIRA	150	65
02MC	020	1500	330	90esq	100	1000	135dir	100	3000		MARACANÁ	150	65
20PR	200	3000	150	90esq	100	3000					PRAIA	150	65
20MD	200	1500	150	90esq	100	1000	90esq	100	4500		MADUREIRA	150	65
20MC	200	1500	150	90esq	100	1000	90esq	100	3500	45dir	MARACANA	150	65

Os perfis adotados são os usuais, sendo orientados para as REH (Rotas Especiais de Helicópteros), Praia, da qual se pode ir para direita ou esquerda, pretendendo o Centro ou Santa Cruz, o Madureira, pretendendo o setor norte e o Maracanã, também para o Centro. As velocidades de cruzeiro dos helicópteros variam bastante dependendo do modelo, porém a de subida na decolagem, de uma maneira geral situa-se no entorno de 65KT, adotado. O “T” é o tempo médio da operação. A partir de 18 de setembro de 2007 o tráfego em SBJR voltou a ser padrão, ou seja, sempre pela esquerda, porém, já em 2008, regressou a sua forma habitual, sendo da 20 pela esquerda (padrão) e da 02 pela direita (não padrão), de forma a evitar o sobrevôo das áreas destinadas a outras aeronaves, tipo ultra-leves e área de salto.

TABELA XII Perfis de pouso:

IDT	PROA INICIAL (gm)	DIS T (M)	ALTURA (m)	CURVA (graus)	RAIO (m)	DIS T (m)	CURVA (graus)	RAIO (m)	DIS T (m)	CURVA (graus)	DIS T (m)	RAIO (m)	PROVENIENTE (REH)	VEL OC (KT)	T (seg)
PR02	020	800	150	90dir	100	2300							PRAIA	65	240
MD02	200	3000	150	90dir	100	800	90dir	100	1500				MADUREIRA	65	240
MC02	245	3000	150	45esq	100	1500	90dir	100	800	90dir	1500	100	MARACANÁ	65	240
PR20	020	3500	330	90dir	100	800	90dir	100	500				PRAIA	65	240
MD20	200	3000	330										MADUREIRA	65	240
MC20	245	3000	330	45esq	100	1500							MARACANÁ	65	240

Obs: Os perfis adotados são os mais frequentes, partindo dos corredores visuais e executando o tráfego padrão para aproximação e pouso. PR iniciando na Rota Praia,

MD na Madureira e MC na Maracanã. Mais

TABELA XIII-TOTAL -2007- EQUIVALÊNCIA

MODELO INM EQUIVAL.	CÓDIGO INM	QUANTIDADE MOVIMENTOS DIÁRIOS MÉDIOS
ROBINSON R22	20	41,8
H500D	5	13,2
B206L	9	30,1
SA350D	18	40,5
SA355F	17	0,2
S76	15	7,2
A109	10	2,6
SA365N	16	0,2
TOTAL		135,9

A fim de realizar um acréscimo de movimentos, para uma estimativa para 2011, utilizaram-se os seguintes dados, fornecidos pela empresa Senior Táxi Aéreo, relativo às operações atuais em Jacarepaguá (setembro 2007) (Tabela XVIII):

TABELA XIV – Movimentos diários por equipamento para *off-shore* 2007

DESTINO	NOME	No. SAÍDAS POR DIA	EQUIPAMENTO
P10	PETROBRAS X	1/1	DAUPHIN/AW
NS15	PEREGRINE 1	1	DAUPHIN
NS21	OCEAN CLIPPER	2/0,5	DAUPHIN/AW
SS45	ATLANTIC STAR	1/1	DAUPHIN/AW
SS53	PAUL WOLF	2/0,5	DAUPHIN/AW
SS55	OCEAN ALLIANCE	1/0,5	DAUPHIN/AW

Dauphin – 2,6 por dia por equipamento

Agusta AW 139 – 1,7 por dia por equipamento

Considerando o acréscimo de frota já explicado anteriormente, podemos calcular :

Aumento SK 76 para 2011 – 4 unidades- 8 movimentos

Aumento Dauphin para 2011-3 unidades- 7,8 movimentos

Aumento AW 139 – 2 unidades – 3,4

TABELA XV - TOTAL PREVISTO MOVIMENTOS -2011- EQUIVALÊNCIA

A SER USADO INM (Acréscimo off-shore-Informações SENIOR)

MODELO INM EQUIVAL.	CÓDIGO INM	QUANTIDADE MOVIMENTOS DIÁRIOS MÉDIOS
ROBINSON R22	20	41,8
H500D	5	13,2
B206L	9	30,1
SA350D	18	40,5
SA355F	17	0,2
S76	15	15,2
A109	10	6,0
SA365N	16	8,0
TOTAL		155,0

Pode-se, portanto, admitir que haja um acréscimo diário de 14% nos movimentos do aeroporto por conta do acréscimo de operações *off-shore*, com helicópteros de médio-
porte.

Com relação aos aviões que representam atualmente, aproximadamente 30% dos movimentos do aeroporto, taxa essa que deverá cair ao longo do tempo, por não se ter dado confiável quanto acréscimo ou decréscimo da frota far-se-á, como já o fizemos com os helicópteros da aviação geral, tomar a frota e movimentos mantidos como estão em 2007, baseados na mesma fonte, computação diária da INFRAERO, nos meses de dezembro de 2006 e janeiro de 2007, resultando no seguinte:

TABELA XVI – Total de movimentos para aeronaves de asa fixa.

TIPO	A122G	PA31	PA28	BE9	AMT6	PA32	PA34	BE24	SR22	CITATION
MÉDIA DIÁRIA	19	4	11	5	16	1	4	1	3	2

A122G- UIRAPURU

PA31-NAVAJO

PA28-CHEROKEE A

BE9-KING AIR

AMT6-GURI

PA32-CHEROKEE B

PA31-MOJAVE

BE20-SUPER KING AIR

SR22-CIRRUS

CITATION

Média Diária Total de Aviões: 66

Com relação aos perfis de decolagem de aviões eles seguem o padronizado no INM , ou seja, para a pista 02 a aeronave taxiará até a cabeceira da pista decolando nesta mesma direção, subindo até 1000 ft e executando curva à direita para sair do tráfego, no caso

da pista 20, a aeronave deslocar-se-á até a cabeceira da mesma executando a decolagem nesta nova direção e também curvando a esquerda para saída do tráfego, considerado portanto Tráfego Padrão para regulamentação atual, sendo as alturas de 1000 ft para aeronaves convencionais e 1500 ft para as à reação.

5.6 -Perfil Especial, DC3:

Como já citado consideraremos a posição DC3, situada no setor nordeste no aeroporto como um caso a parte, tendo em vista a peculiaridade de que está revestida, sendo utilizada para treinamentos de manobras de solo e aferições de bússola . Considerar-se-a um taxiamento pela taxiway ALFA até a posição e permanência de 30 minutos no pairado , altura de 1,1 m (efeito solo), equipamento equivalente a um R-22, com periodicidade de 5 vezes ao dia.

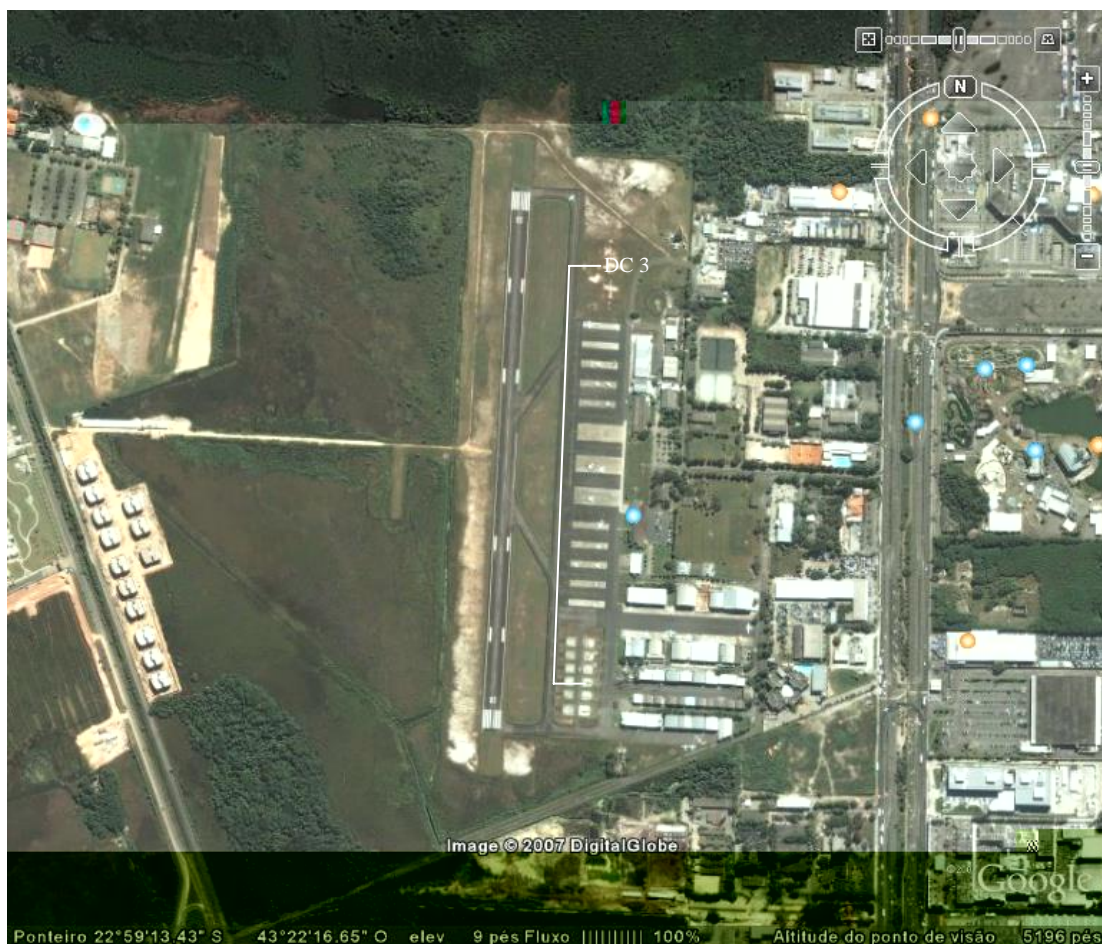


FIGURA IV-Foto com o deslocamento referido ao perfil especial DC-3

Com o aporte de dados obtidos, podemos nos utilizar do software, visando o cálculo das curvas de ruído do aeroporto na situação atual (2007) e na prevista para 2011, comparando-as.

5.7 -Análise das Curvas de Ruído:

5.7.1 -A curva oficial (disponível na documentação existente no Aeroporto)

Começaremos expondo a curva de ruído, chamada isofônica, que consta nos documentos oficiais do aeroporto, que pretende ser aquela para a qual o aeroporto está dimensionado, desde a sua confecção (1982), com previsão de 20 anos como determina a Legislação atual . Apresentamos a seguir a cópia do desenho da curva referida:

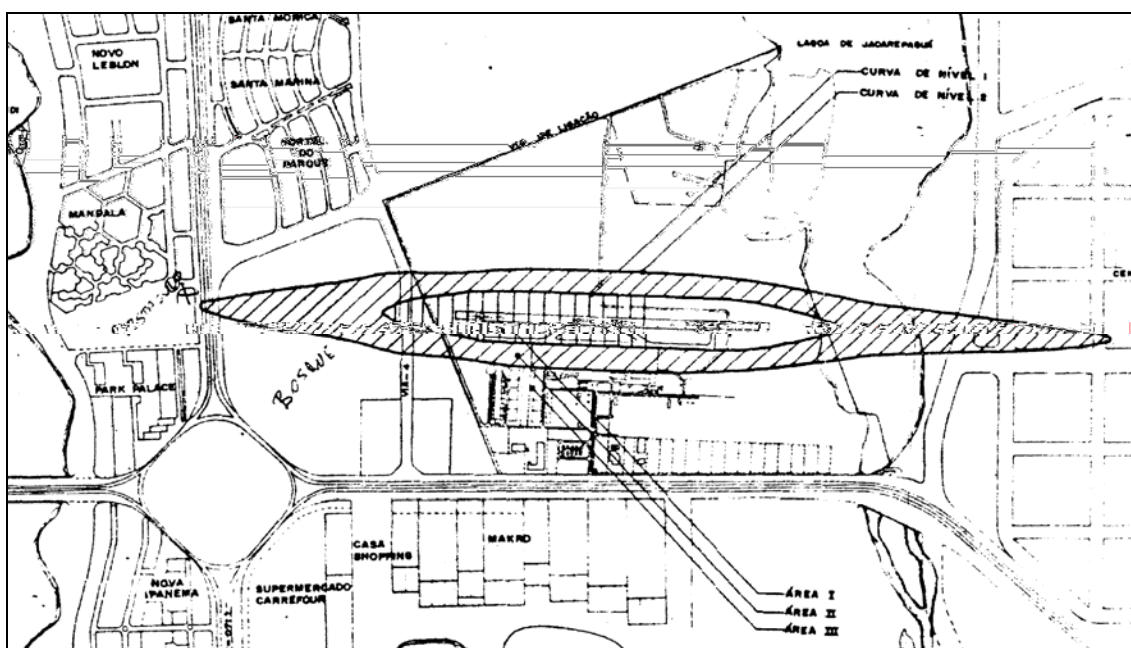


FIGURA V Curva Oficial de SBJR- Fonte Administração do Aeroporto

Como se pode observar esta curva não leva em conta o movimento de helicópteros. Isto fica claro quando se observa que algumas zonas de ruído como o pátio de estacionamento dos helicópteros, repleto de helipontos, doze no total e o DC3 não apresentam qualquer tipo de expressividade, não estando nem na curva 1, nem na 2, nas quais há restrição de utilização. Todas as edificações no âmbito da área patrimonial do

aeroporto se encontram fora da curva 1, portanto sem riscos ao bom desempenho das atividades humanas. Isto é compatível com a época em que foi realizada, quando o aeroporto apresentava uma predominância de movimento de aeronaves de asa fixa, especialmente aeronaves de pequeno porte, decorrentes do Aeroclube do Brasil e aeronaves de propaganda aérea. Observe-se também que o padrão da curva é coerente com movimento de aviões, demonstrando decolagens feitas predominantemente das cabeceiras.

Cabe neste ponto de recordar que segundo a NBR 10151, hospitais deverão ter como limite sons entre 35 e 45 dBa e salas de aula entre 45 e 50 dBa. Esta recordação se prestará a avaliações que faremos ao introduzir as curvas calculadas com o auxílio do INM, já citado anteriormente. Na época da realização das curvas apresentadas acima, não existiam nem escolas nem hospitais no entorno do aeroporto, o que conferia completa legalidade e adequação as curvas adotadas, não ensejando qualquer recomendação de exclusão ou tratamento acústico no derredor do aeroporto.

5.7.2 -Curva atual (2007),considerando apenas aviões

Diante dos dados disponíveis, realizamos o cálculo das curvas de ruído, considerando os perfis atuais, seja quanto ao tipo de aeronaves, seja quanto ao movimento, tendo realizada primeiro a avaliação, considerando apenas os aviões, que na atual conjuntura apresentam apenas , aproximadamente, 30% do movimento do aeroporto. Mas como estamos considerando o impacto dos helicópteros precisávamos ter estes dados explicitados. A seguir a curva calculada pelo INM, onde a zona lilás corresponde a 65 dBa e a vermelha a 75 dBa (Figura VI):

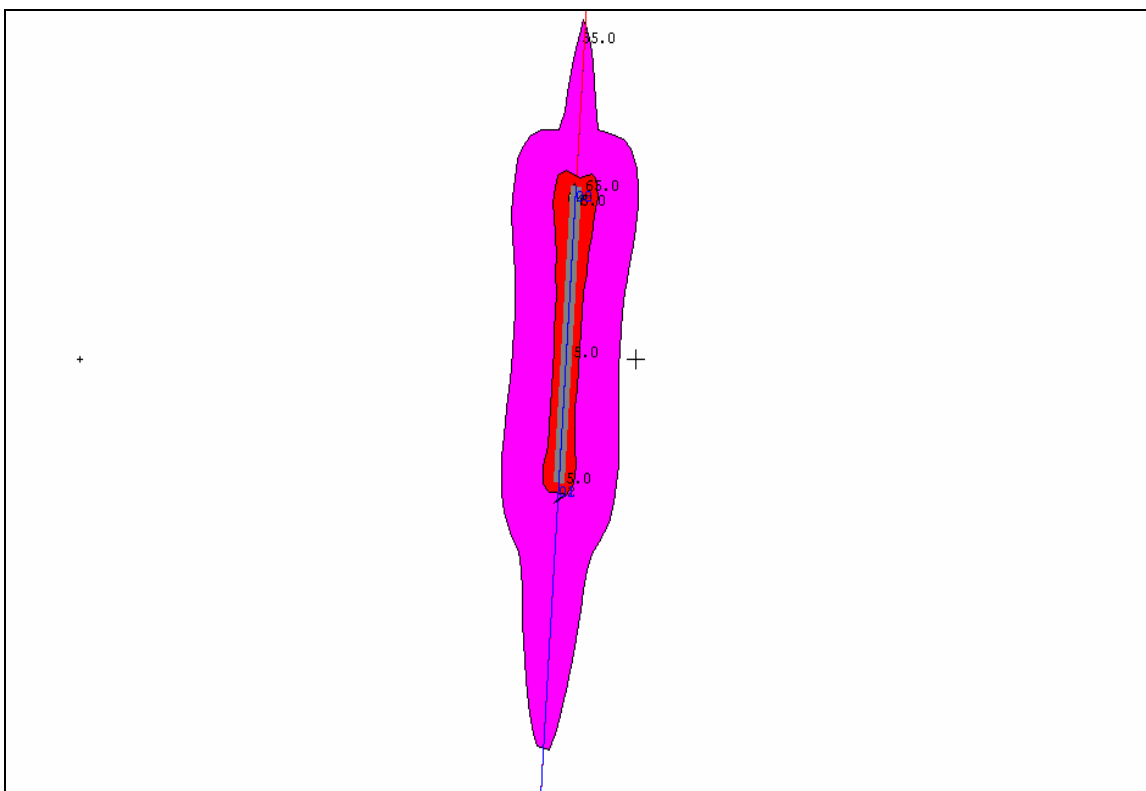


FIGURA VI – Curva isofônica calculada considerando apenas aviões (atual)

Esta curva como não está referenciada ao terreno , visa apenas demonstrar que permanece o perfil de decolagens de aviões, ou seja de cabeceiras, mas como pretendemos estabelecer comparações com os cálculos que serão realizados a seguir , colocaremos abaixo, uma tabela , também obtida no INM, que estabelece as áreas afetadas por nível de ruído:

NIVEL_DBA	SQ_KM	SQ_MILE	ACRES
55,0	0,590	0,228	145,9
60,0	0,224	0,086	55,3
65,0	0,097	0,038	24,0
70,0	0,031	0,012	7,6
75,0	0,006	0,002	1,6
80,0	0,002	0,001	0,4
85,0	0,000	0,000	0,1

Podemos observar que a maior representatividade se encontra entre 55 e 65 dBa, decrescendo a partir daí, a zona de influência do ruído.

5.7.3 -Curva atual (2007),considerando apenas helicópteros:

No cálculo feito neste ponto considerou-se apenas as aeronaves de asas rotativas, já impactadas pelo início da operação off-shore. A figura abaixo, mais uma vez meramente demonstrativa, mostra também as trajetórias consideradas predominantes seja nos pousos, decolagens e taxiamento dos helicópteros. Observe-se que há perfis ligados a decolagens com a orientação da pista 02, 20 e também no ponto de espera da cabeceira 02, por também serem utilizadas para os helicópteros de pequeno porte, a área amarela corresponde a 75 dBa, a verde a 65 dBa e azul a 55 dBa:

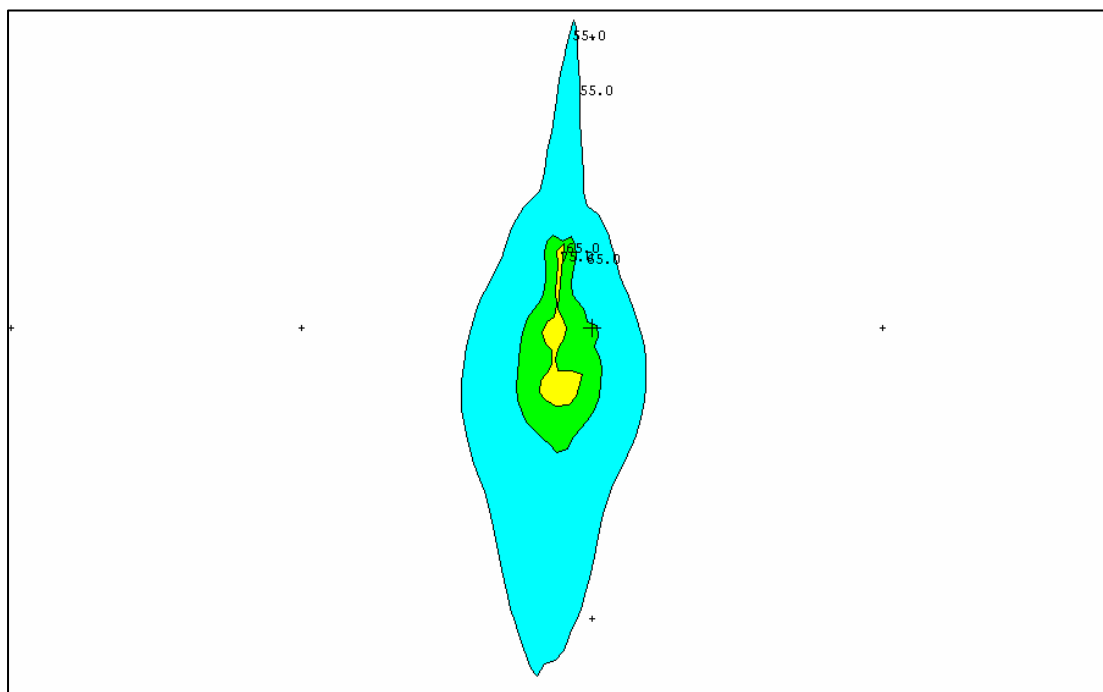


FIGURA VII - Curva isofônica calculada considerando apenas helicópteros (atual)

Podemos observar nesta nova curva uma mudança de perfil, com as curvas mais abauladas, ou seja, lateralmente mais abrangentes, como maior frequência para parte de baixo da figura, ou seja, a direção SUL, isto se deve as decolagens dos helicópteros de médio e grande porte se iniciarem predominantemente no centro da pista e as de pequeno porte na lateral da cabeceira 02 (parte de baixo da figura anterior). Muito interessante são os rastros deixados nas decolagens, mostrados na figura em azul, como zonas com influência de ruído e também no detalhe menor um desvio à esquerda na parte superior da curva, representando a influência do DC3. Segue a tabela de níveis e áreas para os movimentos considerados:

NÍVEL dBa	SQ_KM	SQ_MILE	ACRES
55,0	28,799	11,119	7116,4
60,0	0,663	0,256	163,7
65,0	0,339	0,131	83,7
70,0	0,160	0,062	39,4
75,0	0,063	0,024	15,7
80,0	0,021	0,008	5,1
85,0	0,003	0,001	0,8

Observa-se um expressivo crescimento da zona de influência do aeroporto em especial no nível de 55 dBa e em menor expressão entre 60 e 65 dBa.

5.7.4 - Curva atual (2007), considerando aviões+ helicópteros:

Neste estágio do cálculo foi simulado no programa o somatório entre aviões e helicópteros, ou seja, a realidade atual, tendo obtido os seguintes dados:

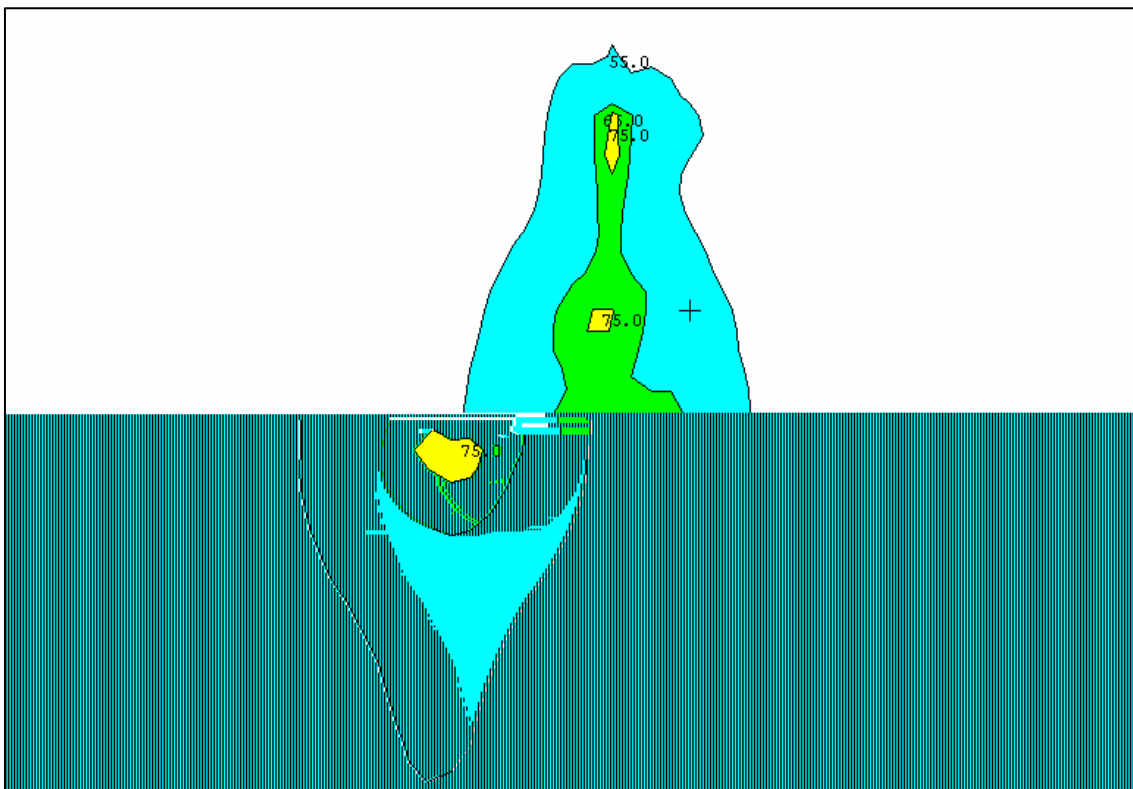


FIGURA VIII - Curva isofônica calculada considerando apenas aviões e helicópteros (atual)

Evidentemente somam-se aí as zonas de influência das aeronaves, resultado no seguinte:

NÍVEL dBa	SQ_KM	SQ_MILE	ACRES
55,0	29,767	11,493	7355,7
60,0	0,956	0,369	236,3
65,0	0,458	0,177	113,1
70,0	0,214	0,083	52,8
75,0	0,087	0,033	21,4
80,0	0,026	0,010	6,5
85,0	0,005	0,002	1,1

5.7.5 -Curva futura (2011),considerando aviões+ helicópteros:

Tendo em vista que nosso estudo pretende demonstrar o relacionamento entre o ruído do aeroporto e o crescimento do movimento de aeronaves dedicadas ao apoio *off-shore* necessitado pelas empresas operando na Bacia de Santos, considerando portanto um acréscimo de helicópteros para esta operação, porém, de maneira conservadora mantendo os movimentos de helicópteros e aviões não dedicados a esta atividade inalterados, obtivemos o um aumento na frota de helicópteros em *off-shore* de 14% que resultaram nos seguintes aumentos de área cobertura:

Obviamente há um crescimento na zona de influência do ruído.

NÍVEL dBa	SQ_KM	SQ_MILE	ACRES
55,0	32,493	12,546	8029,2
60,0	1,002	0,387	247,6
65,0	0,478	0,184	118,0
70,0	0,224	0,086	55,3
75,0	0,091	0,035	22,5
80,0	0,029	0,011	7,1
85,0	0,005	0,002	1,3

Diante dos dados apresentados podemos estabelecer uma comparação resumida, mostrando o crescimento das zonas de influência do ruído em virtude da incorporação dos helicópteros e do aumento esperado da frota *off-shore*:

TABELA XVII – Comparação de aumento de área de cobertura

Nível dBa	2007 Aviões Km2	2007 Helicópteros Km2	2007 Aviões+Helicop Km2	2011 Aviões+Helicop Km2
55	0,59	28,7	29,76	32,49
60	0,22	0,66	0,95	1,00
65	0,09	0,34	0,46	0,48

De posse dos dados obtidos nesta fase do trabalho, tendo estabelecido inequivocamente a relação entre os helicópteros e o ruído relativo ao Aeroporto de Jacarepaguá, passaremos a correlacionar as influências que mereçam mitigação, com a circunvizinhança do aeroporto, relacionando portanto as curvas obtidas com o terreno.

CAPITULO 6

Implicações na circunvizinhança do aeroporto

6.1 – Definição da Área Patrimonial:

Antes de prosseguirmos, estabeleceremos na figura IX a área patrimonial do Aeroporto de Jacarepaguá (em amarelo):

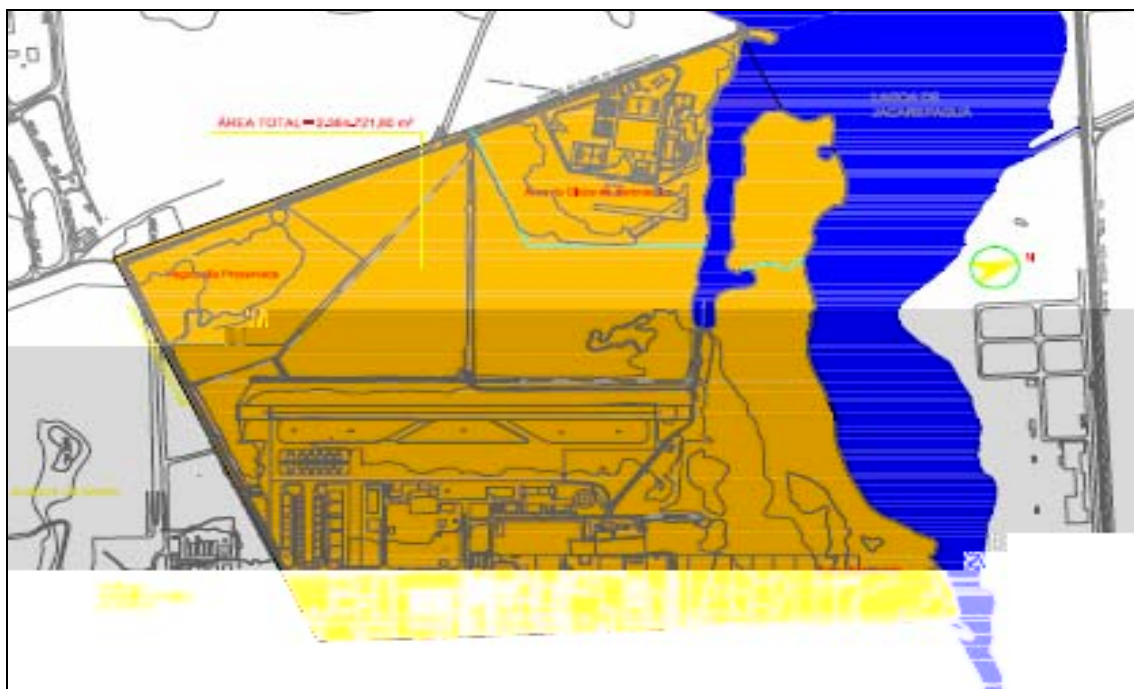


FIGURA IX -Área Patrimonial- Aeroporto de Jacarepaguá-2007

6.2 – Definição da Zona de Proteção:

Caracteriza-se por uma zona livre de obstáculos, obliquamente e horizontalmente, que se estende sobre o aeródromo e suas imediações, limitando alturas dos obstáculos e determinando restrições, de forma a garantir a segurança tanto da operação aérea como da população circunvizinha, baseada na Portaria No. 1.141/GM5, de 8 de dezembro de 1987 .

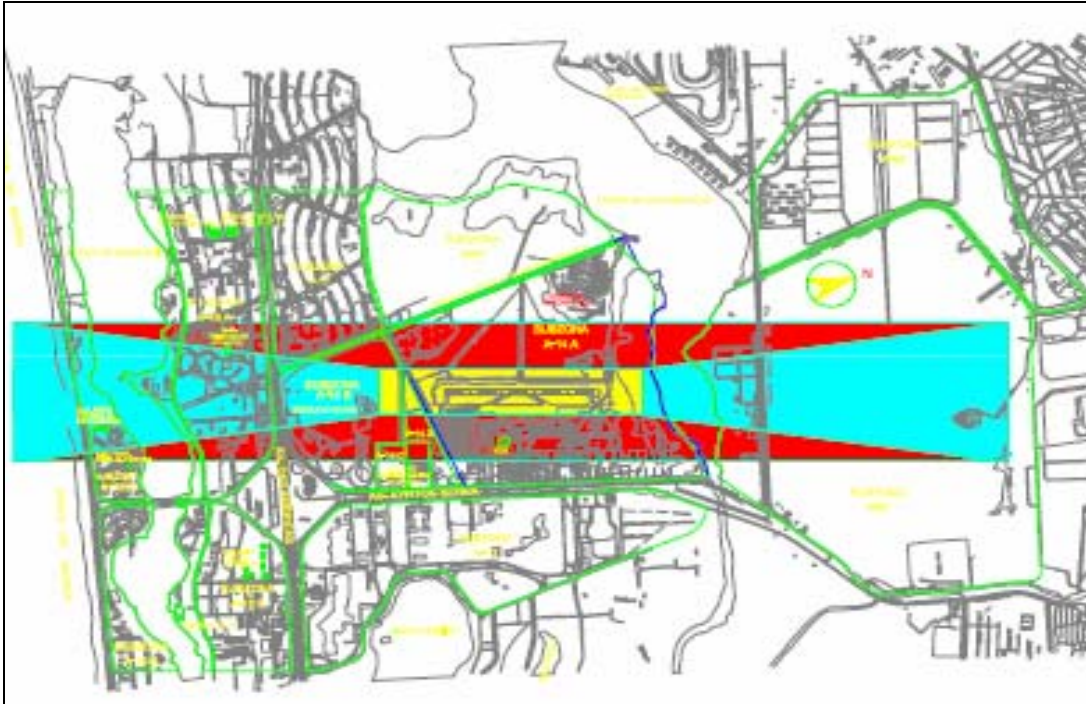


FIGURA X Zona de Proteção do Aeroporto de Jacarepaguá

6.3 - Geo-referenciamento da curva calculada:

A seguir apresentaremos a curva calculada sobre o terreno real, podendo daí fazer as análises necessárias, para verificação de conflitos a serem resolvidos, ou seja, todo o estudo até este ponto foi destinado a chegar a esta demonstração da realidade de Jacarepaguá, agora fora da ótica exclusivamente teórica, para uma caracterização realista das condições de ruído aeronáutico apresentado de fato pelo aeroporto. A curva azul corresponde a 75 dBA, a laranja a 65 dBA e a amarela a 55 dBA. Cabe ressaltar que a curva retratada é média, podendo em circunstâncias especiais aumentar ou deslocar-se, devido a condições climáticas do tipo umidade e ventos:

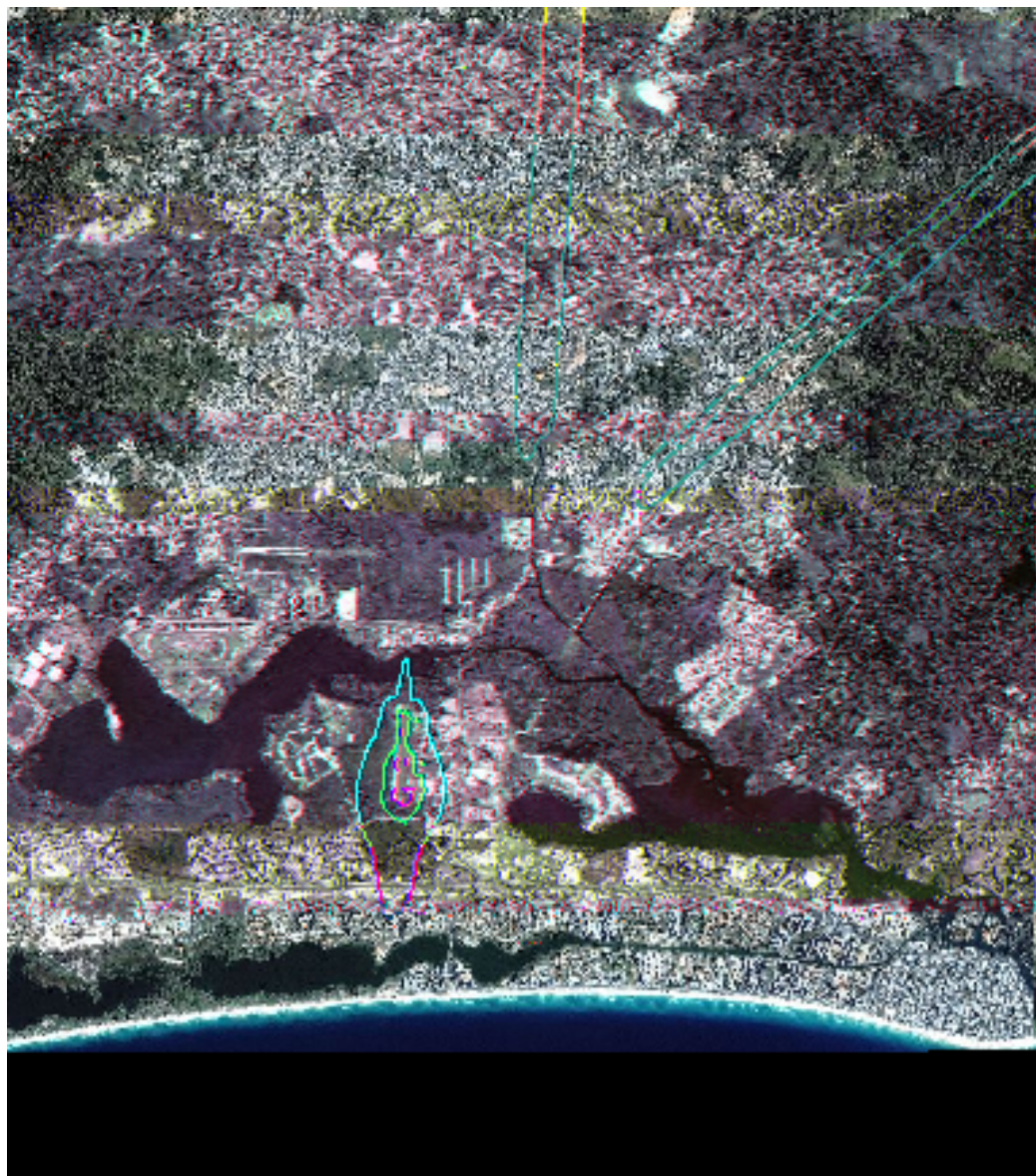


FIGURA XI – Foto da área de Jacarepaguá Curva georeferenciada

A seguir a mesma foto, porém com ampliação da zona do aeroporto , a fim de procedermos uma análise das implicações das curvas e edificações significativas, ou seja, aquelas que por restrições legais não poderiam estar localizadas nas áreas das curva, FIGURA XII:



FIGURA XII – Ampliação da figura XI

Diante da foto exposta podemos tirar algumas conclusões, que nos permitirão uma análise da implicação do aumento de movimentos sugerido no estudo:

- a) Houve um aumento significativo nas áreas abrangidas pelas curvas isofônicas, em especial pela de 55 dBa, quando comparadas com aquelas oficialmente constantes da documentação do aeroporto, apresentadas anteriormente;
- b) No setor ESTE do aeroporto existe uma escola particular sob a curva de 55 dBa;
- c) No setor SUDESTE do aeroporto existe um hospital de clínicas em construção, também abrangido pela curva de 55 dBa e em parte pela de 65 dBa

- d) No setor OESTE existe um condomínio residencial de apartamentos da aeronáutica, abrangidos pela curva de 55 dBa ;
- e) Dentro das próprias instalações do aeroporto existem hangares, próximos ao setor sudeste, cuja permanência de pessoal é superior a oito horas abrangidos pela curva de 55 e 65 dBa. Também áreas de escritórios da INFRAERO e parte do Terminal do aeroporto se encontram sob a curva de 55 dBa;
- f) No setor SUL já fora da área patrimonial do aeroporto, após cruzar a Av. das Américas, a curva de 55 dBa, se sobrepõe a condomínios de casas e prédios e ainda estabelecimentos comerciais onde há permanência de pessoas por períodos superiores há oito horas;
- g) Dois fenômenos foram particularmente interessantes de se observar, um aparecendo na primeira foto, que são rastros da curva de 55 dBa, nas rotas de abandono primordialmente usadas pelos helicópteros, nas quais as aeronaves sobrevoam áreas densamente povoadas com residências, clínicas, igrejas, escolas e estabelecimentos comerciais, excetuando o rastro ao SUL, que se encontra sobre o mar, e ainda um ponto específico dentro da área nordeste do aeroporto perto do fundo do Hospital Barra D'or, onde há uma curva isolada de 65 dBa, decorrente das atividades concentradas de instrução na área denominada DC3 .

Diante das constatações acima, verificamos que , tendo em vista as limitações existentes para residências, entre 35 a 45 dBa, para escolas , entre 40 e 50 dBa e hospitais, entre 35 e 45 dBa, existem várias zonas críticas, decorrentes do acréscimo de tráfego proposto pela assistência as operações *off-shore*, voltando a lembrar, sem considerar qualquer

aumento nos movimentos de outros helicópteros e de aviões nos próximos 4 anos, que se ocorrerem só agravariam a situação mostrada.

6.4 – Mitigação através da Abordagem Equilibrada:

Seguiremos agora, considerando as possibilidades de mitigação dos efeitos deletérios do ruído aeronáutico nas circunvizinhanças do aeroporto, ou seja, dimensionado o problema , passaremos a estipular as soluções tecnicamente viáveis com baixo envolvimento no custo, para isso usaremos o conceito da “Abordagem Equilibrada”, que passamos a explicar:

Na 33ª. Assembléia da OACI em outubro de 2001, todos os Estados Contratantes participantes da OACI, incluindo aí o Brasil, adotaram a Resolução A33-7, a qual expressa o consenso unânime da comunidade aeronáutica mundial sobre as emissões de ruído de aeronaves e de gases aeronáuticos, estes não objeto de nossa dissertação.

A assembléia considerou a eficácia de algumas políticas adotadas em alguns aeroportos para melhorar o clima de ruído que poderia ser melhorada com relação à falta de consistência entre as medidas adotadas e as dificuldades de preservação dos benefícios, posto que, as providências tomadas, são muitas vezes descoordenadas de programas nacionais e regionais de atenuação de ruído, podendo inclusive inibir o desenvolvimento da aviação civil e também no desenvolvimento das atividades dependentes delas. Disto surgiu o conceito de Abordagem Equilibrada, que enfatiza particularmente a necessidade de considerar diversas medidas disponíveis como apropriadas, de acordo com a avaliação realizada sobre a evolução na situação de ruído de cada aeroporto, visando alcançar um benefício ambiental máximo com eficácia de custo e preservando os benefícios potenciais obtidos , incluindo aí providências sobre as aeronaves e medidas de gestão de uso do solo. De uma forma mais simples, a Abordagem Equilibrada é uma forma de atacar o problema do ruído aeronáutico, combatendo-o, sem

contudo deixar de levar em conta os diversos fatores que circundam o aeroporto, tais como, o bem estar da população, o desenvolvimento da região, o desenvolvimento do próprio aeroporto, portanto medindo a antiga relação custo x benefício.

Esta abordagem abrange quatro elementos principais:

- redução de ruído na fonte;
- planejamento e gestão do uso do solo;
- procedimentos operacionais para atenuação do ruído;
- restrições operacionais às aeronaves.

Basicamente a implementação da Abordagem Equilibrada consiste da avaliação da situação individual de ruído aeronáutico de cada aeroporto, solicitar consultorias necessárias ao dimensionamento do problema, identificação das medidas disponíveis para reduzir o impacto do ruído, avaliação dos prováveis custos e benefícios das diversas medidas disponíveis para identificar a eficácia relativa de custo das medidas, escolha das medidas, notificação pública adequada das ações pretendidas, implementação das medidas e solução das disputas que pudessem ocorrer.

Feita esta explanação, em nosso estudo nos ateremos a realizar a avaliação da situação do Aeroporto de Jacarepaguá, já realizada até este ponto e a proposição de soluções o que faremos daqui para frente, levando em conta este conceito introdutivo de Abordagem Equilibrada.

São óbvias as pressões existentes relacionando o meio ambiente e o crescimento do movimento em aeroportos e da aviação de uma maneira geral em todo o mundo. Desde a última década o crescimento da industria da aviação se dá a taxas elevadas e se prevê que este crescimento se mantenha no entorno de 5-7% por ano (Air Bus Industries,1997 [6]), o que vêm se confirmando. É natural que isto também ocorra no Brasil. Estamos abordando este tema tendo em vista que em nosso estudo, desconsideramos este

crescimento, nos atendo ao crescimento da frota de apoio off-shore, em vista disso, podemos considerar qualquer das nossas conclusões, bastante conservadoras.

A tecnologia das aeronaves vêm melhorando, mas este avanço não têm acompanhado com a necessária velocidade o crescimento do tráfego aéreo (DETR,1997 [7]). Da mesma forma, as pessoas que residem no entorno de aeroportos vêm se tornando mais sensíveis aos incômodos e distúrbios causados pelo ruído aeroportuário (Moss et al,1997[8]; Fidell et al., 2002 [9]) estando todos cada vez mais preocupados com sua qualidade de vida.

O problema do distúrbio causado pelo ruído das aeronaves envolve interações complexas de processos físicos, biológicos, psicológicos e sociológicos (Schultz, 1978[10]).

O ruído das aeronaves é sempre a principal causa de reclamações da comunidade circunvizinha, em detrimento de outros distúrbios que possam ser causados pelas aeronaves e evidentemente se relaciona com o tipo de aeronave, ou seja, as mais ruidosas, de projetos mais antigos ou operadas de forma não atenciosa com o nível de ruído gerado são as que geram mais reclamações.

Existe no entanto um outro aspecto, bastante relevante, que levaremos em conta quando abordarmos aspectos mitigadores, que é a hora do dia e o nível de incômodo.

O impacto do movimento das aeronaves sobre a comunidade local que circunda um aeroporto, pode ser perfeitamente monitorado através de sensores, pesquisas e outros recursos, mas o que já ficou bastante claro em estudos realizados, é que há um relacionamento entre a hora do dia e o incômodo percebido, de uma maneira geral o incômodo é mais percebido entre 09:00 e 13:00 h e entre 16:00 e 18: 00 h (Ken Hume et al, 2003 [11]), não necessariamente relacionado com o pico de movimentos de aeronaves.

Considerando alguns aspectos relevantes do ruído aeronáutico, podemos afirmar que ruído não apenas incomoda, mas faz mal à saúde.

É preciso levar em conta que ruído não apenas incomoda, mas comprovadamente afeta a saúde física e mental dos seres humanos. Mesmo quando é possível quantificar as pessoas afetadas pelo ruído aeronáutico, é bastante difícil qualificar os danos desta afetação.

A insuficiência de dados aliada a uma premissa errada de que pessoas afetadas por ruído de maneira continuada, tendem a se adaptar, exemplifico, a pessoa que mora de frente para uma avenida de tráfego intenso, tende com o tempo, a não perceber mais os ruídos decorrentes dela, de fato isto é uma adaptação, porém, a que preço?

A literatura sobre o impacto adverso do ruído sobre a saúde física e mental nos informa que o indivíduo pode ter sua saúde afetada por ruído e que adaptações têm um custo orgânico.

Há aproximadamente vinte anos atrás quando o problema ainda não tinha a magnitude atual, uma agência americana “ Office of Noise Abatement and Control” publicou um texto intitulado “A Health Problem”, visando alertar o povo americano quando aos danos que poderiam advir da exposição ao ruído para a sua saúde (US-EPA,1978[12]), o artigo relacionava o ruído com , hipertensão, problemas cardíacos, úlceras e distúrbios de sono, na sua página 3 deixava claro: “ Estudos bem documentados para esclarecer as regras de ruído com danos à saúde pública são ainda necessários, mas nós ao menos sabemos da existência de evidências de que o perigo é real...”.Podemos acrescentar o mais óbvio dos males que é a perda auditiva.

O então administrador da “Environmental Protection Agency” falando sobre os perigos dos ruídos decorrentes da aviação na “Inter-Noise Conference” em Washington (1976), concluiu:

“é tempo de todos nós, juntos, construirmos um sistema de transporte aéreo, seguro, saudável e silencioso...Nós realmente sabemos o que é preciso fazer. Nós temos simplesmente que desejar fazer isto.”(US EPA,1976, pp17-18[13]).

O fato é que estes discursos sumiram do cenário Norte Americano, tanto por parte do Governo, quanto da FAA e Congresso e as outras partes interessadas perderam o estímulo demonstrado naquela época.

Não podia ser diferente no Brasil, que com uma aviação tímida naquela mesma época não participou do calor desta discussão e atualmente com um cenário aeronáutico bastante desenvolvido, permanece relegando este problema a segundo plano, apesar do reconhecido crescimento de 6% ao ano desta indústria (Instituto CEPTA, 2007 [14]).

Fazendo uma revisão de estudos que examinaram o relacionamento entre ruído e saúde, incluindo a verificação do impacto do ruído aeronáutico, encontramos o seguinte: Tempest,1985[15]; Fay,1991[16]; Kryter,1994[17]; Bronzaft,2002[18]. A publicação Norte Americana “Guidelines for Community Noise”, publicada pela World Health Organization (WHO) (Berglund,Lindvall&Schwela, 1999[19]), relata:

“... o crescimento na poluição sonora é insustentável, pois envolve além de efeitos adversos sobre a saúde diretos, também efeitos cumulativos”, Passchier-Vermeer e Passchier (2000) [20], concluem: “ Exposição ao ruído constitui um risco para a saúde.” Eles também relatam “...muitos impactos sonoros sobre a saúde pública já foram identificados desde 1960 e a redução de ruído é menos do que um problema científico mas primariamente um problema de saúde pública.”

Já é bastante evidente que o ruído interfere na habilidade das pessoas de conduzir de forma eficiente as suas atividades normais, como conversar, assistir televisão, ler, repousar, portanto se pode concluir que é causadora de stress, posto que, para se ter uma boa qualidade de vida é necessário sermos capazes de realizar as nossas tarefas

habituais sem interferências como essa. Quando temos que parar uma conversa durante a passagem de aeronaves sobre nós, quando deixamos de ouvir por alguns instantes um diálogo na televisão ou temos que fechar as janelas apesar do calor, temos uma diminuição na nossa qualidade de vida e, portanto sofremos a ação do stress. Hiramatsu (1999) [21], observando residentes em Okinawa , perto de duas bases aéreas, ambas eram similarmente perturbados em suas atividades diárias e Bronzaft et al [22] , inferiu que residentes próximos a aeroportos perceberam ,eles próprios, estar em condições piores de saúde por este fato, e de acordo com a definição da WHO (World Health Organization) de “boa saúde”, ruído certamente têm um efeito adverso sobre a saúde destas pessoas.

O ruído aeronáutico afeta também a saúde das crianças. Em setembro de 2000, a Federal Interagency Committee on Aviation Noise (FICAN)[23], concluiu que:

“A pesquisa sobre efeitos de ruídos provenientes de aeronaves sobre o aprendizado de crianças sugere que este ruído interfere no aprendizado nas seguintes áreas: leitura, motivação, aquisição da linguagem e capacidade de discurso e na memorização. Os dados mais fortes indicaram uma afetação maior sobre o aprendizado da leitura, onde mais de 20% dos pesquisados mostraram que crianças sob impacto de zonas de ruído são afetadas negativamente por aeronaves”

Um artigo relativamente recente (*Hygge et al.,2002[24]*) relaciona efeitos adversos do ruído aeroportuário sobre a performance cognitivo de crianças. Estes autores acham que tanto o aprendizado da leitura como a memória de longo prazo são afetadas naquelas crianças que vivem perto de aeroportos.

CAPITULO 7

Providências requeridas para proteção contra o ruído aeroportuário

Tomando como base estudos feitos na Alemanha nos anos de 2003/2004(**Federal Environmental Agency Berlin - 2003/2004[25]**) e utilizando a última revisão do *Air Traffic Noise Act* a *Federal Environmental Agency*, que formulou objetivos sobre os quais trabalhar principalmente, para o controle do ruído aeroportuário, coerente com os já existentes para tráfego rodoviário e ferroviário.Consideramos as seguintes áreas afetadas , mais importantes de serem trabalhadas:

- Saúde humana;
- Sono;
- Stress;
- Comunicação;
- Recreação.

Relativo à saúde:

Há muito se aventa a hipótese de relacionamento entre exposição a ruídos elevados por alguns anos e a elevação do risco de doenças cardiovasculares. A hipótese deriva de um modelo geral relativo ao stress. Ruído causa reações de stress no organismo, devido a secreção de diversos hormônios, que modificam a pressão sanguínea e a frequência cardíaca, além de contrações dos vasos sanguíneos, o que no longo prazo geraria nos predispostos ,problemas cardíacos, ou agravaria os já existentes.

Riscos sobre a audição são mais evidentes tendo em vista que a transmissão inicial da energia mecânica decorrente do ruído se faz por capilares (cilia) existentes em nossos ouvidos, portanto sujeitos a danos físicos. Dentre os estudos existentes o que ficou demonstrado foi;

- no caso de raros sobrevôos um dano permanente ao ouvido não é esperado caso o nível máximo não exceda 115 dB(A) e a velocidade do nível de aumento do ruído seja inferior a 60 dB(A) por segundo;

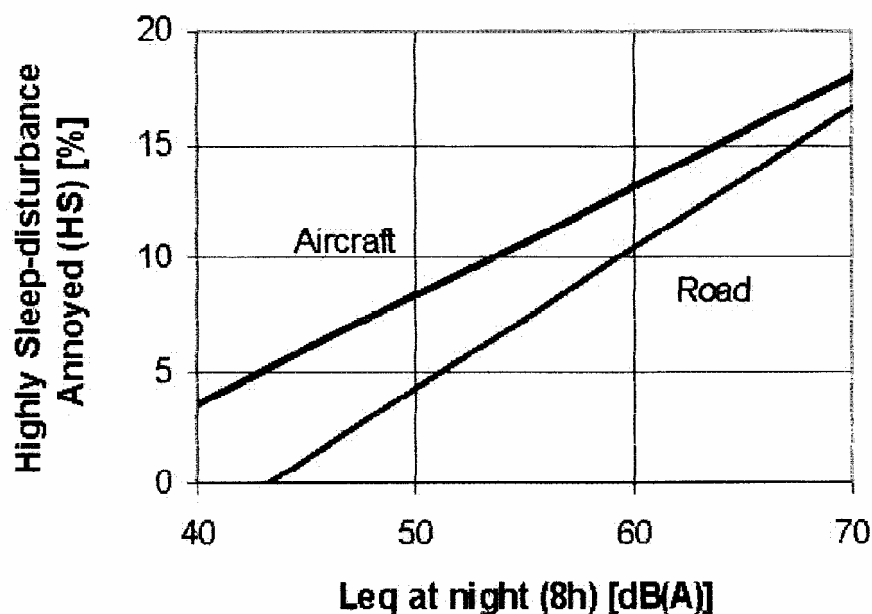
-já com uma exposição freqüente, danos permanentes de diminuição da audição não são esperados , caso se mantenha um nível equivalente inferior a 70 dB(A)

O sono têm função fisiológica no organismo. A perturbação do mesmo redonda numa perda de qualidade de vida, afetando a capacidade laboral, social e recreacional, tendo em vista que tanto a atenção quanto o humor serão afetadas pela má qualidade do sono.

Um sono não reparador do ponto de vista físico é considerado um relevante problema social e importante problema médico como causador de problemas de saúde (Baust, W ,1971[26]).

O gráfico a seguir mostra a relação entre % de pessoas que acordam durante o sono e o nível equivalente de ruído:

GRAFICO IV



Relação entre a exposição e o número percentual de pessoas perturbadas durante o sono (Gezondheidsraad 1997[27]).

Os resultados de investigações fisiológicas dos efeitos do ruído sobre o sono, mostraram -distúrbios do sono foram reportados a partir de nível equivalente a 40dB(A);

-grandes perturbações decorrentes de aeronaves são observadas acima de 45 dB(A);

A comunicação participa da maior parte do desenvolvimento social e da personalidade.

Distúrbios na comunicação (entretenimento, telefone, tv, rádio, etc.) perturbam de maneira clara a qualidade de nossa percepção do ambiente, surgem como ruídos que se superpõe aos sons que estamos percebendo, desviando nossa atenção e causando lapsos no nosso entendimento. Através de investigações, constatações importantes foram obtidas:

-adultos com capacidade normal de audição demonstram uma boa capacidade de entendimento em ambientes se o nível de ruído for inferior a 40 dB(A);

-fora das edificações o mesmo princípio anterior pode ser aplicado;

- no caso das crianças, onde a memória acústica não está completamente formada, será exigida muito mais inteligibilidade do que para adultos , nas mesmas condições, ou seja, elas são mais perturbadas do que adultos.

Quanto ao stress e recreação, não sendo objeto principal de nosso estudo consideramos suficiente os comentários sobre os aspectos anteriores, levando em conta que o assunto stress, considerado a fadiga do organismo submetido a ruídos perturbadores e continuados, é extenso , não sendo necessário as colocações que estamos fazendo e a recreação ser obviamente perturbada por níveis de ruído acima do permitido.

Basicamente foram duas as considerações macro requeridas pela FEAB:

-evitar ao máximo a perturbação limitando a exposição ao ruído aeronáutico (externos) ao equivalente a níveis inferiores a 55 dB(A) durante o dia e 45 dB(A) durante a noite;

-evitar prejuízo a saúde limitando a exposição ao ruído aeronáutico (externo) ao equivalente a níveis inferiores a 60 dB(A) de dia e 50 dB(A) à noite.

7.1 – Medidas geralmente utilizadas:

A seguir passaremos a listar medidas de natureza relativamente simples, que são internacionalmente aceitas, que podem ser adotadas visando diminuir a perturbação decorrente do ruído aeronáutico, por enquanto trataremos no caso geral (*Airport Noise: Fifteen Ways to Quiet the Skies*[28]):

- a)- Aumentar o controle no local do aeroporto – isto significa limitar a expansão, ou selecionar , número e horas de decolagens , pousos e operações de solo.
- b)- Trabalhar a legislação - de tal forma que não surjam conflitos entre regulamentos Federais, Estaduais e Municipais, que resultam em ocupações irregulares do solo, posto que os empreendedores se utilizam das brechas da lei, aprovando projetos conflituosos com as zonas de ruído não compatíveis com suas utilizações.
- c) – Abandonar a idéia de o nível de pressão sonora de 65 dB(A) é o separador entre baixa exposição e moderada exposição, utilizando-se o nível 55 dB(A) para isso, que ao longo de nossa exposição se mostrou mais adequado, no tocante a preservação da qualidade da saúde, sono, comunicação, stress e recreação.
- d) – Proteger o público dos efeitos nocivos no aeroporto e suas circunvizinhanças. Isto inclui o controle de várias toxinas, muitas vezes cancerígenas, emitidas pelas aeronaves, que não são objeto deste estudo mas também quanto ao ruído, utilizando-se de regulamentações locais relativas ao controle de ruídos.
- e) – Apoiar a suspensão de operações num horário em que se constate que a população local estará sendo mais afetada. Internacionalmente denomina-se a isto estabelecer uma “ hora de recolher”.
- f) – Criar taxas a serem pagas por aeroportos e empresas as comunidades , pela

utilização de aeronaves mais ruidosas, ou em horários específicos, de forma a inibir e subsidiar providências mitigadoras do problema.

g) – Expandir o conceito de isolamento acústico nas construções, especialmente, escolas, hospitais e residências, quando estiverem em áreas cujo ruído esteja situado na faixa de 45 dB(A), no entorno dos aeroportos.

h) – Realizar estudos dos impactos sobre a saúde no entorno do aeroporto, utilizando-se para isso das universidades locais, interessadas no assunto, de forma a subsidiar providências específicas.

i) – Apoiar estudos relativos à diminuição de ruídos das aeronaves.

j) – Limitar em distância a aproximação de aeronaves de zonas de proteção ambiental ou de grandes concentrações de público.

k) – Aumentar a altitude mínima para sobrevôo de aviões e helicópteros especialmente em zonas urbanas e de tráfego dos aeroportos, trabalhando também uma maneira de fiscalizar este procedimento.

l)- Estabelecer um equilíbrio de movimentos entre os aeroportos da região de forma a minimizar em cada os efeitos do ruído.

7.2 -Providências sugeridas para mitigação especificamente no Aeroporto de Jacarepaguá:

a) – Empreender , através de consultoria, um estudo detalhado sobre as condições de ruído do aeroporto, atualizando as informações disponíveis, integrando esta informação com as pretensões de utilização do solo no âmbito do aeroporto e áreas circunvizinhas pertinentes à Prefeitura.

b) – Providências de cunho operacional:

b.1) – Altitudes:

Realizar o tráfego dos helicópteros a 1000 ft acima do terreno, ficando os aviões a 1500 ft, visando afastá-los do terreno. Com isto as aeronaves no entorno do aeroporto, onde é crítica a situação do ruído terão as fontes (Helicópteros), que correspondem a 70% dos movimentos do aeroporto, afastadas do dobro dos receptores. Aumentar em 500 ft as altitudes das rotas PRAIA, MARACANÃ e MADUREIRA onde ficaram evidentes rastros de ruído.

b2)- Aproximações e decolagens:

Preferenciar, dependendo do vento, aproximações no sentido 20 e decolagens no sentido 02, deslocando portanto a curva de ruído para cima da Lagoa de Jacarepaguá, quando hoje esta mostra uma tendência de abaulamento para o sentido sul, onde se encontram um parque de recreação , um hospital em construção e residências, só realizando aproximações no sentido 02 e decolagens no sentido 20 quando as condições de vento tornarem a outra opção insegura.

Proibir as decolagens de helicópteros a partir da lateral do ponto de espera da 02, fazendo com que a curva de ruído se desloque para o eixo central da pista.

Realizar as decolagens dos helicópteros utilizando todo o trajeto da pista, de forma que ganhem o máximo de altitude possível, compatível com suas performances, ainda sobre a pista, dentro do traçado da curva 1.

b.3) – Instrução Aérea :

Disciplinar a instrução aérea no aeroporto, estabelecendo cotas por escola, de participação durante o dia , seja da utilização do circuito de tráfego no caso de aviões e helicópteros e das zonas de treinamento no solo, interditando o DC3 para este fim, utilizando a pista de grama do setor oeste em substituição. Inegavelmente as escolas desempenham uma grande participação nos movimentos do aeroporto, que se submetidos a controle redundarão numa expressiva melhora no tocante a emissão de

ruídos. Caso haja aumento acima do aqui previsto tanto na frota para o *off-shore* como da aviação geral, deveria ser incentivado o treinamento em sítios mais afastados do aeroporto, como por exemplo o Clube CEU, mais próximo de zonas não afetadas como a Lagoa de Jacarepaguá e Autódromo de Jacarepaguá. Para instruções após o por do sol no tráfego, deveria ser solicitada autorização especial de tal forma que o administrador do aeroporto pudesse minimizar o incômodo, quantitativamente.

b4) –Rotas

Como já citado o aumento da altitude mínima das rotas seria uma providência desejável, sendo que a rota que deveria ser preferenciada para saída e chegada do aeroporto seria a rota PRAIA, tendo em vista a sua baixa afetação sobre a população.

c) – Isolamento Acústico:

Proceder uma verificação nas construções envolvidas pelas curvas de ruído, exigindo ou fomentando isolamento acústico, de forma que lá seja possível permanecer. Isto inclui instalações do aeroporto, o condomínio da aeronáutica, residências próxima a Av. das Américas, na direção da decolagem Sul, e em especial o colégio existente em área do aeroporto e do hospital em construção. As técnicas a serem utilizadas nas construções já existentes, poderiam passar por vidros duplos, revestimentos de paredes, barreiras vegetais, uso de ar condicionado para diminuir aberturas, tendo em vista a inviabilidade prática de ,por exemplo, aumentar a espessura das paredes. Já quando ainda em construção outras técnicas podem também ser utilizadas, até na escolha do material das paredes.

d)- Taxas:

Criar um sistema de taxação tendo em vista a categoria de ruído de cada aeronave e o número de operações da mesma, que o administrador do aeroporto poderia cobrar, visando financiar investimentos , tanto a sugerida no item anterior, como em melhorias no próprio aeroporto, como por exemplo tipo de pavimentação redutora de ruído, barreira vegetal no setor oeste, instrumentos de monitoramento de ruído a serem instalados no ambiente de operação.

e)- Comunicação com a sociedade:

Criação de um Call-Center, sobejamente divulgado à população local, de forma que o Administrador do aeroporto pudesse manter controle sobre o nível de perturbação de maneira geral do aeroporto e conhecer melhores horas e tipos de perturbação, permitindo uma melhor gestão do problema.

Seria também interessante, realizar uma campanha de demonstração das vantagens da existência do aeroporto na região, com seus efeitos primários e secundários sobre a economia local, de forma a criar um clima positivo por parte dos moradores locais.

f) Providências a serem exigidas dos pilotos:

De acordo com a maioria dos fabricantes são procedimentos para abatimento de ruído a serem adotados pelos pilotos:

f.1) Seguir estritamente os corredores preconizados para helicópteros, utilizando-se da maior altitude permitida;

f.2) Evitar o mais que possível movimentos largos nos pedais, procurando realizar um vôo suave;

f.3) Abandone as áreas habitadas o mais rapidamente possível;

- f.4) Manter a velocidade de maior razão de subida após a decolagem;
- f.5) Para cruzar áreas urbanas mantenha uma velocidade não superior a 135 kt, naqueles cuja VNE é superior a isso, 100 kt naqueles cuja VNE se situa em 130 kt e 80 kt para os helicópteros que possuam VNE no entorno de 100 kt;
- f.6) mantenha no mínimo 1000 ft AGL;
- f.7) Nas aproximações mantenha uma razão de descida de aproximadamente 1000 ft/min;
- f.8) Evite ficar muito tempo no pairado próximo ao solo;
- f.9) Procure ficar sempre a sotavento com relação a área sensível a ruído;
- f.10) Evite “blade slap”, administrando velocidade e razão de descida;

A título de exemplo os níveis de ruído propugnados pelo Capítulo 8 e Apêndice 4 do Anexo 16 da OACI (Organização de Aviação Civil Internacional) é:

FASE DO VÔO	Nível de Ruído Max dB
Decolagem	96.3
Aproximação	97.3
Sobrevôo	95.3

Conclusão:

Conhecidos o incremento na produção de petróleo e gás *off-shore* de uma determinada região é possível estabelecer a necessidade de transporte aéreo necessário de apoio a esta operação. Determinado o volume de tráfego , utilizando-se de instrumento de modelagem computacional se pode conhecer com razoável precisão as implicações de ruído decorrentes desta operação.

No nosso caso, demonstramos a existência de um crescimento de produção de petróleo e conseqüente de transporte aéreo, as implicações sobre um aeroporto urbano, cercado por edificações, que não param de ser construídas, dimensionamos o problema e mais importante, propusemos soluções , na maioria dos casos de baixo custo, que dependem apenas de vontade política das autoridades para serem implementadas.

Nossa conclusão é que o problema é consistente, merece atenção das autoridades não só no Aeroporto objeto de nossa pesquisa, mas em todos que tenham perfil similar, atualizando os seus dados técnicos, como curvas isofônicas, com uma periodicidade razoável e tomando providências como as aqui sugeridas, para que possamos contar com céus mais silenciosos , com desenvolvimento de nossas indústrias de petróleo e de aviação, respeitando a qualidade de vida do cidadão.

Após este estudo ,restaria à execução pelos métodos aqui descritos, de simulações com as aplicações das medidas mitigadoras sugeridas, visando verificar o impacto na redução do fenômeno e qual seria a mínima combinação delas que resolveria o problema do aeroporto.

Também seria desejo deste estudo motivar a criação de uma política de redução do ruído não apenas no âmbito da legislação, mas na mentalidade dos cidadãos, usuários de aeroportos, aeroportuários, administradores e autoridades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- 1- www.infraero.gov.br, acesso em 10/07/2007.
- 2- www.petrobras.com.br – A maior reserva de Petróleo do Brasil- acesso 12/07/2007
- 3- www.investsantos.com.br – Bacia de Santos – Progresso no Horizonte – UN-BS
- 4- www.santosoffshore.com.br – Novos Empreendimentos previstos para UN-BS – Plano de negócios de 2007 a 2011. PROMINP – José Luiz Marcusso – Gerente Geral – São Paulo, 23 de março de 2007.
- 5- Livro Acústica Técnica de Ennio Cruz da Costa – Editora Edgard Blücher Ltda, 1ª. Edição, 2003.
- 6-Airbus Industries, 1997. Global market forces 1997-2016. Airbus Industries, Blagnac, France.
- 7-DETR, 1997. Decision letter on the proposed second runway at Manchester Airport. PNW/5082/219/23. Government Office for the North West, Manchester.
- 8-Moss, D., Warnaby, G., Sykes, S., Thomas, C.S., 1997. Manchester airport's second runway campaigning: the boundary spanning role of public relations in managing environmental organizational interaction. *Journal of Communication Management* 2(4), 320-334.
- 9-Fidell, S., Silvati, L., Haboly, E., 2002, Social survey of community response to a step change in aircraft noise exposure. *Journal of the Acoustical Society of America* 111(1), 200-209.
- 10-Schultz, T.J., 1978. Synthesis of social surveys on noise annoyance. *Journal of the Acoustics. Society of America* 64, 377-405.
- 11-Hume, K., Gregg, M., Thomas, C., Terranova, D., 2003. Complaints caused by aircraft operations: an assessment of annoyance by noise level and time of day. *Journal of Air Transport Management* 9 (2003) 153-160.

12-US-EPA(1978)Noise: A health problem Office of Noise Abatement&Control United States Environmental Protection agency, Washington,D.C.

13-US-EPA(1976)- US Environmental Protection Agency- Health Effects -pp-17-18

14-CEPTA – Instituto Brasileiro de Estudos Estratégicos e de Política Pública em Transporte Aéreo.

15-Tempest,W.(Ed) (1985) The Noise Handbook Academic Press, London.
US-EPA (1976) Aviation Noise: Let's get on with the job United States Environmental Protection Agency, Washington D.C.

16-Fay, T.H.(1991) Noise and Health New York Academy of medicine, New York.

17-Kryter K.D., 1985. The Effects of Noise on Man. Academic Press, Orlando.

18-Bronzaft, A .L. (2002) 'Noise Pollution: A hazard to Physical and Mental Health' in R.B. Betchtel&A. Churcman(Eds.) Handbook of Environmental Psychology John Wiley & Sons, New York.

19-Berglund,B.,Lindvall,T.& Schwela,D.H.(1999).

20-Passchier-Vermeer,W & Passchier, W.F.(2000) 'Noise exposure and public health' Environmental Health Perspective 108,123-131.

21-Hiramatsu,K,(1999) A report on the aircraft noise as a public health problem in Okinawa Department of Culture and Environmental Affairs, Prefecture Government.

22-Bronzaft, A . L. Ahern, K.D., McGinn R., O'Connor J.& Savino, B. (1998)' Aircraft noise: A potencial Health hazard 'Environment and Behavior 30,101-113.

-Bronzaft, A .L. (1998) 'Hearing Rehabilitation Quaterly29, 6-12

23-FICAN(2000) FICAN position on research into effects of aircraft noise on classroom learning Federal Interagency Committee on Aviation Noise, Washington, D.C.

24-Hygge,S., Evans, G.W. & Bullinger, M (2002) ' A prospective study of some effects of aircraft noise on cognitive performance in schoolchildren' American Psychological Society 13, 469-474.

Zaner,A . (1991) 'Definition and sources of noise' in New York Academy of Medicine.

25-Federal Environmental Agency Berlin – Germany-Heidemarie Wende, Jens Ortscheid - 2003/2004).

26-Baust, W., Ermüdung, Schlaf und Traum, Frankfurt/M ,1971/25/,p. 123 ff.

27- Gezondheidsraad – Health Council of the Netherlands: Committee on Uniform environmental noise exposure metric, “ Assessing noise exposure for public health purposes”, 1997/23E.

28- www.us-caw.org/15 ways-US - Citizens Aviation Watch- Morrow, Lance. “ Airline pollution The Sky Has Its Limits”- Time magazine, 07/maio/2001.

ANEXOS:**ANEXO I -FORUM REGIONAL**

De acordo com o Fórum Regional do Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás (Promimp), através das previsões divulgadas por Vitor Manoel dos Santos Lisboa, secretário executivo do Comitê Setorial de Exploração e Produção da Bacia de Santos da Petrobras e o gerente geral da Unidade de Negócio de Exploração e Produção da Bacia de Santos, José Luiz Marcusso, o Plano Diretor da bacia é o seguinte:

Segundo Marcusso, a Petrobras pretende concretizar parcerias com a sociedade, para apoiar a implantação do Plano Diretor da Bacia de Santos. “Os parceiros serão as indústrias de bens e serviços, de capacitação de mão-de-obra e as universidades”, argumenta o gerente.

De acordo com Lisboa, o Fórum Regional — o da região da Baixada Santista que será o 9º do País — possui três metas principais. “A primeira é atender a demanda regional. Depois, pretendemos incentivar o fornecimento de bens e serviços e, por último, procuraremos inserir as pequenas e micro empresas em toda esta cadeia produtiva”.

Ou seja, o fórum irá dar suporte para o Promimp, que foi concebido em 2003 pelo Ministério das Minas e Energia (MME), para fortalecer a indústria ligada à área de petróleo e gás natural. “O Fórum Regional irá, entre outras funções, identificar as demandas de mão-de-obra especializada ou não, por exemplo”, disse Marcusso.

O fórum também terá como missão a promoção de cursos de capacitação para mão-de-obra. “O nosso objetivo visa sempre que os bens e os serviços sejam fornecidos pela indústria nacional”, observou o gerente geral. “Este inclusive é um dos papéis da Petrobras nesta questão”, ratificou.

O secretário executivo comentou também que o fórum é operacional. “Ele terá sua própria carteira de projetos (propostas preliminares de projetos, conhecidos como PPPs) e no Estado de São Paulo, somente para a Bacia de Santos, haverá ao todo cinco fóruns regionais”.

ANEXO II - PRODUÇÃO

-Área total de 352.000 km²;

-Lâmina d'água (profundidade) de 0 a 3 mil metros (considerada baixa);

-Geograficamente começa em Cabo Frio (RJ) e termina em Florianópolis (SC);

-Conta com 40 mil km² de área sob concessão da Agência Nacional do Petróleo (ANP)

-Conta com 11 empresas parceiras e 14 na exploração do produto, contando com a Petrobras;

-52% da área pertence ao Estado de São Paulo

-35% da área pertence ao Estado do Rio de Janeiro

-7% da área pertence ao Estado de Santa Catarina

-6% da área pertencem ao Estado do Paraná

Conta com Pólo Mexilhão (Caraguatatuba) descoberto em 2003, que terá oito poços ao todo. Terá capacidade de produzir 15 milhões de m³/dia e 20 mil barris de óleo e condensados;

Pólo Merluza (altura de Praia Grande) opera desde 1993 e até 2008 deverá produzir até 2,5 milhões de m³/dia. Até 2011, a produção será de 10 milhões m³/dia;

Pólo BS-500 (Rio de Janeiro) terá capacidade para produzir 20 milhões m³/dia de gás e de 150 a 200000 barris de óleo e condensados por dia;

Pólo Sul (São Paulo, Paraná e Santa Catarina) conta hoje com duas plataformas (uma flutuante em navio/Coral, no Paraná) e terá 15 plataformas até 2011. Terá novo campo em Santa Catarina em 2008

Pólo Centro (Rio de Janeiro e São Paulo) ficará a 250 quilômetros da costa e terá a plataforma mais profunda – a RJS-617 –, com 7.630 metros, sendo somente 2 mil metros de lâmina d'água (o restante é de sedimentos sólidos/soterramentos).

ANEXO III - UNIDADES

Estabelecendo Unidades

Ao longo deste trabalho as unidades serão expressas no sistema internacional de unidades SI, como a seguir:

Comprimento – metro – m

Massa – quilograma – kg

Tempo –segundo – s

Intensidade de corrente elétrica – ampére – A

Temperatura – graus centígrados – C

Massa específica – kg/ m³

Frequência – ciclos por segundo – Hz

Velocidade – m/s

Pressão – N/m²

Impedância acústica específica – Ns/m³

Potência – Watt – W

Nível de audibilidade – fon

Audibilidade – sone = 40 fon

O **dB** é uma unidade **logarítmica** usada na acústica, por pelo menos dois motivos :

- O ouvido humano tem resposta logarítmica (sensação auditiva versus potência acústica)
- Na acústica, se usam números extremamente grandes ou pequenos. O uso de logaritmos torna estes números pequenos e fáceis de manipular, e transforma **produtos em somas** e **divisões em subtrações**.

O **dB** é um número **relativo** e permite representar relações entre duas grandezas de mesmo tipo, como relações de potências, tensões, correntes ou qualquer outra relação adimensional.

Portanto, permite definir ganhos e atenuações, relação sinal/ruído, dinâmica, etc.

Por definição, uma quantidade **Q** em **dB** é igual a **10 vezes** o **logaritmo decimal** da relação de duas potências, ou seja:

$$Q(\text{dB}) = 10 \log (P1 / P2).$$

ANEXO IV ELEMENTOS DE ACÚSTICA

Alguns conceitos básicos serão essenciais para o desenvolvimento desta dissertação, os quais passamos a descrever:

A fonte para os dados a seguir é o Livro Acústica Técnica [5] e publicações especializadas emitidas por fabricantes de helicópteros.

O som e seus elementos

O som é o resultado das vibrações dos corpos elásticos, quando essas vibrações se verificam em determinados limites de frequências, chamadas vibrações sonoras.

As vibrações sonoras se transmitem ao meio que circunda o corpo sonoro, chamado de fonte sonora, produzindo compressões e distensões sucessivas, que se propagam com velocidade uniforme em todas as direções, caso a propriedade elástica do meio seja igual em todos os seus pontos, chamado de isotopia.

Como todo movimento material, o som apresenta certa energia que, em vista das resistências opostas ao seu deslocamento, destacando-se atrito decorrente da viscosidade, inércia, obstáculos físicos, são restituídos ao meio.

Esta restituição pode ser de duas maneiras. No primeiro caso, a onda sonora encontra um obstáculo (corpo sólido ou mesmo outro meio elástico fluido de densidade diferente) ao qual cede parte da sua quantidade de movimento, de modo que parte de sua energia é transferida ao obstáculo, o qual entra em vibração. No segundo caso, podemos considerar uma transformação da energia cinética da onda sonora devido à viscosidade

do próprio meio em que ela se propaga, em outra forma mais complexa e menos palpável de movimento (movimento molecular) que é o calor.

Na realidade, só parte da energia é transmitida ao meio dá origem a uma vibração sonora, enquanto restante se transforma em calor.

A sensação sonora é ocasionada pela ação mecânica das vibrações elásticas do meio, sobre o órgão auditivo.

Em virtude da natureza da onda sonora, o som só se propaga nos meios elásticos, sendo sua velocidade de propagação uma função das propriedades do meio, sejam seu módulo de elasticidade e a densidade.

Elementos da Onda Sonora

Distinguímos no som a frequência, o timbre e a intensidade:

-A **frequência** se constitui do número de vibrações completas executadas pela onda sonora em um segundo, sendo medida em Hz, ou seja, em um ciclo por segundo, entendendo-se por ciclo a totalidade das variações de pressão que, iniciando no zero, apresenta todos os valores positivos e negativos possíveis crescentes e decrescentes, terminando novamente em zero. Os limites de audição humana, quanto à frequência estão compreendidas para um órgão auditivo médio, entre 16 e 30.000 Hz.

O **timbre** se relaciona diretamente com a composição harmônica da onda sonora, isto é, sua forma, e nos permite identificar a procedência do som, seja emitido por uma pessoa ou por um instrumento musical.

A **intensidade** do som diz respeito à amplitude da onda sonora, que caracteriza a variação de pressão do meio em que se verifica a sua propagação. A intensidade do som é medida por meio da potência sonora, propagada por unidade de superfície, a qual toma o nome de intensidade energética.

O **período** é o inverso da frequência, isto é, o tempo necessário para efetuar uma onda completa de oscilação : $T = 1/f$

O **comprimento da onda** é a relação entre a velocidade de propagação do som c em m/s e a frequência f em ciclos/s: $\lambda = c/f$

Propagação da onda sonora

A propagação da onda sonora, como já descrito, se dá pela vibração elástica dos meios ponderáveis ou corpos de uma maneira geral, sejam aeriformes, líquidos ou sólidos, não se propagando no vácuo.

Considerando-se a propagação num meio compressível, contínuo e isotrópico, podemos, quando suficientemente afastados da fonte, considerá-la plana, o que facilita as considerações teóricas.

Potência Sonora

Devemos distinguir dois movimentos na propagação do som, um que é a vibração das partículas, caracterizado pela amplitude e o outro que é o deslocamento longitudinal caracterizado pela velocidade do som no meio. Na realidade, a potência apresentada pela onda sonora é derivada da energia cinética de vibração das partículas com uma velocidade $c = dX/dt$. Daí a potência sonora é correspondente a força multiplicada pelo

deslocamento na unidade de tempo da vibração sonora e está relacionada com a chamada impedância **acústica que é a resistência ao fluxo da onda sonora.**

Sensação auditiva equivalente

A sensação sonora equivalente é o nível sonoro de um som puro de frequência igual a 1.000 Hz, que produz no ouvido o mesmo efeito do som puro de frequência qualquer em exame. Daí produz-se tabelas de sensações equivalentes, que são as sensações proporcionais as sensações pelo som ao variar a sua frequência. Na realidade, as sensações auditivas verdadeiras são maiores do que as sensações auditivas equivalentes.

Os aparelhos de medida de som, constituídos de circuitos eletrônicos de sensibilidade variável de acordo com a frequência, reproduzem com razoável exatidão o comportamento do ouvido humano, e dividem a avaliação em circuitos de escalas ponderadas A, B, C e D, de acordo com a pressão sonora ou intensidade energética do som. O circuito de escala ponderada A mede a sensação auditiva equivalente, inferiores a 40 fons. Os circuitos de escalas ponderadas B e C se adaptam à medida de sensação auditiva equivalente, correspondentes a sons de 70 fons e 100 fons, respectivamente. Na etapa D, mede ruídos muito elevados como ocorrem em aeroportos.

As normas brasileiras, quando falam em sensação auditiva equivalente, citam o nível de pressão sonora equivalente L_{Aeq} em decibéis ponderados em A (dose de ruído), o qual é obtido a partir do valor médio quadrático da pressão sonora com a ponderação A, referente a todo intervalo de medição.

Helicóptero como fonte de ruído

Tendo em vista que a geração de ruído do helicóptero advém das vibrações por ele geradas, introduziremos alguns conceitos para este fim.

A rigidez de um corpo, propriedade de um material suportar cargas sem que ocorra deformação, que é medida pela relação entre a carga e a deformação unitárias, denominada Módulo de Young, permitirá a introdução de conceitos relativos ao helicóptero. Uma mola simples defletirá sobre uma dada carga, aumentando a deflexão, com a carga. A relação carga-deflexão permanece linear enquanto nenhuma solicitação na mola exceda a solicitação limite proporcional do material.

Se a uma massa na extremidade da mola for permitida mover-se livremente seguindo uma perturbação a partir do repouso, ela vibra na sua frequência natural, executando movimentos periódicos. Um gráfico da posição da massa, de sua velocidade e aceleração apresentaria ondas senoidais versus tempo.

O número de ciclos executados num dado tempo é a frequência da oscilação, e o tempo para um ciclo completo é o período:

$$\text{Frequência(Cps)} = 1 / \text{período (seg)}$$

A frequência natural de um sistema simples depende somente de duas coisas: da massa do corpo e da rigidez da mola. Para uma dada massa, uma mola mais rígida, resulta numa frequência mais elevada. Com uma de rigidez fixa, quanto maior a massa, mais baixa será a frequência. Num sistema rotacional, onde o grau de liberdade é a rotação, a frequência natural é determinada por quatro variáveis, o tamanho da massa, a posição da massa em relação ao centro de rotação, a rigidez das molas e a posição das molas em relação ao centro de rotação.

A frequência natural é aumentada (período menor) se um ou mais dos itens seguintes forem cumpridos; redução da massa; a massa seja movida em direção ao centro de rotação; se forem utilizadas molas mais rígidas; se as molas forem afastadas do centro de rotação.

Em um sistema complexo, tal como um helicóptero, as frequências naturais dependem de duas características básicas: da distribuição da massa e da rigidez do corpo. Além disto há mais de um grau de liberdade, ou seja, uma estrutura pode ser livre como um corpo rígido para transladar e girar em três dimensões. Adicionalmente, um dado componente pode transladar em relação a outros componentes do corpo em vários

sentidos, além de poder também girar. Portanto, o helicóptero como estrutura complexa, possui muitos graus de liberdade nos quais podem ocorrer vibrações. Em geral, as frequências naturais dessas vibrações são todas diferentes. Elas são, entretanto, afetadas pelas variações na distribuição de massa, pela distribuição da rigidez, ou por ambas. O fenômeno da ressonância torna imperativo que todos os tipos de movimentos sejam previstos e controlados. Se um sistema dinâmico tem uma carga cíclica aplicada numa das frequências naturais deste sistema, resultará em vibrações de grande amplitude, podendo danificar componentes por sobrecarga estática ou por fadiga.

Em um helicóptero estão atuando um número considerável de forças cíclicas sobre a estrutura como consequência do maquinário rotativo. As cargas cíclicas de baixa frequência provêm do rotor principal, enquanto as de frequências mais elevadas originam-se dos componentes do motor e rotor de cauda. A classificação costumeira é:

a) Vibrações de Baixa Frequência – de 100 a 400 ciclos por minuto. Podem ser verticais, que aumentam com a velocidade, tendo como causa pás fora de tracking e as laterais, que permanecem constantes em diferentes velocidades, sendo ocasionadas por rotor principal desbalanceado.

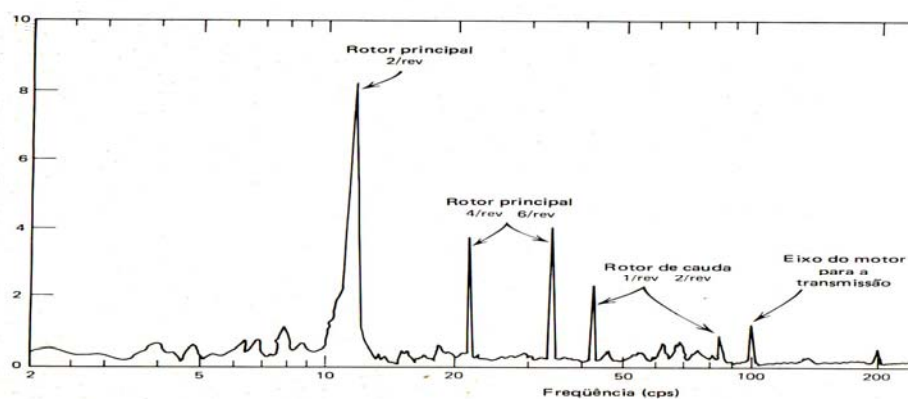
(b) Vibrações de Frequência Intermediária – de 1000 a 2000 ciclos por minuto, aparecendo em velocidades entre 15 e 20 milhas por hora, causada pela transição do voo pairado para o voo com deslocamento e vice-versa.

c) Vibrações de Alta Frequência – acima de 2000 ciclos por minuto, causadas pelo flapping, desbalanceamento de rotor de cauda, desalinhamento ou empeno do eixo, trepidação do motor ou ventilador.

Abaixo apresentamos uma figura que apresenta uma distribuição típica do espectro de frequência de vibração para uma manobra simples do helicóptero, sendo o eixo dos y, correspondentes a vibração lateral em in./seg:

Com objetivo de combater as vibrações, são utilizadas técnicas diversas, em especial amortecedores, e mais modernamente elastômeros compostos, os quais minimizando as vibrações diminuem os ruídos correspondentes além de diminuir a possibilidade de ocorrência de ressonância.

Os movimentos estruturais de um helicóptero típico são caracterizados pela combinação de vários tipos de movimentos distintos. Por exemplo, a flexão estrutural das pás do



rotor durante os movimentos de batimento podem combinar-se com o empenamento torsional. Se a pá empena o bordo de ataque para baixo durante o movimento de batimento negativo sobre o lado da pá que recua, o acréscimo esperado no ângulo de ataque pode ser reduzido ou até mesmo invertido. O problema fundamental é o isolamento da vibração entre o rotor e a fuselagem. Quatro considerações devem ser feitas: (1) Redução das cargas aerodinâmicas oscilatórias, (2) otimização da dinâmica do rotor, (3) otimização da dinâmica da fuselagem e (4) atenuação das forças de excitação, através do isolamento.

ANEXO V - CONTROLE DE RUÍDOS

Com o objetivo de evitar danos a saúde pública, causados pelo excesso de ruídos, característicos das atividades, sobretudo as industriais do mundo moderno, os governos dos países têm estabelecido normas que visam controlar os níveis de ruídos exagerados nos diversos ambientes.

Os critérios adotados são vários, como o estabelecimento de um limite do nível de pressão acústica, considerado como de conforto, ou mesmo aceitável para a finalidade a que se destina, de acordo com o horário e até mesmo com o tempo de duração, a fim de evitar danos a saúde humana:

TABELA XVIII – Relacionamento entre fontes, distâncias e dBa

FONTE	DISTÂNCIA (m)	dBa min	dBa médio	dBa max
Buzina de automóvel	10	76	90-95	108
Compressor	10	75	77-81	85
Martetele Pneumático	10	87	92-97	105
Motor explosão 10 CV	10	76	78-82	85
Motor explosão 500 CV	10	95	100-106	110
Sirene	50	94	98-102	106
Avião monomotor	1000		68-72	
Turbo-ventilador	50		80-85	

A ABNT ,estabelece em sua NBR 10152 os níveis sonoros para conforto e os níveis sonoros aceitáveis para diversos ambientes internos. A norma NBR 10151 corrige as pressões pela análise da frequência de um ruído, para melhor avaliação, daí também surgir o conceito de NC (Noise Criteria), correspondente às curvas de avaliação de ruído em função da frequência, como tabela a seguir:

TABELA XIX – Ambientes, dBa e NC, norma 10151

LOCAIS	dBa	NC
HOSPITAIS		
Apartamentos, enfermarias, cirurgias	35-45	30-40
Laboratórios, áreas de uso público	40-50	35-45
Serviços	45-55	40-50
ESCOLAS		
Bibliotecas, salas de música ,desenho	35-45	30-40
Salas de aula, laboratórios	40-50	35-45
Circulação	45-55	40-50
HOTÉIS		
Apartamentos	35-45	30-40
Restaurantes, sala de estar	40-50	35-45
Portaria, recepção, circulação	45-55	40-50
RESIDÊNCIAS		
Dormitórios	35-45	30-40

Sala de estar	40-50	35-45
AUDITÓRIOS		
Salas de concerto, teatros	30-40	25-30
Salas de conferências, cinemas	35-45	30-35
RESTAURANTES		
Escritórios		
Salas de reunião	30-40	25-35
Salas de Gerência, projetos, administração	35-45	30-40
Salas de computadores	45-65	40-60
Salas de mecanografia	50-60	45-55
IGREJAS E TEMPLOS	40-50	35-45
ESPORTE		
Pavilhões fechados	45-60	40-55

A Portaria Brasileira 3214 estabelece o tempo máximo de exposição, em função do nível de pressão sonora, como a seguir:

TABELA XX – Tempo de exposição – Portaria Brasileira 3214

Nível sonoro dBa	Tempo permitido
85	8h
86	7h
87	6h
88	5h

89	4h 30m
90	4h
91	3h 30m
92	3h
93	2h 30m
94	2h 15m
95	2h
96	1h 45m
98	1h 15m
100	1h
102	45m
104	35m
106	25m
108	20m
110	15m
112	10m
114	8m

Intensidade dos Ruídos mais comuns

O conhecimento da pressão sonora dos sons e ruídos mais comuns é importante para estabelecer um critério de controle dos mesmos, a fim de preservar do desconforto e mesmo dos riscos de danos à audição e eventualmente a diversos aspectos da saúde humana, causados pelo seu valor excessivo.

Para isso as normas brasileiras a respeito do assunto, além de caracterizar a intensidade pela pressão sonora equivalente LAeq em decibéis ponderados em A (dBa), levam em consideração aspectos especiais que veremos a seguir.

-Ruído com caráter impulsivo – quando o mesmo contém impulsos que são picos de energia acústica com duração menor do que 1s e que se repetem em intervalos maiores do que 1s (reverso de turbinas);

-Ruído com componentes tonais – quando o mesmo contém sons puros (zumbido de turbinas);

-Ruídos intermitentes;

No anexo V poderão ser verificadas tabelas explicitadoras de forma numérica dos níveis em dBa, distâncias, tempos de exposição a que se pode ficar submetido a ruídos de acordo com os ambientes, baseados nas normas em vigor.

Avaliação dos Ruídos

Além da observação dos limites mencionados nas normas para uma criteriosa avaliação de ruídos, outros aspectos devem ser levados em conta, quais sejam:

-A presença de ruídos com características impulsivas ou de impacto;

-Existência de componentes tonais;

-Intermitência;

-Os diversos horários do dia;

-O ambiente interno ou externo;

-O zoneamento;

-A presença de ruídos próprios do ambiente (ruídos de fundo);

Cabe ressaltar que a NBR-13369 estabelece cálculo simplificado especial para o nível de ruído equivalente contínuo aeronáutico.

Como traremos de ruído aeroportuário apresentaremos a seguir também uma tabela que estabelece valores para ambientes externos, sendo apresentado em NCA (níveis de critério de avaliação) em dBa, recomendados pela NBR-10151:

TABELA XXI – Tipo de área e exposição em dBa noturno e diurno.

TIPO DE ÁREA	DIURNO	NOTURNO
Sítios e fazendas	40	35
Residencial, hospitais e escolas	50	45
Mista, predominantemente residencial	55	50
Mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Mista com vocação recreacional	65	55
Predominantemente industrial	70	60

19	45	8	2	42	1	2	3	12	4	6	5	0	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
20	63	8	1	35	7	3	5	27	2	12	2	2	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	9	0	30	0	0	2	17	0	7	4	2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	79	2	0	9	0	3	1	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2
23	64	3	0	26	1	3	10	19	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	65	3	1	35	1	3	10	3	2	7	1	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
25	46	10	3	34	2	2	11	8	3	11	6	0	20	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
26	95	9	1	66	4	7	11	16	5	21	1	4	3	0	6	0	0	0	0	0	0	0	1
27	47	18	0	24	7	0	2	20	0	11	5	1	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
28	2	13	1	48	1	3	4	18	5	9	1	2	7	0	6	0	0	0	0	2	0	0	0
29	60	10	1	21	1	0	0	11	2	7	0	1	4	0	2	0	0	0	0	0	2	2	2
30	66	4	0	9	0	5	11	8	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
31	86	6	0	6	0	5	11	7	3	1	2	3	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
	2590	655	59	1818	104	349	449	961	215	554	74	179	163	6	90	2	5	10	71	79	5	8	8
MED	41,8	10,6	1,0	29,3	1,7	5,6	7,2	15,5	3,5	8,9	1,2	2,9	2,6	0,1	1,5	0,0	0,1	0,2	1,1	1,3	0,1	0,1	0,1

ANEXO VII –RESUMO DA PORTARIA NO. 1.141/GM5

Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromos.

Em seu capítulo II, esta portaria enquadra os aeródromos em três classes, segundo o seu tipo de operação, aqueles que operam sobre regras de voo visual (VFR), os de operação sobre regras de voo por instrumentos (IFR) de precisão e não precisão.

As classes ainda se subdividem em códigos de acordo com a tabela a seguir:

CÓDIGO DA PISTA	1	2	3	4
COMPRIMENTO DA PISTA	Menor que 800 m	De 800m até 1200m exclusive	De 1200m até 1800m exclusive	1800m ou maior

Estabelece as seguintes áreas: da pista propriamente dita, áreas de aproximação, áreas de decolagem, e outras áreas laterais e longitudinais a estas, que visam estabelecer uma zona de influência e de segurança da operação das aeronaves. Ressalve-se, qualquer aproveitamento que ultrapasse os gabaritos estabelecidos neste capítulo, deverão ser submetidos à autorização do Comando da Aeronáutica. No caso de Jacarepagua , tendo uma pista de 900 m, o código é 2.

Plano Específico de Zona de Proteção de Aeródromo

Nos capítulos III e IV o plano é organizado levando em conta as características especiais e fundamentado nos procedimentos de tráfego aéreo, nas zonas destinadas a procedimentos executados por helicópteros, aquelas destinadas a instrumentos de auxílio à navegação, nos acidentes naturais e artificiais existentes e no desenvolvimento da região, ou seja, pretende proteger tanto os interesses da operação aérea como os de

outras vocações da vizinhança do aeródromo. Figura esquemática já mostrada no item 9.2 desta dissertação.

Sinalização de Obstáculos:

No capítulo V, alerta o legislador que todos os obstáculos que possam constituir-se em perigo para as aeronaves devem ser sinalizados;

Superfícies Livres de Obstáculos:

O capítulo VI estabelece superfícies que devem estar completamente livres, fazendo a ressalva que nelas só sobressaiam, caso absolutamente necessário, objetos montados sobre suportes frágeis, ou seja, aqueles que são facilmente destruídos com leve impacto da aeronave, não se constituindo em obstrução em caso de colisão acidental.

Implantações de Natureza Perigosa:

No capítulo IX, determina que nas áreas de aproximação e transição, implantações que produzam ou armazenem material explosivo ou inflamável, ou cause perigosos reflexos, irradiações, fumo ou emanções, a exemplo de usinas siderúrgicas e similares, refinarias de combustíveis, indústrias químicas, depósitos ou fábricas de gases, combustíveis ou explosivos, áreas cobertas de material refletivo, matadouros, vazadouros de lixo, culturas agrícolas que atraem pássaros, ou qualquer outra que possa proporcionar riscos semelhantes à navegação aérea, sejam permitidos, mesmo que não ultrapassem os gabaritos fixados.

Plano de Zoneamento de Ruído:

No capítulo XII, esta portaria passa a legislar sobre o plano básico e o específico de ruído, levando em conta as classificações já citadas anteriormente, estabelecendo as seguintes restrições ou admissões:

-Na área I são permitidas as seguintes atividades:

- a- Produção e extração de recursos naturais;
- b- Serviços Públicos ou de utilidade pública, como estação de tratamento de água e esgoto, reservatório de água, cemitério ou equivalentes;
- c- Comerciais do tipo depósito e armazenagem, estacionamento e garagem para veículos, feiras livres e equivalentes;
- d- Recreação e lazer ao ar livre;
- e - Transporte do tipo rodovias, ferrovias, terminais de carga e de passageiros ou equivalentes;
- d - Industrial

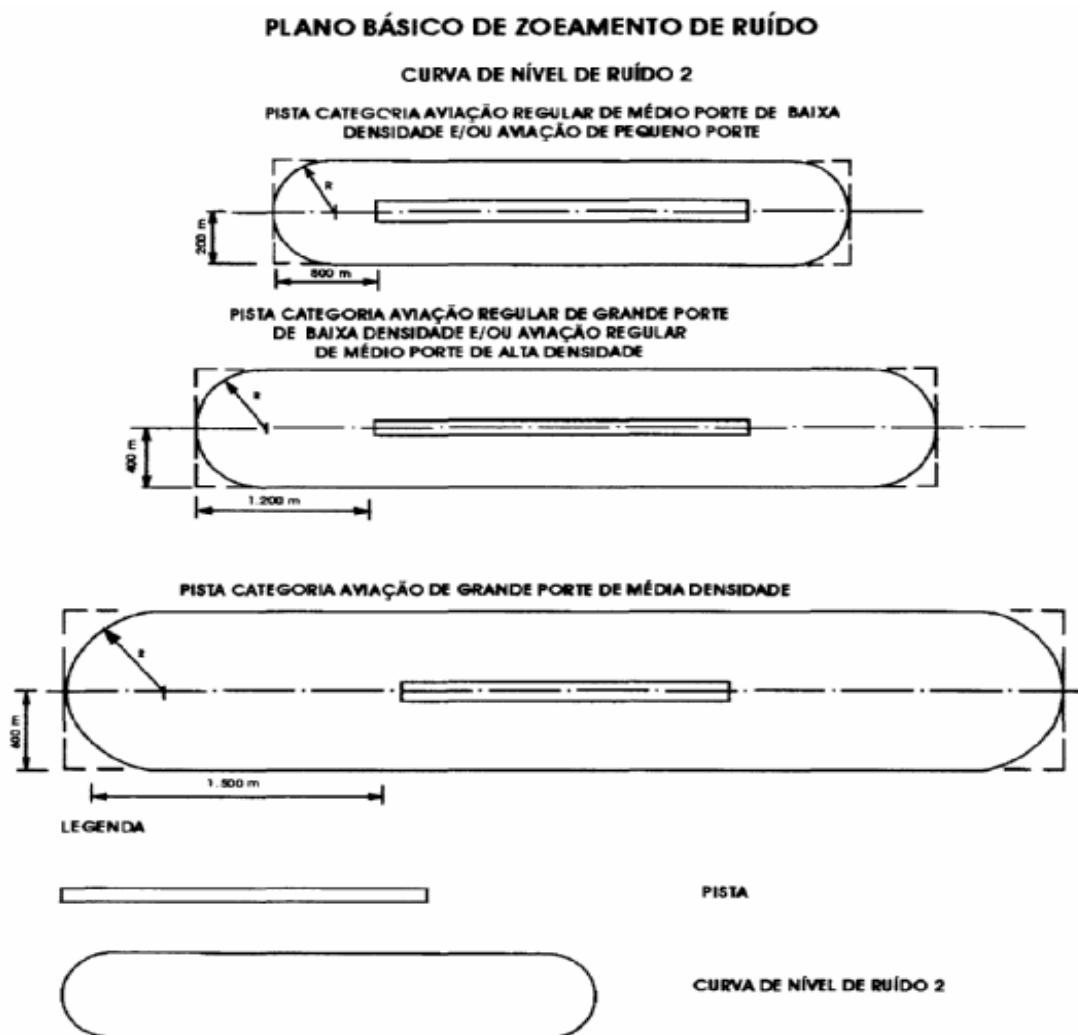
É feita a ressalva naquelas em que houver permanência de público e funcionários, deverão ser obedecidas às normas legais vigentes quanto ao tratamento acústico;

-Na área II não são permitidas as seguintes atividades:

- a- Residencial;
- b- De saúde, como hospitais , consultórios, asilo ou equivalentes;
- c- Educacional;
- d- Serviços de utilização pública, como hotéis, motéis, edificações para atividades religiosas, ou equivalentes;
- e- Cultural, como bibliotecas, auditório, cinemas, teatros e equivalentes

Num parágrafo único aparece a seguinte ressalva, com relação à área II “As atividades acima referidas poderão ser, eventualmente, autorizados pelos órgãos municipais competentes, mediante aprovação da ANAC”.

A seguir apresentamos as curvas de nível de ruído 2 , de acordo com a portaria:



De acordo com a Portaria o Aeroporto de Jacarepaguá se enquadra no primeiro caso, ou seja, a curva cobre uma área delimitada a 500m longitudinalmente e 200 m lateralmente, muito inferior à curva calculada.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)