

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL**

MONOGRAFIA DE FINAL DE CURSO

**AVALIAÇÃO DE IMPACTO ACÚSTICO AMBIENTAL EM
UMA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE CONFINS
ASSOCIADO AO MOVIMENTO DE AERONAVES NO
AEROPORTO INTERNACIONAL TANCREDO NEVES**

José Flávio Gamarano

**Belo Horizonte
2010**

José Flávio Gamarano

**AVALIAÇÃO DE IMPACTO ACÚSTICO AMBIENTAL EM
UMA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE CONFINS
ASSOCIADO AO MOVIMENTO DE AERONAVES NO
AEROPORTO INTERNACIONAL TANCREDO NEVES**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Engenharia Sanitária e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia Sanitária e Tecnologia Ambiental.

Área de concentração: Tecnologia Ambiental

Orientador: Krisdany Vinícius S. M. Cavalcante

“Não temos de nos preocupar em viver longos anos, mas em vivê-los satisfatoriamente; porque viver longo tempo depende do destino, viver satisfatoriamente depende de tua alma. A vida é longa quando é plena; e se faz plena quando a alma recuperou a posse de seu próprio bem e transferiu para si o domínio de si mesma.” (Sêneca, Cartas a Lucílio)

AGRADECIMENTOS

A Deus, o Grande Arquiteto do Universo.

A minha família e especialmente ao meu filho Pedro.

Aos meus pais, pelo amor, dedicação e por minha formação moral.

À empresa Métron Acústica, por ter gentilmente cedido os equipamentos de medição de ruído utilizados nesta pesquisa, fundamentais para a qualidade atingida.

Aos aeroportuários da SBCF que através de seus trabalhos permitem os meus.

Ao Professor Krisdany Vinícius S. M. Cavalcante pela orientação. A disponibilidade dele foi imprescindível para a conclusão deste trabalho de pós-graduação.

A Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, mais especificamente aos Funcionários e Professores do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental que muito contribuíram com suas experiências e conhecimentos.

Aos meus amigos pelo apoio para que eu realizasse esse trabalho.

Aos colegas do curso pelos momentos divertidos e excelente convívio proporcionado.

A INFRAERO por autorizar a utilização de dados da empresa.

Aos moradores da cidade de Confins/MG pela cooperação e respeito apresentado durante os trabalhos de campo.

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados de medições acústico ambientais, provocadas pelo movimento de aeronaves em uma área urbana do município de Confins – MG e que faz divisa com o Aeroporto Internacional Tancredo Neves - “Aeroporto de Confins”. As avaliações foram realizadas dentro da Área III do Plano Específico de Zoneamento de Ruído – PEZR do aeroporto o qual restringe o uso do solo em decorrência das emissões sonoras, oriundas da movimentação das aeronaves para cada um dos aeroportos brasileiros administrados pela INFRAERO. As medições acústicas foram realizadas no período diurno entre 8 e 12 horas registrando os eventos sonoros aeronáuticos que foram gerados por diferentes aeronaves neste período. Para o levantamento dos níveis de pressão sonora foi empregada a metodologia prevista na ABNT NBR 10151:2000 que fixa as condições exigíveis para avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades, independente da existência de reclamações. Também foi considerado o item 5 da ABNT NBR 13368 que prescreve o método para a monitoração de ruído gerado por aeronaves. Assim, quantificou-se o impacto ambiental causado pelo ruído aeronáutico.

São apresentados os resultados e comparados com o prescrito na resolução CONAMA 001/1990, Lei Estadual nº 10.100/1990, ABNT NBR 10151:2000 e ABNT NBR 13368.

Estes resultados indicaram que na área do entorno avaliada, atualmente habitada, ocorre impacto acústico ambiental associado aos procedimentos de pousos e decolagens do Aeroporto Internacional Tancredo Neves.

Palavras-chave: Aeroporto, medições acústicas, ruído aeronáutico, ruído urbano, aviões.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	OBJETIVOS.....	12
2.1	Objetivo geral.....	12
2.2	Objetivos específicos	12
3	REVISÃO DA LITERATURA	13
3.1	DESCRIÇÃO DA INFRAERO.....	13
3.2	CONCEITO DE AEROPORTO.....	15
3.3	HISTÓRICO DO AEROPORTO INTERNACIONAL TANCREDO NEVES	16
3.4	O GERENCIAMENTO DO RUÍDO AEROPORTUÁRIO PELA INFRAERO	17
3.5	TERMINOLOGIA.....	18
3.6	CONSIDERAÇÕES SOBRE A ABNT NBR 10151, ABNT NBR 13368, RESOLUÇÃO CONAMA 001/1990 e LEI ESTADUAL 10100/1990	19
3.6.1	NÍVEL DE RUÍDO AMBIENTE (L_{ra}).....	19
3.6.2	NÍVEL DE CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO (NCA).....	20
3.7	O PLANO DE ZONEAMENTO DE RUIDO (PZR)	21
4	MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1	PONTOS DE AVALIAÇÃO.....	24
4.2	HORÁRIOS DE CHEGADA E PARTIDA DAS AERONAVES.....	26
4.3	INSTRUMENTAÇÃO	27
4.4	PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO ACÚSTICA AMBIENTAL.....	29
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5.1	O RUIDO AERONAUTICO EM CADA PONTO AVALIADO	31
5.1.1	PONTO 01	31
5.1.2	PONTO 02	33
5.1.3	PONTO 03	35
6	CONCLUSÕES.....	36
7	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	37
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
9	- ANEXOS	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas;

AITN – Aeroporto Internacional Tancredo Neves - Confins - Minas Gerais;

ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil;

B&K - BRÜEL & KJAER;

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente;

DAC - Departamento de Aviação Civil;

EIA/RIMA - Estudos de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto ao Meio Ambiente;

HOTRAN - Horários de Transporte da Aviação Comercial Brasileira;

IAC - Instituto de Aviação Civil;

IATA - International Air Transport Association;

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis;

ICAO/OACI - International Civil Aviation Organization/Organização de Aviação Civil Internacional;

INFRAERO - Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária;

IPR - Índice Ponderado de Ruído;

ISO - International Organization for Standardization;

LDN - Day-Night Sound Level;

LEQ - Equivalent Continuous Sound Level - Nível Equivalente de Pressão Sonora Contínua;

OACI - Organização de Aviação Civil Internacional;

OMS - Organização Mundial da Saúde;

PEZR - Plano Específico de Zoneamento de Ruído;

PZR - Plano de Zoneamento de Ruído;

SBCF - Superintendência do Aeroporto Internacional Tancredo Neves;

SEL - Sound Exposure Level - Nível Total de Exposição Sonora;

SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Aeroportos administrados pela INFRAERO no Brasil.....	14
FIGURA 2: Plano específico de zoneamento de ruído do Aeroporto de Confins – 02/05/1984.	22
FIGURA 3: Curvas de zoneamento de ruído de 1984 (preto) e 2002 (vermelho e amarelo). .	23
FIGURA 4: Detalhe das curvas de zoneamento de ruído de 1984 (preto) e 2002 (vermelho e amarelo).....	24
FIGURA 5: Locais de avaliação dos níveis de ruído.....	25
FIGURA 6: Visão detalhada do ponto 01.	25
FIGURA 7: Visão detalhada do ponto 02	26
FIGURA 8: Visão detalhada do ponto 03	26
FIGURA 9: Medidor acústico modelo Brüel&Kjaer 2238E.....	28
FIGURA 10: Exemplo do gráfico para análise de resultados.	31
FIGURA 11: Níveis de pressão sonora no Ponto 01 (P01).....	32
FIGURA 12: Níveis de pressão sonora do ponto 02 (P02).....	34
FIGURA 13: Níveis de ruído monitorados no período diurno no Ponto P03	36

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Movimento Operacional do Aeroporto Internacional Tancredo Neves.....	17
TABELA 2: Complexo Aeroportuário	17
TABELA 3: Boletim de horários de do dia 21/07/2010	27
TABELA 4: Resultados das avaliações dos níveis de pressão sonora para pouso e decolagem no ponto 01.....	32
TABELA 5: Resultados das avaliações dos níveis de pressão sonora para pouso e decolagem no ponto 02.....	34

1 INTRODUÇÃO

O transporte aéreo é um dos setores mais dinâmicos da economia mundial. Ele cumpre importante papel estimulando as relações econômicas e o intercâmbio de pessoas e mercadorias, intra e entre as nações. Ele também responde de forma direta e quase imediata às flutuações conjunturais, tanto políticas como econômicas, do mundo e das economias nacionais.

Cabe ressaltar que embora o aeroporto traga uma série de benefícios para a população residente em sua área de influência, este equipamento também impõe uma série de restrições ao aproveitamento das propriedades localizadas no seu entorno.

Nesse particular, destaca-se a importância da atuação do município no controle da ocupação do solo na região próxima ao aeroporto. (IAC, 2004)

Os aeroportos em qualquer região são considerados como causadores de grandes impactos ambientais. Destes, o ruído é o que determina maiores alterações psicossociais e econômicas para a população que se encontra exposta, a saber: perda auditiva, diminuição na qualidade de vida e no conforto, desvalorização dos imóveis, baixo rendimento escolar, má qualidade do sono, stress e diminuição da libido. (HELENO, 2010)

Com o estabelecimento na década de oitenta da Política Nacional do Meio Ambiente e a constituição do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA foi incorporada à necessidade de avaliação do impacto ambiental gerado por grandes projetos e grandes equipamentos. Esta avaliação é realizada por meio dos Estudos de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (EIA/RIMA). De acordo com a Resolução CONAMA nº 001/1990, o estudo do impacto ambiental tem como diretrizes o diagnóstico ambiental da área a ser afetada, análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos e programa de acompanhamento e monitoramento das medidas corretivas a estes impactos. (CONAMA, 1990)

Segundo TAVARES (2003), a maioria dos aeroportos brasileiros foi implantada em áreas não povoadas e relativamente distantes dos centros geradores de demanda. Entretanto, como todo equipamento urbano, os aeroportos, para sua operação, exigem a instalação de redes de infraestrutura básica, como água, energia elétrica, telefonia e vias de acesso.

As áreas localizadas no entorno dos aeroportos, até então desocupadas, tornam-se polos de elevado potencial de urbanização, predominando, na sua grande maioria, o uso residencial, um dos mais incompatíveis com as atividades aeroportuárias. De acordo com os estudos elaborados pelo Instituto de Aviação Civil – IAC nos Planos Aeroviários e Planos Diretores Aeroportuários, grande parte dos aeroportos brasileiros se encontra totalmente ou parcialmente envolvida pela

malha urbana, sendo que cerca de 41% dos aeroportos estão nessa situação, o que tem acarretado sérios conflitos entre o aeroporto e a comunidade situada em seu entorno. (IAC, 2004)

O desenvolvimento de muitos aeroportos já existentes tem sido limitado em função do seu envolvimento pela malha urbana, seja pela dificuldade em sua acessibilidade, por questões de segurança das operações ou pelas reclamações da comunidade devido ao ruído aeronáutico. A ocupação do solo no entorno pode vir a ocasionar restrições à operação do aeroporto ou até mesmo sua interdição definitiva.

Com o objetivo de impedir ou minimizar esses efeitos foram criados vários instrumentos legais restringindo o uso do solo no entorno dos aeroportos. Um dos principais fatores para a eficácia na aplicação desses instrumentos está relacionado ao processo de fiscalização e autorização de construção pelo poder público.

Todavia em virtude do grande número de aeroportos, da evolução do transporte aéreo e do crescimento urbano no Brasil, o atual processo de fiscalização não dispõe ainda de um processo que permita um acompanhamento do uso do solo no entorno dos aeroportos com maior rapidez e precisão. (TAVARES, 2003)

Para ajudar a resolver este problema o Comando da Aeronáutica criou através da Portaria nº 1.141/GM5 (BRASIL, 1987), dois tipos de planos para o ordenamento do solo no entorno dos aeródromos: O Plano Básico de Zoneamento de Ruído – PBZR, para aeródromos de menor porte; e o Plano Específico de Zoneamento de Ruído – PEZR para aeroportos de grande porte.

Os PZR viabilizam, em longo prazo, a adequação do desenvolvimento no entorno dos aeroportos, nas áreas afetadas pelo ruído aeronáutico, pois algumas atividades como escolas, hospitais e residências, as quais são mais sensíveis ao ruído, não são permitidas ou somente são autorizadas mediante aprovação de projeto acústico.

Neste contexto, este trabalho busca verificar as condições atuais de impacto acústico ambiental, em uma área residencial do município de Confins (MG), vizinha ao aeroporto internacional Tancredo Neves e que se encontra, atualmente, em processo de urbanização.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é realizar a avaliação de impacto acústico ambiental em uma área urbana do município de Confins – MG que faz divisa à área aeroportuária do Aeroporto Internacional Tancredo Neves - “Aeroporto de Confins”.

2.2 Objetivos específicos

Com o intuito de alcançar o objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Identificar a existência ou não de residências nas áreas especificadas pelo plano de zoneamento de ruído do Aeroporto Internacional Tancredo Neves.
- Avaliar os níveis sonoros medidos, comparando-os aos critérios recomendados pelas legislações e normas técnicas vigentes aplicáveis.
- Discutir as legislações e normas técnicas vigentes no Brasil e aplicáveis ao gerenciamento do ruído ambiental em aeroportos.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 DESCRIÇÃO DA INFRAERO

Fundada em 1973, a Infraero é uma empresa pública nacional, sediada em Brasília e presente em todos os estados brasileiros, reunindo uma força de trabalho de aproximadamente vinte e oito mil profissionais, entre empregados concursados e terceirizados.

Vinculada ao Ministério da Defesa, a Infraero administra desde grandes aeroportos brasileiros até alguns tão pequenos que ainda não recebem vôos comerciais regulares e são aeroportos que tem como função representar a soberania nacional em áreas longínquas. Ao todo são 67 aeroportos, 69 Grupamentos de Navegação Aérea, 51 Unidades Técnicas de Aeronavegação e 34 terminais de logística de carga.

Estes aeroportos concentram aproximadamente 97% do movimento do transporte aéreo regular do Brasil. Em número, equivale a dois milhões de pousos e decolagens de aeronaves nacionais e estrangeiras, transportando cerca de cento e treze milhões de passageiros.

Além de passageiros, a Infraero opera aeroportos equipados para funcionar como plataforma de helicópteros e outros cuja vocação está na logística de carga aérea e de manuseio de mercadorias perigosas.

Como empresa pública presente em todo o País, a Infraero tem consciência de que todas as suas ações devem ser guiadas pela responsabilidade social. Sendo assim, implementa e administra ações educativas e culturais voltadas, sobretudo, aos seus funcionários e aos moradores do entorno aeroportuário. A empresa investe em meio-ambiente, com programas que englobam diversas necessidades ambientais.

Missão da Infraero:

"Prover infraestrutura e serviços aeroportuários e de navegação aérea, contribuindo para a integração nacional e o desenvolvimento sustentável do país".

Fonte: www.infraero.gov.br

A FIGURA 1 ilustra a distribuição dos aeroportos administrados pela INFRAERO no território brasileiro.



FIGURA 1: Aeroportos administrados pela INFRAERO no Brasil

3.2 CONCEITO DE AEROPORTO

O Brasil é um país de dimensões continentais, além de apresentar em suas regiões contrastes econômicos e sociais importantes, o que faz com que a integração nacional somente seja possível graças ao transporte aéreo.

Mais de 60% do tráfego aéreo no Brasil é oriundo do Sudeste, o que pode ser comparado aos mais intensos do mundo para o transporte de passageiros e cargas. No entanto, outros fatores podem justificar a importância peculiar da demanda de transporte aéreo em regiões ou que tenham baixa densidade populacional ou de difícil acesso, mas que são ricas em recursos naturais, como é o caso da Amazônia. Não só a produção de madeira, castanha e plantas medicinais, mas também a exploração de petróleo na Amazônia Ocidental e as próprias atividades de proteção ecológica (ações de fiscalização) e pesquisa nesta parte do Brasil, só têm conseguido desenvolvimento com a utilização do transporte aéreo (SILVA, 1991). O aeroporto pode ser descrito como um complexo de grande porte, constituído por diversos elementos tais como as estruturas físicas, os serviços prestados, as atividades comerciais, áreas de apoio, etc., os quais têm a função de prestar serviços de transporte de cargas e passageiros por via aérea. O conceito de aeródromo, segundo SILVA (1991), é mais simples e tem um aspecto comercial limitado, já que seu objetivo é servir de superfície definida no solo ou na água, com um terminal, instalações e equipamentos para serem utilizados, totais ou parcialmente, para embarque ou desembarque e movimento das aeronaves na superfície. Portanto, pode-se concluir que todo aeroporto é um aeródromo, porém, nem todo aeródromo é um aeroporto. As instalações de um aeroporto, de acordo com SILVA (1991), são apresentadas a seguir:

- Área de movimento, composta pelas localizações e configurações dos pátios de estacionamento, dos meios necessários para embarque e desembarque de passageiros e de carga, instalações e serviços de manutenção, entre outros. As instalações e os auxílios de aproximação e pouso utilizam equipamentos e sistemas como torre de controle, meios visuais e eletrônicos de orientação para as aeronaves em aproximação e meios para controle das aeronaves e veículos que se deslocam na superfície.
- Área do lado terrestre, ou lado cidade inclui: terminais de passageiros e de carga, setores de despacho dos passageiros e de distribuição de bagagens; partes não-operacionais das instalações; serviços de recebimento e expedição de carga das companhias aéreas; administração e serviços gerais. Quanto aos serviços de apoio, são necessárias algumas edificações, como por exemplo, para os serviços meteorológicos, de telecomunicações, de salvamento e contra incêndio, depósitos de combustível e todos os serviços de administração e manutenção, apoio ao pessoal em serviço e aos operadores. Os serviços

de infraestrutura básica incluem abastecimento de água, rede de energia elétrica, sistemas de comunicações, tratamento de esgoto, coleta e, tratamento de lixo, área comercial e industrial do aeroporto.

A área industrial compreende as porções do terreno reservadas à instalação de hangares, oficinas e prédios destinados à manutenção, fabricação, recuperação e prestação de serviços aeronáuticos por parte de empresas especializadas, que negociam lotes específicos com a administração de aeroporto.

3.3 HISTÓRICO DO AEROPORTO INTERNACIONAL TANCREDO NEVES

A construção deste complexo aeroportuário (TABELA 2), localizado nos municípios de Confins e Lagoa Santa, nasceu de contingências inadiáveis para o transporte aéreo da região metropolitana de Belo Horizonte/MG. No início da década de 70, com o avanço tecnológico da indústria aeronáutica, colocando nos céus sofisticadas aeronaves de passageiros e cargas, evidenciou-se que a infraestrutura aeroportuária existente não suportaria a demanda nos anos seguintes.

O então Ministério da Aeronáutica, em parceria com o Governo do Estado de Minas Gerais, iniciou estudos para viabilizar a construção de um aeroporto de nível internacional. Assim, em 3 de julho de 1978, foi criada a Comissão Coordenadora do Projeto Aeroportuário de Belo Horizonte - COPAER/BH, que elaborou o projeto e efetuou a construção entre os anos de 1979 a 1983.

O projeto arrojado previu a construção em quatro etapas, sendo a primeira delas concluída e inaugurada em março de 1984, permitindo atender à demanda de até 5 milhões de passageiros por ano atingido em 2008. (TABELA 1)

As primeiras empresas aéreas a operarem no Aeroporto Internacional Tancredo Neves foram a Vasp, Varig e Transbrasil, que operavam na Pampulha. O Lloyd Aéreo Boliviano foi à primeira empresa aérea a operar voo internacional regularmente, seguida da United Airlines, American Airlines e Pluna. Hoje, operam regularmente em Confins as empresas VARIG, TAM, GOL, TAP, WEBJET, COPA AIRLINES, AMERICAN AIRLINES e OCEANAIR.

O Aeroporto Internacional Tancredo Neves concentra em suas instalações sistemas de avançada tecnologia, um terminal de carga aérea totalmente automatizado, pista de pouso com 3000m x 45m dotada de equipamentos para pouso de precisão e todos os demais auxílios às operações aeronáuticas.

O aeroporto está localizado em uma região famosa por seu importante acervo científico-cultural, compreendendo as descobertas paleontológicas e arqueológicas. O mais antigo crânio de ser humano (mulher) das Américas, apelidado "Luzia", com cerca de 11,5 mil anos, foi encontrado

no sítio da Lapa Vermelha, localizado a cerca de 2.700m da cabeceira 16 da pista principal de pouso e decolagem do aeroporto.

TABELA 1: Movimento Operacional do Aeroporto Internacional Tancredo Neves

AERONAVES		CARGA AEREA		PASSAGEIROS	
Ano	Quantidade	Ano	Toneladas	Ano	Quantidade
2002	15.291	2002	15.328.028	2002	432.189
2003	10.586	2003	12.120.104	2003	364.910
2004	10.650	2004	8.822.371	2004	388.580
2005	36.842	2005	14.770.288	2005	2.893.299
2006	45.437	2006	16.173.319	2006	3.727.501
2007	55.491	2007	16.422.992	2007	4.340.129
2008	59.544	2008	19.663.195	2008	5.189.528
2009	70.122	2009	15.364.264	2009	5.617.171

TABELA 2: Complexo Aeroportuário

Sítio Aeroportuário	
Área (ha):	1.501
Pátio das Aeronaves	
Área (m ²):	86.000
Pista	
Dimensões (m):	3.000 x 45
Terminal de Passageiros	
Área (m ²):	53.950
Estacionamento	
Capacidade:	1.300 vagas
Balcões de Check-in	
Número:	42
Estacionamento de Aeronaves	
Nº de Posições:	17 posições que podem ser alteradas.

Fonte: www.infraero.gov.br

3.4 O GERENCIAMENTO DO RUÍDO AEROPORTUÁRIO PELA INFRAERO

Um dos principais impactos ambientais provocados pela atividade aeroportuária é o ruído proveniente dos equipamentos situados no pátio dos aeroportos e das operações das aeronaves.

Buscando reduzir esse impacto, a INFRAERO vem se empenhando em propor alternativas para monitorar, reduzir e controlar os ruídos, fundamentadas em estudos técnico-científicos, realizados em parceria com Instituições de Pesquisa e empresas especializadas em ruído no mercado.

Quatro grandes linhas de atuação devem ser levadas em conta pelos órgãos de aviação no gerenciamento do ruído aeronáutico: a redução do ruído na fonte geradora, a adaptação dos procedimentos de pouso e decolagem para a realidade de cada aeroporto, a restrição da operação de aeronaves em determinados períodos e a fiscalização da ocupação do solo no entorno do sítio aeroportuário (providência que cabe ao poder público municipal).

A fiscalização da utilização do solo no entorno tem como premissa a articulação com as prefeituras locais para garantir o atendimento ao Plano de Zoneamento de Ruído (PZR), que restringe o uso e a ocupação do solo nas proximidades aeroportuárias.

A INFRAERO também está em estágio de implantação de um moderno Sistema de Monitoramento de Ruídos, composto por unidades fixas de monitoramento, instaladas em pontos estratégicos nas áreas circunvizinhas aos Aeroportos Internacionais de Brasília e Guarulhos.

Esse sistema permitirá a identificação de vôos comerciais causadores de impacto sonoro na malha urbana, de forma a subsidiar os órgãos da aviação civil na formulação de novas rotas e/ou procedimentos para minimizar ou controlar os ruídos no entorno aeroportuário.

Atualmente são realizados estudos que municiam a INFRAERO com significativa quantidade de dados sobre o impacto sonoro em seus aeroportos:

- Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica para a substituição dos equipamentos auxiliares de aeronaves no pátio por Utilidades Fixas, com o objetivo de prover energia, água e ar condicionado às aeronaves por meio de equipamentos fixos no pátio;
- Realização de campanhas de ruído em aeroportos críticos;
- Capacitação de funcionários na área de ruídos, para apoio nas operações de identificação, monitoramento e redução do ruído aeronáutico.

3.5 TERMINOLOGIA

Para este trabalho foi adotado o uso das seguintes terminologias:

- Duração do evento: tempo decorrido desde a primeira elevação de nível sonoro acima da média do ambiente, provocada pela passagem da aeronave, até o seu retorno à média.
- Evento: cada procedimento realizado pela aeronave.
- NPS: Nível de pressão sonora, expresso em decibel.
- L_{eq} : nível equivalente de pressão sonora.
- Procedimento: etapas de descida ou subida da aeronave durante pouso ou decolagem.
- Ruído de fundo: ruído provocado por todas as fontes, exceto aquela em estudo. Neste relatório, o Nível de Ruído de Fundo será definido como o Nível de Ruído Ambiente (L_{ra}), conforme definição apresentada pela ABNT NBR 10151:2000

- SEL - Nível de exposição sonora: representa a soma de todos os níveis de pressão sonora dentro do intervalo de interesse. Também pode ser caracterizado como um nível de ruído com duração de 1 (um) segundo que contenha a mesma energia sonora do evento de interesse.
- $L_{AFmáx}$ – nível máximo de pressão sonora ponderado em “A” e em *fast*: maior valor de pressão sonora, ponderado em “A”, no tempo de integração rápida (*fast*), registrado em um determinado local, no intervalo de tempo de interesse.
- L_{ra} – nível de ruído ambiente: nível de pressão sonora equivalente ponderado em "A", medido no local e horário considerado, na ausência do ruído gerado pela fonte sonora em questão. (ABNT NBR 10151:2000)
- L_{ra} – nível de ruído aeronáutico. (ABNT NBR 13368:1995)
- L_{rf} – nível de ruído de fundo. (ABNT NBR 13368:1995)

3.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE A ABNT NBR 10151, ABNT NBR 13368, RESOLUÇÃO CONAMA 001/1990 e LEI ESTADUAL 10100/1990

A Resolução CONAMA nº001 de 1990 não tece qualquer consideração metodológica e de critério de avaliação de impacto acústico ambiental. No entanto, referencia apenas duas normas técnicas brasileiras, a ABNT NBR 10151 e a ABNT NBR 10152. As demais normas técnicas brasileiras que abordam questões relacionadas ao ruído ambiental não são referenciadas por esta resolução.

A Lei Estadual de Minas Gerais 10100 de 1990 apresenta critérios não compatíveis a fontes sonoras desta natureza. Também não tece qualquer consideração específica sobre o tipo de empreendimento, apenas estabelece como critério que os níveis sonoros não poderão ultrapassar a 10dB(A) o nível de ruído de fundo (L_{rf}) ou nível de ruído ambiente (L_{ra}) com limites máximos de 60dB(A) no período noturno e de 70dB(A) no período diurno. Destaca-se ainda que esta lei estabelece como período noturno aquele compreendido entre 22h e as 6h do dia seguinte. No entanto esta lei tolera que os níveis sonoros de um empreendimento possam ser até 10db(A) superiores ao L_{ra} o que a torna muito mais “branda” que os critérios da ABNT NBR 13368.

3.6.1 NÍVEL DE RUÍDO AMBIENTE (L_{ra})

O nível de ruído ambiente (L_{ra}), conforme definição da ABNT NBR 10151:2000, “se refere ao nível de pressão sonora equivalente ponderado em “A”, medido no local e horário considerado, na ausência do ruído gerado pela fonte sonora em questão”. Este termo técnico é comumente denominado de nível de ruído de fundo (L_{rf}).

A sigla (L_{ra}) é também utilizada na norma técnica brasileira NBR 13368 de maio de 1995, porém para representar o nível de ruído aeronáutico. Nesta norma o nível de ruído ambiente (nível de ruído de fundo) está representando pela sigla L_{rf} , conforme descrito no item 3.7 desta norma (NBR 13368:1995): “Ruído de fundo: Ruído provocado por todas as fontes, exceto aquela em estudo”.

Para este trabalho foi adotada a sigla L_{ra} para representar o nível de ruído ambiental (ruído de fundo) de acordo com a norma técnica NBR 10151:2000 já que esta norma tem sua última revisão e edição mais recente em relação a NBR 13368:1995.

Neste trabalho, o nível de ruído aeronáutico será expresso pela sigla L_{RAe} de modo a evitar conflito de entendimento provocado pela desarmonia entre estas duas normas técnicas brasileiras.

3.6.2 NÍVEL DE CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO (NCA)

A definição dos horários utilizados neste trabalho seguiu a recomendação da NBR 10151:2000, que estabelece: “(...) o período noturno não deve começar depois das 22 horas e não deve terminar antes das 07 horas do dia seguinte. Se o dia seguinte for domingo ou feriado o término do período noturno não deve ser antes das 9 horas”.

O nível de critério de avaliação – NCA e os procedimentos de medição para os ambientes externos à área do Aeroporto Internacional Tancredo Neves foram realizados com base nas normas técnicas brasileiras ABNT NBR 10151:2000, que estabelece:

- “O nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos está indicado na Tabela 1”.
- “Se o nível de ruído ambiental L_{ra} for superior ao valor da tabela 1 para a área e o horário em questão, o NCA assume o valor do L_{ra} ”.

“Tabela 1 – Nível critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A):”

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

Fonte: ABNT NBR 10151:2000

A ABNT NBR 13368:1995 recomenda no item 6 a verificação da existência de impacto sonoro gerado pelo ruído aeronáutico em comparação ao nível de ruído ambiente (ruído de fundo).

Por esta norma a verificação é realizada pela subtração aritmética do Nível de Ruído Aeronáutico pelo Nível de Ruído Ambiente ($L_{RAe} - L_{ra}$).

Quando o resultado desta subtração for inferior a 3dB, o impacto sonoro deve ser considerado desprezível. Quando o resultado desta subtração for superior a 3dB, o impacto sonoro deve ser considerado significativo.

A ABNT NBR 13368:1995 ainda estabelece que a avaliação do incômodo gerado pelas operações aeronáuticas deve ser realizada pela comparação do L_{eq} encontrado durante as medições como os valores da Tabela 2 desta norma:

“Tabela 2 – Avaliação do incômodo gerado pelas operações aeronáuticas”:

Reclamações esperadas	Diurno dB(A)	Noturno dB(A)
Sem reações ou queixas esporádicas	$Leq < 65$	$Leq < 55$
Queixas generalizadas – Possíveis ações da comunidade.	$75 > Leq > 65$	$65 > Leq > 55$
Ações comunitárias vigorosas	$Leq > 75$	$Leq > 65$

Fonte: ABNT NBR 13368:1995

3.7 O PLANO DE ZONEAMENTO DE RUÍDO (PZR)

O Plano de Zoneamento de Ruído (PZR) é o documento pelo qual a autoridade aeronáutica estabelece as normas para a ocupação ordenada da área em torno do aeroporto, sujeita aos efeitos do ruído aeronáutico. Este Plano visa compatibilizar o desenvolvimento das diversas atividades urbanas ou rurais ali situadas com os níveis do ruído aeronáutico. É composto pelas curvas de nível de ruído e pelo zoneamento das áreas delimitadas por estas curvas, nas quais são definidas as condições para seu aproveitamento.

Os PZR são documentos elaborados pela Superintendência de Estudos e Pesquisas e Capacitação para a Aviação Civil (SEPC) e aprovados pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), sendo que os critérios para sua elaboração e aplicação encontram-se dispostos na Portaria nº 1141/GM5, de 8 de dezembro de 1984.

Os primeiros PZR datam da década de oitenta, quando foram desenvolvidos pela CECIA/IAC, aprovados pela Portaria nº 629/GM5, de 2 de maio de 1984. (ANAC, 2010)

Comando da Aeronáutica criou, através da Portaria nº 1.141/ GM5 (BRASIL, 1987), dois tipos de planos para o ordenamento do solo no entorno dos aeródromos: O Plano Básico de Zoneamento de Ruído – PBZR, para aeródromos de menor porte, e o Plano Específico de Zoneamento de Ruído – PEZR, para os 67 aeroportos de grande porte administrados pela INFRAERO, com mais de 6.000 movimentos anuais de aeronaves da aviação regular.

A INFRAERO classifica as movimentações aeroportuárias em dois tipos básicos:

1) Aviação Regular: são os vôos comerciais regulares de transporte de passageiros, através das grandes companhias;

2) Aviação Geral: são todos os outros vôos que não sejam classificados como sendo “regulares”.

Neste critério encontramos aviões particulares, táxis aéreos, vôos charter, etc.

A FIGURA 2 ilustra o plano específico de zoneamento de ruído do Aeroporto Internacional Tancredo Neves aprovado pela portaria 629/GM5, de 02 de maio de 1984.

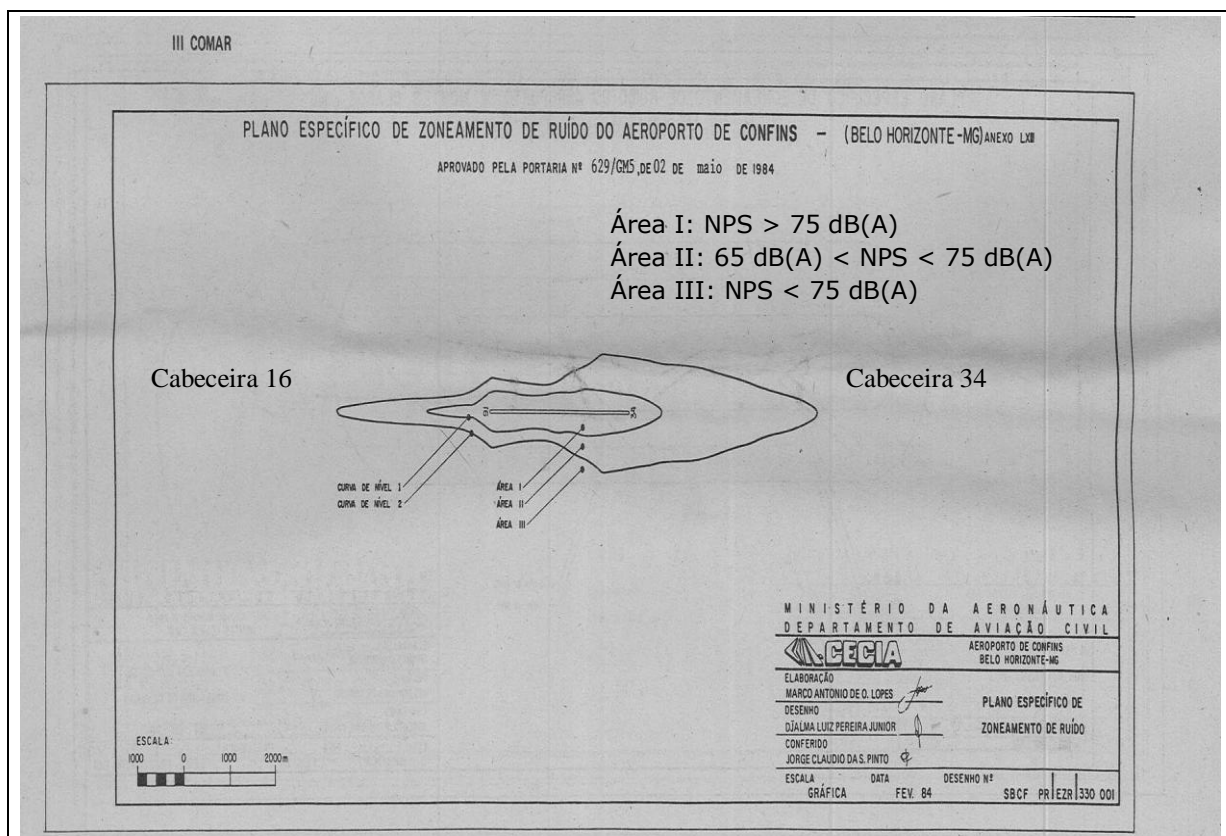


FIGURA 2: Plano específico de zoneamento de ruído do AITN - 02/05/1984.

Fonte: INFRAERO

Este plano é composto por duas curvas denominadas Curvas de Nível de Ruído 1 e 2, que delimitam três áreas de ruído: Área I, Área II e Área III. Uma vez que o incômodo relativo ao ruído aeronáutico está diretamente relacionado à distância da fonte emissora e à intensidade da

emissão, são estabelecidas restrições ao uso do solo nas proximidades dos aeroportos (Áreas I e II), dependendo das atividades desenvolvidas.

Na Área III (área externa a curva 2), normalmente não são registrados níveis de incômodo mais significativo e, portanto, não são estabelecidas restrições ao seu uso.

A Área I (área interna a curva 1), por ser a mais próxima da pista, é aquela onde o ruído aeronáutico é mais intenso, podendo ocasionar sérios problemas de incômodo conforme o tempo de exposição. Nesta área, a maioria das atividades urbanas é proibida.

Na Área II (área entre a curva 1 e a curva 2), os níveis de ruído e o incômodo são menores, o que torna possível o estabelecimento de algumas atividades urbanas. Todavia, estão proibidas atividades ligadas à saúde, educação e cultura. No caso das edificações residenciais, estas poderão ser permitidas em situações especiais, mediante elaboração de tratamento acústico (IAC, 2004).

O *LDN* (Day and Night Sound Level) para a área III é menor que 65 dB(A), para a área II está entre 65 dB(A) e 75 dB(A) e para a área I é maior que 75 dB(A); (Nykiel, 2009).

Em 2002 foi feita revisão das curvas de Nível de Ruído 1 e 2 (FIGURAS 3 e 4) do Aeroporto Internacional Tancredo Neves. Nesta revisão constatou-se que não houve variação nas curvas em relação ao plano elaborado em 1984. (FIGURA 2)

Nas figuras 3 e 4 as linhas na cor preta representam as curvas realizadas em 1984 e as linhas amarelas e vermelhas representam as curvas realizadas em 2002.

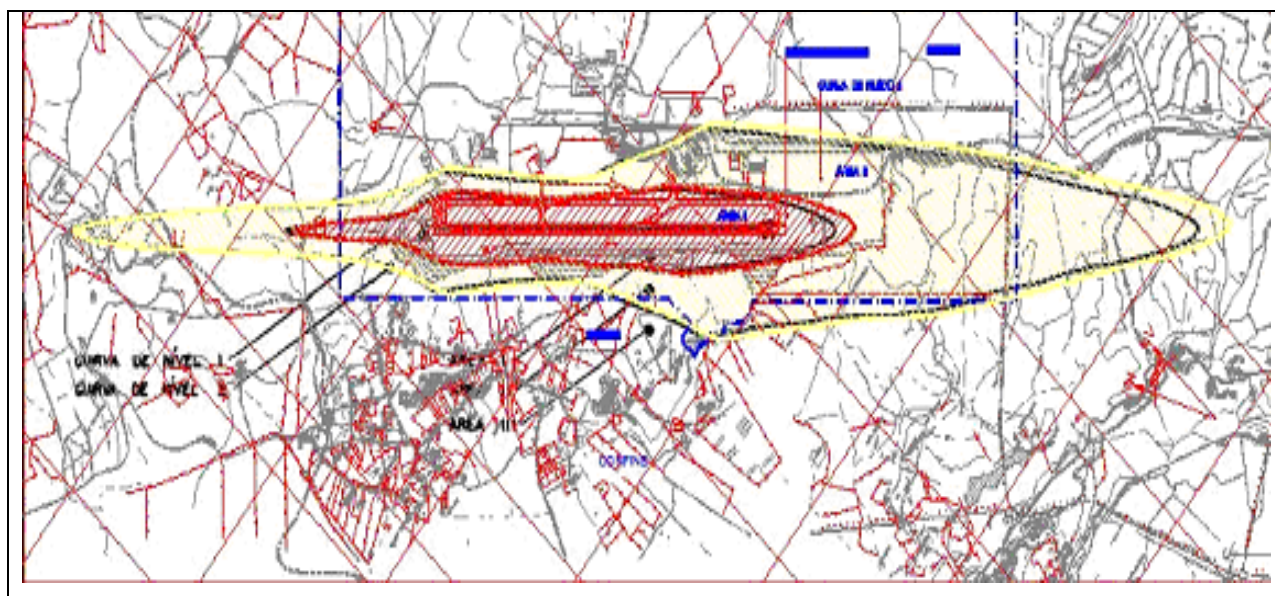


FIGURA 3: Curvas de zoneamento de ruído de 1984 (preto) e 2002 (vermelho e amarelo) do AITN. Fonte: INFRAERO.

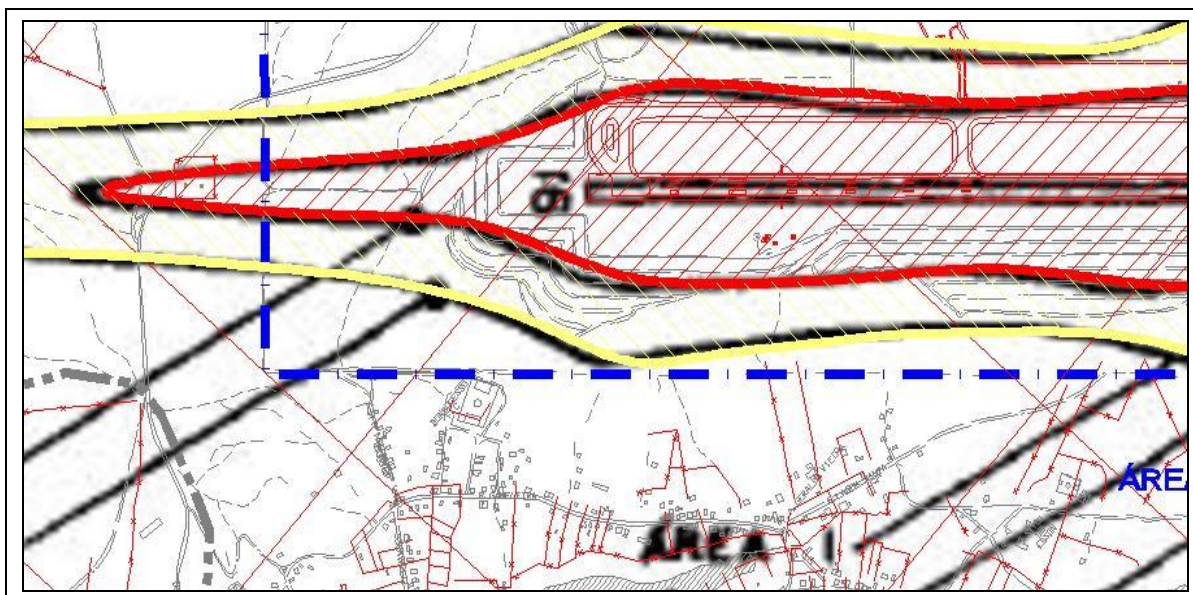


FIGURA 4: Detalhe das curvas de zoneamento de ruído de 1984 (preto) e 2002 (vermelho e amarelo) do AITN. Fonte: INFRAERO.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 PONTOS DE AVALIAÇÃO

Os locais onde foram realizados os ensaios acústicos para determinação dos níveis de pressão sonora estão localizados no entorno do Aeroporto Internacional Tancredo Neves, em uma área residencial próxima a divisa do sítio aeroportuário.

Os Pontos de Monitoramento do Ruído Ambiental foram identificados e numerados conforme a seguir:

PO 01 – Rua Jaime Gonçalves; (FIGURA 5 e FIGURA 6)

PO 02 – Rua Vicente da Costa; (FIGURA 5 e FIGURA 7)

PO 03 – Rua Pedro de Souza. (FIGURA 5 e FIGURA 8)

Estes pontos foram definidos de maneira a permitir a verificação dos níveis de pressão sonora percebido em áreas próximas ao aeroporto, durante os procedimentos de pouso e decolagem de aeronaves.

Destaca-se que estes pontos estão localizados próximos a cabeceira 16 onde predominantemente ocorrem os pousos e decolagens no AITN sendo que na cabeceira oposta (34) não existem residências e atividades urbanas.

As distâncias dos pontos de monitoramento até a cabeceira 16 da pista são:

PO 01 – 900 metros;

PO 02 – 470 metros;

PO 03 – 750 metros.

A localização também levou em consideração a proximidade com áreas residenciais e instalações públicas de uso da população.



FIGURA 5: Locais de avaliação dos níveis de ruído.

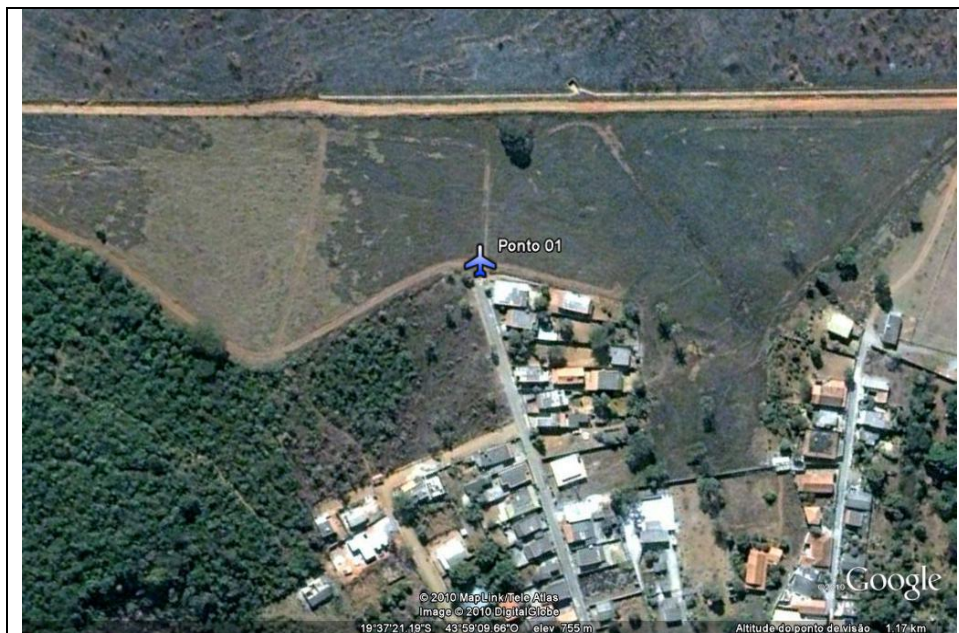


FIGURA 6: Visão detalhada do ponto 01.

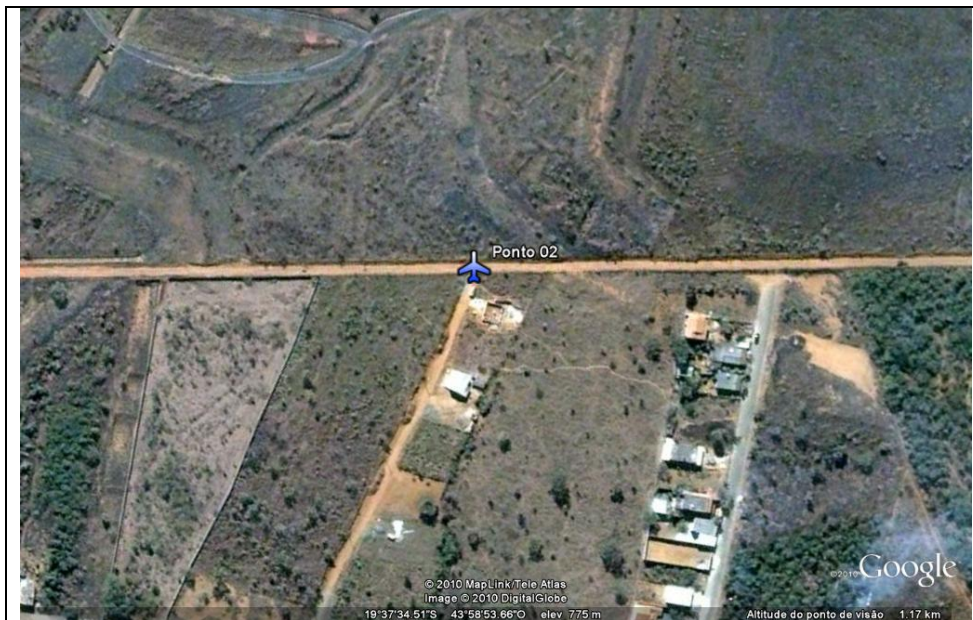


FIGURA 7: Visão detalhada do ponto 02

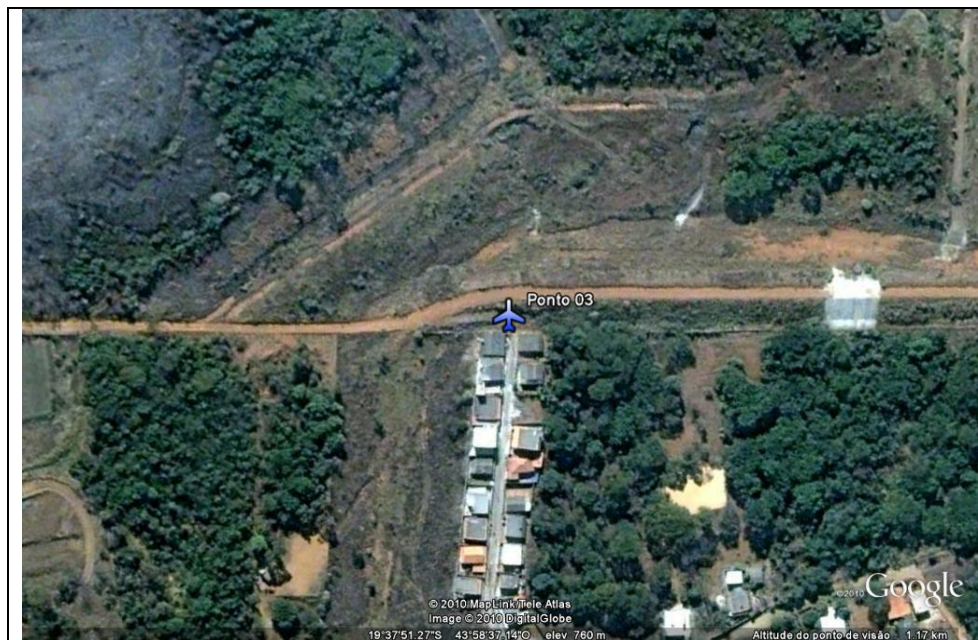


FIGURA 8: Visão detalhada do ponto 03

4.2 HORÁRIOS DE CHEGADA E PARTIDA DAS AERONAVES

A INFRAERO realiza o controle dos pousos e decolagens das aeronaves através dos boletim de horários de vôos conforme exemplificados na TABELA 3. Este instrumento é importante para determinação dos horários que serão realizados os levantamentos ambientais.

TABELA 3: Boletim de horários de chegada e partida do dia 21/07/2010

EMPRESA	VOO	TIPO	CHEGADA	PARTIDA
TAM	3201	A319	07:20	08:00
WEB	6726	B733	07:49	08:20
WEB	6726	B733	07:49	08:20
TIB	5480	E170	07:55	08:55
GLO	1622	B738	08:00	
TAM	3209	A320		08:00
GLO	1731	B738	08:02	
TIB	5430	E170	08:11	08:53
ONE	6130	F100	08:14	
GLO	1263	B737		08:15
TAM	3855	A319	08:15	
TAM	3855	A319	08:15	
AAL	991	B763	08:18	
TIB	5308	E170	08:22	

Fonte: INFRAERO

4.3 INSTRUMENTAÇÃO

Para as medições de níveis sonoros foram utilizados instrumentos de classe 1, conforme recomendação da norma técnica internacional IEC 61672, devidamente calibrados por laboratório da Rede Brasileira de Calibração – RBC. A identificação e as características de cada instrumento são descritas abaixo, bem como dos equipamentos auxiliares:

a) Microfone capacitivo de campo livre

- Certificado: RBC2-6974-467 (CALILAB),
- Próxima Calibração: fevereiro de 2011,
- Modelo: Brüel&Kjaer 4188,
- Número de série: 2120690,
- Conformidade com as normas: IEC 61094-6:2004, IEC 61672 Class 1.

Foi utilizado junto ao microfone, um protetor contra vento (*wind-screen*). O uso deste acessório foi selecionado na programação do aparelho, o qual faz uma correção automática dos dados obtidos, considerando o efeito de absorção sonora produzido por este acessório.

b) Medidor integrador de nível sonoro (FIGURA 9)

- Certificados: RBC1-6974-534 e RBC1-6974-656 (CALILAB),
- Próxima calibração: fevereiro de 2011,
- Modelo: Brüel&Kjaer 2238E,
- Classe: 1,
- Número de série: 2124692,

- Conformidade com as normas: IEC 61672-1:2002 Class 1, IEC 61672-3:2006 Class 1, IEC 60651:1979 Type 1, IEC 60804:1985 Type 1.



FIGURA 9: Medidor acústico modelo Brüel&Kjaer 2238E

c) Analisadores de 1/1 e 1/3 de oitavas

- Certificados: RBC1-6974-443 e RBC1-6974-613 (CALILAB),
- Próxima calibração: fevereiro de 2011,
- Modelo: Brüel&Kjaer 2238E,
- Número de série: 2124692,
- Conformidade com a norma: IEC 61260:1995.

d) Calibrador de nível sonoro

- Certificado: RBC2-6974-604 (CALILAB),
- Próxima calibração: fevereiro de 2011,
- Modelo: Brüel&Kjaer 4231,
- Classe: Class I,
- Número de série: 2272033,
- Conformidade com as normas: IEC 60942:1988, Class I.

e) Termo-higrômetro

- Modelo: Polimed PM-500,

f) GPS

- Modelo: NDRIVE TOUCH SE 3.5.

4.4 PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO ACÚSTICA AMBIENTAL

A coleta de dados foi realizada em dois dias. No primeiro dia foi fotografado o local, reconhecidos os pontos demarcados na

FIGURA 3 e detalhados nas figuras 04, 05 e 06.

No segundo dia foram realizadas as medições de ruído no período da manhã e fotografadas as atividades realizadas em campo.

As fontes de ruído aeronáutico, objetos deste estudo, estão associadas aos procedimentos de pousos e decolagens de aeronaves no Aeroporto Internacional Tancredo Neves na cabeceira 16. Esta condição de operação é predominante neste aeroporto.

A identificação das fontes de ruído aeronáutico, durante os ensaios, foi realizada com base nas seguintes informações:

- Identificação dos horários das operações de pouso e decolagem foram extraídos do boletim de horários de vôos previstos, fornecido antecipadamente aos ensaios pela INFRAERO.
- Identificação dos horários e das operações de aterrissagens e decolagens realizadas com base nas observações visuais da passagem das aeronaves, durante pouso ou decolagem, nas proximidades do local de medição e comparadas ao boletim de operações realizadas.

Foi possível identificar visualmente a passagem das aeronaves nos pontos 01 e 02 (FIGURA 6), porém não era possível reconhecer o tipo de aeronave, pois a análise se baseava nos fluxos de previsões de chegadas e partidas e não no histórico ocorrido do dia. As previsões sofrem inúmeras alterações durante o dia, devido a diversos fatores, como clima e atrasos nos vôos. Posteriormente confrontamos as avaliações com a tabela 03 (boletim de horários de vôos realizados) fornecida pela INFRAERO e executados no dia.

No ponto 03 (FIGURA 6) não foi possível visualizar as aeronaves. Neste ponto a avaliação foi realizada somente através do Boletim de horários de vôos previstos e pela percepção auditiva do ruído aeronáutico durante os procedimentos de pousos e decolagens.

Para o levantamento dos níveis de pressão sonora foi empregada à metodologia prevista na NBR 10151 que fixa as condições exigíveis para avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades, independente da existência de reclamações. Também foi considerado o item 5 da ABNT NBR 13368 que prescreve o método para a monitoração de ruído gerado por aeronaves.

O ruído foi avaliado do lado externo da área pertencente ao sítio aeroportuário, próximo à divisa deste com a área urbana, em pontos afastados aproximadamente 1,2 m do piso e a mais de 3 m dos limites das propriedades particulares e de quaisquer outras superfícies refletoras, como muros e paredes. Para prevenir o efeito de ventos sobre o microfone foi usado um protetor.

Durante o período de avaliação ambiental não houve nebulosidade, precipitações e ocorrências de ventos que pudessem exigir a interrupção dos ensaios acústicos. A temperatura média registrada foi de 22 °C e umidade relativa do ar em 68%, conforme recomendação do item 5.4 da NBR 13368:1995.

As normas técnicas referenciadas neste trabalho recomendam que, durante precipitações, não sejam realizadas medições sonoras, para não ocorrer interferências advindas de trovões, chuvas e outros fenômenos da natureza.

No final da avaliação ambiental os dados obtidos pelo medidor acústico modelo Brüel&Kjaer 2238E (FIGURA 9) foram transferidos para um computador por um cabo de ligação. Após a transferência, os arquivos foram salvos para posterior avaliação.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ruído aeronáutico tem características próprias, pois representa um ruído que começa a se destacar do ruído de fundo e vai aumentando sua intensidade, até atingir o pico máximo, após o qual começa a decrescer na mesma velocidade com que apareceu. (NABINGER, 2005)

Esta consideração foi observada (FIGURAS 10 e 11) nas avaliações realizadas nos pontos 01 e 02. No ponto 03 não foi possível inferir esta afirmação. (FIGURA 12)

Durante os ensaios acústicos em campo, o objeto de investigação foi o ruído gerado pelas aeronaves e percebidos nos locais de medição, durante os procedimentos de pouso e decolagem das aeronaves. Portanto o Nível de Ruído Ambiente (L_{ra}) monitorado em cada um dos locais de medições exclui o ruído aeronáutico. (FIGURAS 10, 11 e 12)

No anexo estão todos os gráficos que ilustram os resultados das medições de nível de pressão sonora realizadas em campo. A partir dos gráficos extraíram-se os resultados que estão apresentados nas tabelas 4, 5 e 6.

A FIGURA 10 ilustra o modelo dos gráficos após tratamento dos resultados, onde as linhas na cor azul representam os níveis de pressão sonora nos instantes de tempo em que foram audíveis e predominantes os ruídos de pouso e decolagem (L_{RAe}). As linhas na cor verde representam os níveis de pressão sonora nos instantes de tempo em que os ruídos aeronáuticos não ocorreram ou não foram audíveis, sendo considerados como níveis de ruído ambiente (L_{ra}).

Constam também nos gráficos os resultados para cada descritor acústico aplicado, bem como a identificação de cada evento aeronáutico identificado.

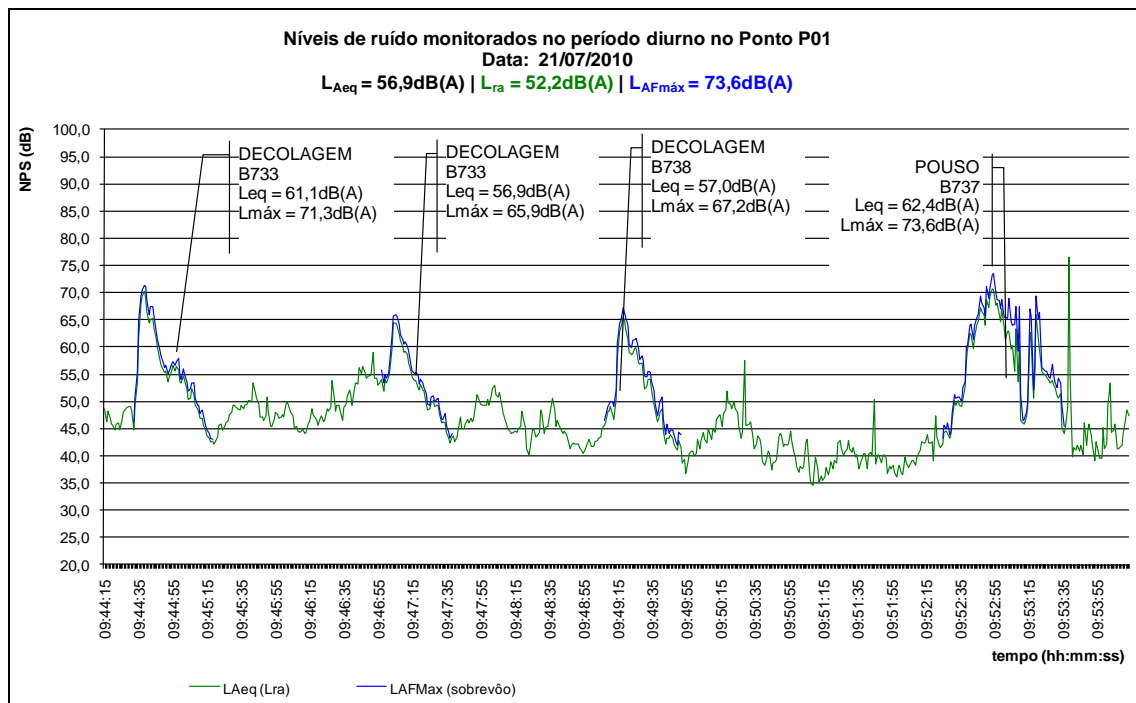


FIGURA 10: Exemplo do gráfico para análise de resultados.

5.1 O RUÍDO AERONÁUTICO EM CADA PONTO AVALIADO

5.1.1 PONTO 01

A FIGURA 11 ilustra a variação dos níveis de pressão sonora durante todo o intervalo de tempo de medição do ponto 01. A identificação de cada evento aeronáutico está identificada nos gráficos anexos.

Neste ponto o ruído ambiente é composto por contribuições sonoras da fauna, como grilos e pássaros e de tráfego de automóveis oriundos de locais próximos e distantes. O nível de ruído ambiente registrado neste ponto durante a avaliação foi de $L_{ra} = 44\text{dB(A)}$.

Os procedimentos de pouso e decolagem foram nitidamente percebidos neste ponto, sendo de fácil identificação nos gráficos de NPS em função do tempo. O nível máximo de pressão sonora associado aos eventos aeronáuticos foi de $L_{RAeMax} = 74\text{dB(A)}$. O nível de ruído aeronáutico equivalente para este ponto foi de $L_{RAe} = 60\text{dB(A)}$.

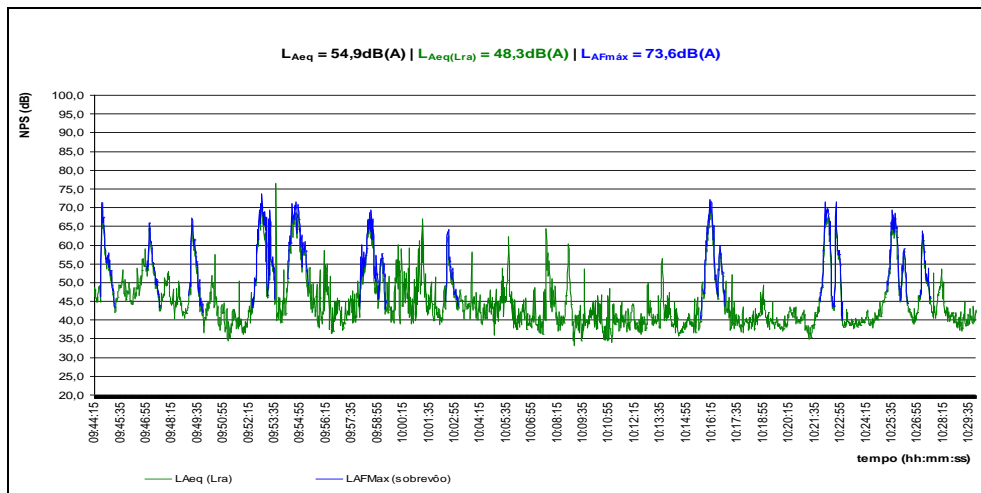


FIGURA 11: Níveis de pressão sonora no Ponto 01 (P01)

A tabela 04 apresenta os níveis de ruído aeronáuticos a cada evento, bem como os níveis sonoros totais. Observa-se que o nível médio equivalente de todo o período de medição foi de $L_{Aeq} = 55B(A)$. Este valor é $11dB(A)$ acima do L_{ra} e $5dB(A)$ inferior ao L_{RAe} . Com isso pode-se afirmar que as operações de pouso e decolagem estão contribuindo efetivamente para a elevação do nível de ruído na área de abrangência do ponto 01.

Quanto à comparação entre os procedimentos de pouso e decolagem, para este ponto de medição não é possível afirmar qual destes dois procedimentos é mais impactante.

TABELA 4: Resultados das avaliações dos níveis de pressão sonora para pouso e decolagem no ponto 01

Ponto 01			
Evento	Procedimento	L_{RAe} dB(A)	L_{RAemax} dB(A)
1	Decolagem	61,1	71,3
2	Decolagem	56,9	65,9
3	Decolagem	57,0	67,2
4	Pouso	62,4	73,6
5	Pouso	63,3	71,6
6	Pouso	58,6	69,3
7	Decolagem	54,6	64,1
8	Pouso	61,1	72,2
9	Pouso	61,5	71,6
10	Pouso	58,8	69,3
11	Pouso	55,4	63,8
Níveis sonoros totais	$L_{RAe} = 60dB(A)$		
	$L_{RAemax} = 74dB(A)$		
	$L_{ra} = 44dB(A)$		
	$L_{Aeq} = 55dB(A)$		

Comparando os resultados obtidos com as curvas de nível de ruído apresentadas no plano de zoneamento específico deste aeroporto constata-se que o resultado de $L_{RAe} = 60\text{dB(A)}$ está compatível à área 3 do Plano Específico de Zoneamento de Ruído – PEZR do Aeroporto Internacional Tancredo Neves, ou seja é menor que 65dB(A) .

Para o NCA recomendado pela ABNT NBR 10151:2000 tem-se para áreas estritamente residenciais o limite de 50dB(A) para o período diurno e de 45dB(A) para o noturno. Assim os resultados obtidos neste ponto estão acima desta recomendação, cabendo destacar que o nível de ruído ambiente neste local é inferior ao NCA.

Para o NCA recomendado pela ABNT NBR 13368:1995, cujo valor de L_{Aeq} foi inferior a 65dB(A) para o período diurno, pode-se esperar, em relação a comunidade, que não haverá “reações ou queixas esporádicas”.

Comparando o Nível de Ruído Aeronáutico com o Nível de Ruído Ambiente ($L_{RAe} - L_{ra}$) tem-se como resultado 16dB(A) . Este resultado é muito superior ao limite de 3dB(A) cabendo afirmar que o impacto sonoro deve ser considerado significativo nesta área.

5.1.2 PONTO 02

A FIGURA 11 ilustra a variação dos níveis de pressão sonora durante todo o intervalo de tempo de medição do ponto 01. A identificação de cada evento aeronáutico está identificada nos gráficos anexos.

A contribuição do ruído ambiente neste ponto é semelhante ao ponto 01. É composto por contribuições sonoras da fauna, como grilos e pássaros e de tráfego de automóveis oriundos de locais próximos e distantes. O nível de ruído ambiente registrado neste ponto durante a avaliação foi de $L_{ra} = 69\text{dB(A)}$.

Os procedimentos de pouso e decolagem foram nitidamente percebidos neste ponto, sendo de fácil identificação nos gráficos de NPS em função do tempo. O nível máximo de pressão sonora associado aos eventos aeronáuticos foi de $L_{RAeMax} = 93\text{dB(A)}$. O nível de ruído aeronáutico equivalente para este ponto foi de $L_{RAe} = 65\text{dB(A)}$.

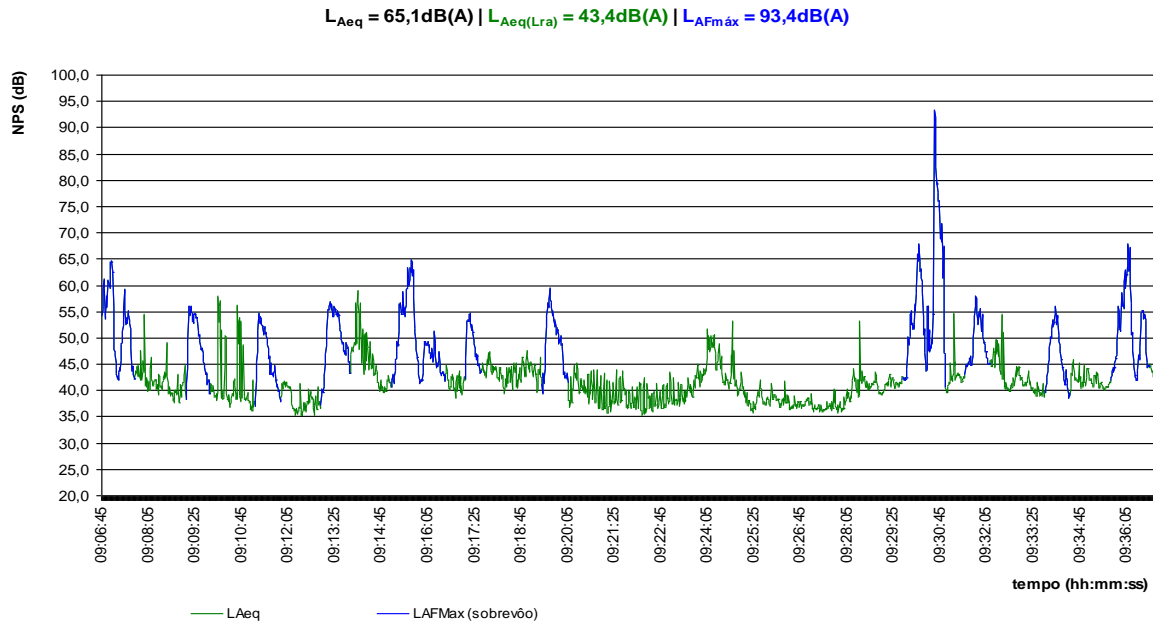


FIGURA 12: Níveis de pressão sonora do ponto 02 (P02)

A tabela 05 apresenta os níveis de ruído aeronáuticos a cada evento, bem como os níveis sonoros totais. Observa-se que o nível médio equivalente de todo o período de medição foi de $L_{Aeq} = 65dB(A)$. Este valor é $21dB(A)$ acima do L_{ra} e $4dB(A)$ inferior ao L_{RAe} . Com isso pode-se afirmar que as operações de pouso e decolagem estão contribuindo efetivamente para a elevação do nível de ruído na área de abrangência do ponto 02.

Quanto à comparação entre os procedimentos de pouso e decolagem, para este ponto de medição não é possível afirmar qual destes dois procedimentos é mais impactante.

TABELA 5: Resultados das avaliações dos níveis de pressão sonora para pouso e decolagem no ponto 02

Ponto 02			
Evento	Procedimento	L_{RAe} dB(A)	L_{RAemax} dB(A)
1	Pouso	57,1	64,6
2	Decolagem	51,5	56,1
3	Decolagem	48,8	54,8
4	Decolagem	52,2	56,9
5	Decolagem	50,3	54,7
6	Decolagem	52,3	59,4
7	Pouso	78,8	93,4
8	Decolagem	51,2	58,0
9	Decolagem	49,4	56,0
10	Pouso	57,3	67,8
Níveis sonoros totais	$L_{RAe} = 69dB(A)$		
	$L_{RAemax} = 93 dB(A)$		
	$L_{ra} = 44dB(A)$		
	$L_{Aeq} = 65dB(A)$		

Comparando os resultados obtidos com as curvas de nível de ruído apresentadas no plano de zoneamento específico deste aeroporto constata-se que o resultado de $L_{RAe} = 69\text{dB(A)}$ não está compatível com a área 3 do Plano Específico de Zoneamento de Ruído – PEZR do Aeroporto Internacional Tancredo Neves, ou seja é maior que 65dB(A) .

Para o NCA recomendado pela ABNT NBR 10151:2000 tem-se para áreas estritamente residenciais o limite de 50dB(A) para o período diurno e de 45dB(A) para o noturno. Assim os resultados obtidos neste ponto estão acima desta recomendação, cabendo destacar que o nível de ruído ambiente neste local é inferior ao NCA.

Para o NCA recomendado pela ABNT NBR 13368:1995, cujo valor de L_{Aeq} foi igual a 65dB(A) para o período diurno, pode-se esperar, em relação a comunidade, que haverá “queixas generalizadas – Possíveis ações da comunidade”.

Comparando o Nível de Ruído Aeronáutico com o Nível de Ruído Ambiente ($L_{RAe} - L_{ra}$) tem-se como resultado 25dB(A) . Este resultado é muito superior ao limite de 3dB(A) cabendo afirmar que o impacto sonoro deve ser considerado significativo nesta área.

5.1.3 PONTO 03

Conforme boletim de horários de vôos (TABELA 3) ocorreram dezessete eventos (pousos e decolagens) durante a avaliação neste ponto e somente sete eventos foram audíveis. Destarte procurou-se analisar os fatores que influenciaram na avaliação deste ponto.

O local encontra-se geograficamente há sessenta e quatro metros sob a pista de pouso e decolagem e quando a aeronave passa por este ponto ela já tocou a pista ou esta próxima a tocar. Observa-se também que devido a terraplenagem houve uma projeção de sombra acústica comprovada pelo fato de não haver contato visual com as instalações do aeroporto em campo livre.

Observa-se na FIGURA 13 que o ruído provocado pelas aeronaves apresenta-se sem alterações em relação ao ruído ambiente. Portanto neste ponto não há impacto acústico.

Contraditoriamente neste ponto ocorreram as maiores reclamações espontâneas dos moradores, principalmente para os vôos realizados de madrugada, o que sinaliza ocorrência de impacto ambiental. Recomendam-se novas avaliações neste local.

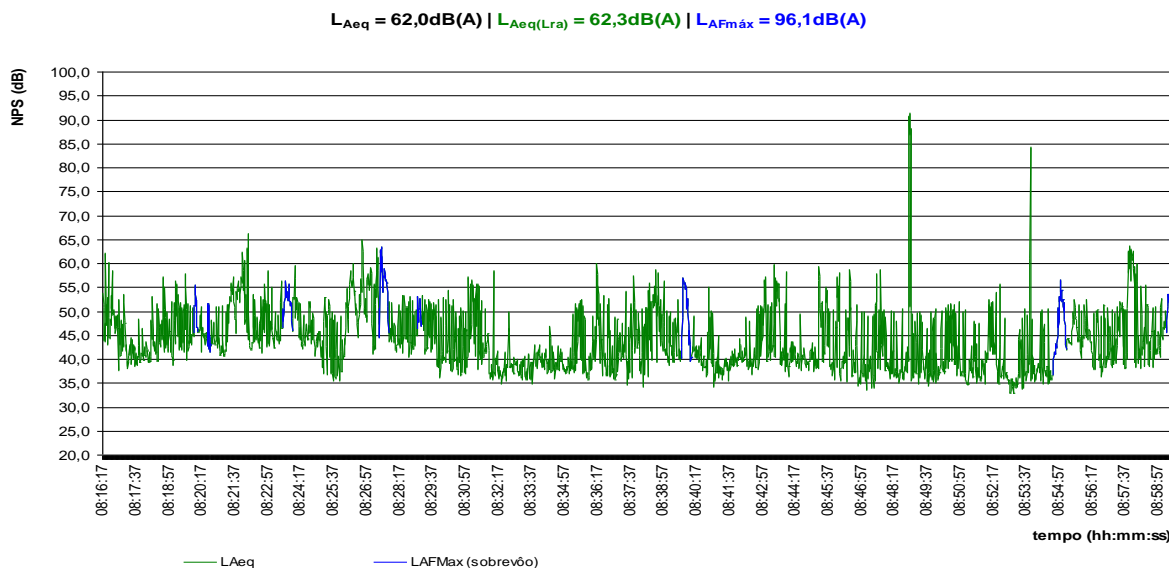


FIGURA 13: Níveis de ruído monitorados no período diurno no Ponto P03

6 CONCLUSÕES

A avaliação dos impactos gerados pelo ruído aeronáutico no entorno dos aeroportos é muito importante, pois esse dano é considerado o principal problema ambiental gerado na operação dos aeroportos e afeta diretamente a qualidade de vida de um grande número de pessoas que residem nas suas proximidades.

Para o NCA recomendado pela ABNT NBR 10151:2000 e pela Resolução CONAMA 01/1990 os níveis de pressão sonora medidos não atendem aos níveis recomendados “Níveis de conforto na comunidade” para os pontos 01 e 02 estando respectivamente 11dB(A) e 21dB(A) acima do requerido para a área estudada (áreas estritamente residenciais).

Para o NCA recomendado pela ABNT NBR 13368:1995 no ponto 01 não são esperados “reações ou queixas esporádicas” e no ponto 02 pode-se esperar, em relação à comunidade, que haverá “queixas generalizadas – Possíveis ações da comunidade”, cabendo afirmar que o impacto sonoro deve ser considerado significativo no ponto 02.

O ponto 03 sinaliza ocorrência de impacto ambiental, porém recomendam-se novas avaliações neste local.

Para as curvas de nível de ruído apresentadas no plano de zoneamento deste aeroporto constata-se que o resultado apresentado no ponto 01 está compatível (menor que 65dB(A)) e no ponto 02 não está compatível (maior que 65dB(A)) com a área 3 do Plano Específico de Zoneamento de Ruído – PEZR do Aeroporto Internacional Tancredo Neves sendo necessários novos estudos para avaliar o ponto 03.

7 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Tendo em vista o embasamento teórico preconizado e com base nos resultados obtidos a partir dos estudos realizados recomendam, para trabalhos futuros, o aprofundamento das pesquisas nos seguintes aspectos:

- Formação de um banco de dados, onde sejam contempladas informações sobre a eficiência das curvas de ruído 1 e 2 (65dB(A) e 75dB(A), respectivamente) quanto à delimitação das habitadas;
- Estudos de avaliação dos danos provocados à população devido à exposição ao ruído aeronáutico;
- Elaboração de estudos, projetos e medidas práticas para a mitigação do impacto do ruído aeronáutico, gerado nas operações de pouso e decolagens;
- Medições “in-situ” para verificação da posição real das curvas de ruído;
- Estudo de padrões e de formas de gestão do uso e da ocupação dos solos no entorno dos aeroportos;
- Classificar todos os aeroportos brasileiros quanto ao impacto sonoro gerado com o objetivo de estabelecer medidas emergenciais e de controle do ruído aeronáutico;
- Efetuar medições acústicas no lado oposto (cabeceira 34) da pista de pouso e decolagem para verificar impactos que poderão ser gerados caso este local venha a ser habitado;
- Implantação de barreiras acústicas para eliminar o ruído aeronáutico dissipado sobre os pontos 01 e 02.
- Restrição da operação de aeronaves em determinados horários;
- Fiscalização da ocupação do solo no entorno do sítio aeroportuário.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANAC. Agencia Nacional de Aviação Civil. Disponível no endereço eletrônico: <http://www.anac.gov.br/sepc/ruído.asp>. Acessado em 15 de junho de 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10151:2000 - Versão Corrigida: 2003. Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento. São Paulo, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 11415:1990 - Ruído aeronáutico. São Paulo, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 7731:1983 - Guia para execução de serviços de medição de ruído aéreo e avaliação dos seus efeitos sobre o homem. São Paulo, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 13368:1995 - Ruído gerado por aeronaves. Monitoração. São Paulo, 1995.

BRASIL. Ministério da Aeronáutica. Lei Nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986. Ementa. Código Brasileiro de Aeronáutica:

_____. Portaria nº 1.141/GM5, de 08 dezembro de 1987. Dispõe sobre Zonas de Proteção e aprova o Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromos, o Plano Básico de Zoneamento de Ruído, o Plano Básico de Zona de Proteção de Helipontos e o Plano de Zona de Proteção de Auxílios à Navegação Aérea e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, v. 125, n. 233, p. 21190-98, 09 Dez. 1987.

_____. Portaria nº 398/GM5, de 04 de junho de 1999. Dispõe sobre a aplicação do Anexo 14 à Convenção de Aviação Civil Internacional no Território Nacional. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, n. 206, p. 11, 07 Jun. 1999.

_____. Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica (RBHA-139). Certificação Operacional de Aeroportos. Rio de Janeiro. Novembro de 2003.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. 1988. Disponível no endereço eletrônico: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acessado em 19 julho de 2010.

CAVALCANTE, Krisdany V. S. M. Avaliação acústica ambiental de habitats de passeriformes expostos a ruídos antrópicos em Minas Gerais de São Paulo. 2009. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG - 2009.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 01, de 23 de janeiro de 1986. Vincula o licenciamento de atividades modificadoras do meio-

ambiente à elaboração de EIA-RIMA a serem submetidos à aprovação do órgão competente. Brasília: IBAMA, 1986.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n° 004 de 09 de outubro de 1995. Estabelece as Áreas de Segurança Aeroportuária - ASAs" - Diário Oficial da União, [S.l], 11 dez. 1995.

CORREIA, Maria Cecília. Gerenciamento de Projetos: Um Guia Básico para Desenvolver um Projeto. Curitiba: [s.n.], 2002.

GERGES, S. N. Y. Ruído: fundamentos e controle. 2 ed. Florianópolis: NR Editora, 2000. 676p.

HELENO, Tarcilene Aparecida. Dissertação. Uma nova metodologia de zoneamento aeroportuário com o objetivo de reduzir o encroachment e os efeitos adversos do ruído. Disponível em: http://fenix3.ufrj.br/60/teses/coppe_m/TarcileneAparecidaHeleno.pdf. Acessado em 24 de junho de 2010.

IAC – Instituto de Aviação Civil. Manual de Implementação de Aeroportos. 2004. Rio de Janeiro, s.d.

INFRAERO. Disponível em <http://www.infraero.gov.br>. Acessado em: Acessado em 23 de junho de 2010.

NABINGER, Luciano. Medições de ruído aeronáutico dentro da Área II do Plano Específico de Zoneamento de Ruído para o Aeroporto Salgado Filho, Porto Alegre / RS. 2005. 183 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

NYKIEL, Thiago. Análise do Impacto do Ruído Aeronáutico em 36 Aeroportos Brasileiros. 2009. 53f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Resumo das orientações das diretivas da OMS, relativas ao ruído no meio ambiente. Disponível em: <http://www.who.int/docstore/peh/noise/bruit.html>. Acessado em 17 de maio de 2010.

SILVA, Jadyr. Aeroportos e Desenvolvimento. 1ª edição. Florianópolis. Editora Villa Rica, 1991. 403p.

TAVARES, Marilda dos Santos (2003). Desenvolvimento de um Sistema para Avaliar o Processo de Ocupação do Uso do Solo no Entorno dos Aeroportos, Dissertação de Mestrado, Publicação: T.DM-019A/2003, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 106 p.

9 - ANEXOS

Ponto 01

Gráfico 01

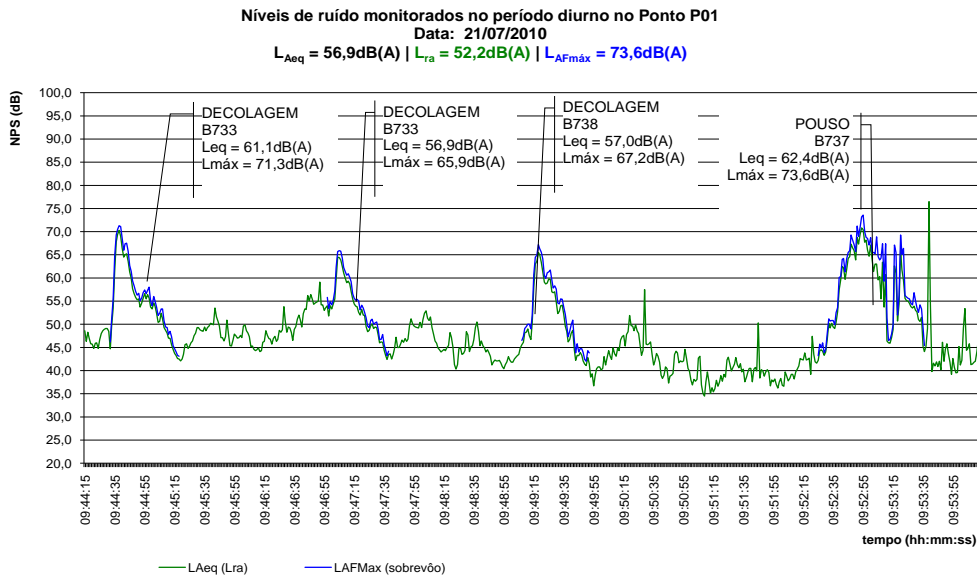


Gráfico 02

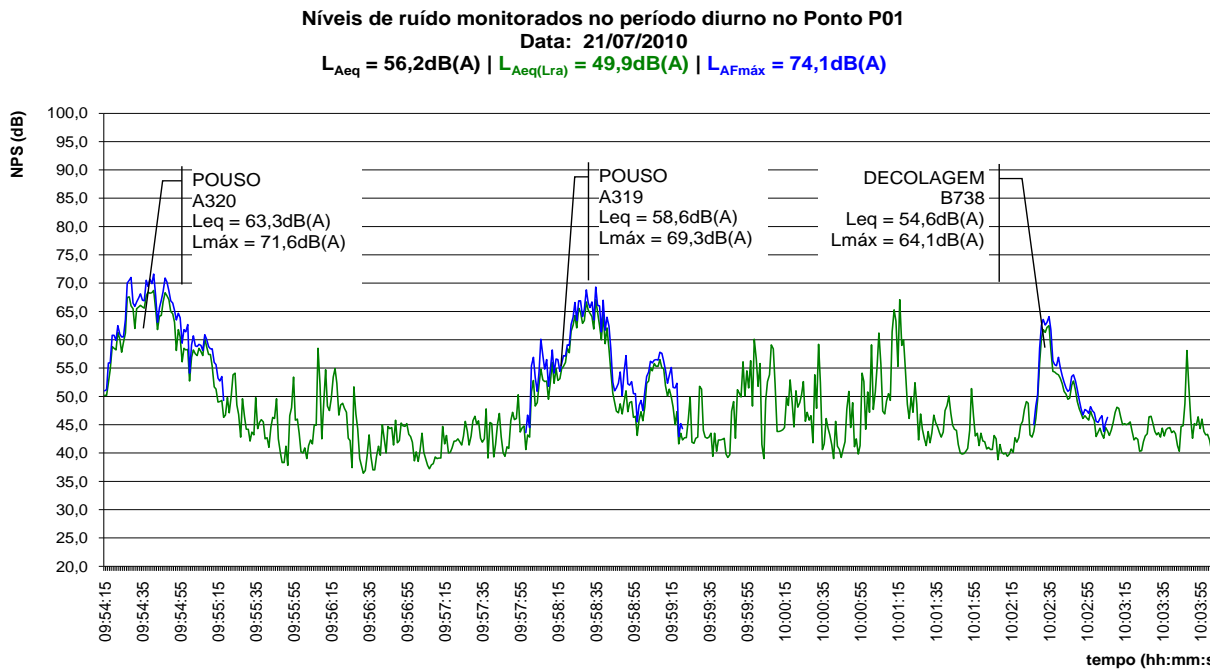


Gráfico 03

Níveis de ruído monitorados no período diurno no Ponto P01
Data: 21/07/2010

$L_{Aeq} = 56,2\text{dB(A)}$ | $L_{Aeq(Lra)} = 49,9\text{dB(A)}$ | $L_{AFm\acute{a}x} = 74,1\text{dB(A)}$

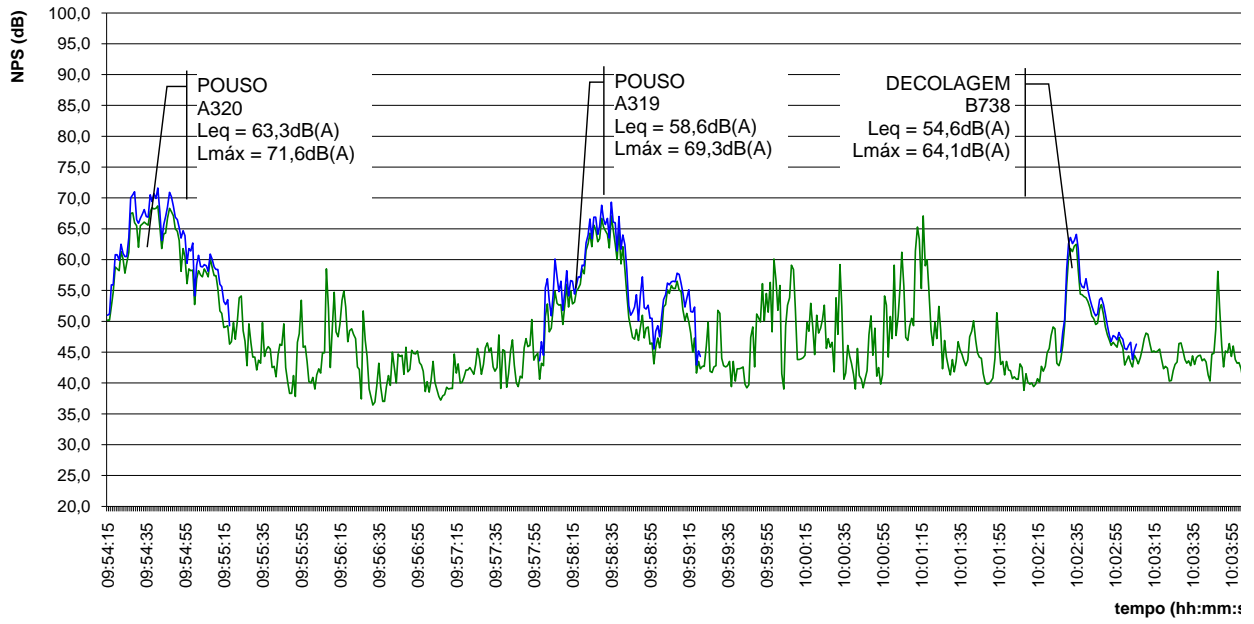


Gráfico 04

Níveis de ruído monitorados no período diurno no Ponto P01
Data: 21/07/2010

$L_{Aeq} = 46,6\text{dB(A)}$ | $L_{Aeq(Lra)} = 46,6\text{dB(A)}$ | $L_{AFm\acute{a}x} = --\text{dB(A)}$

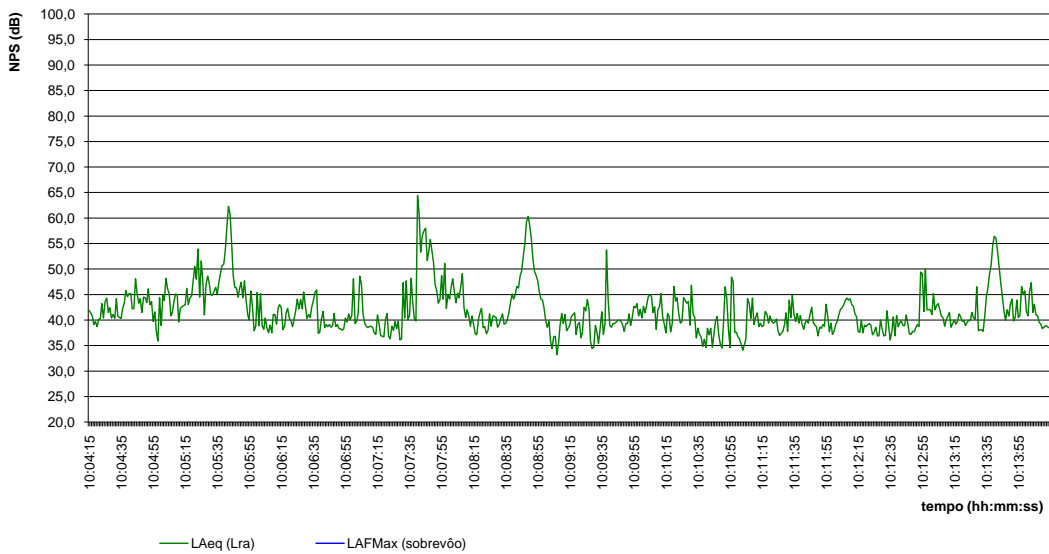


Gráfico 05

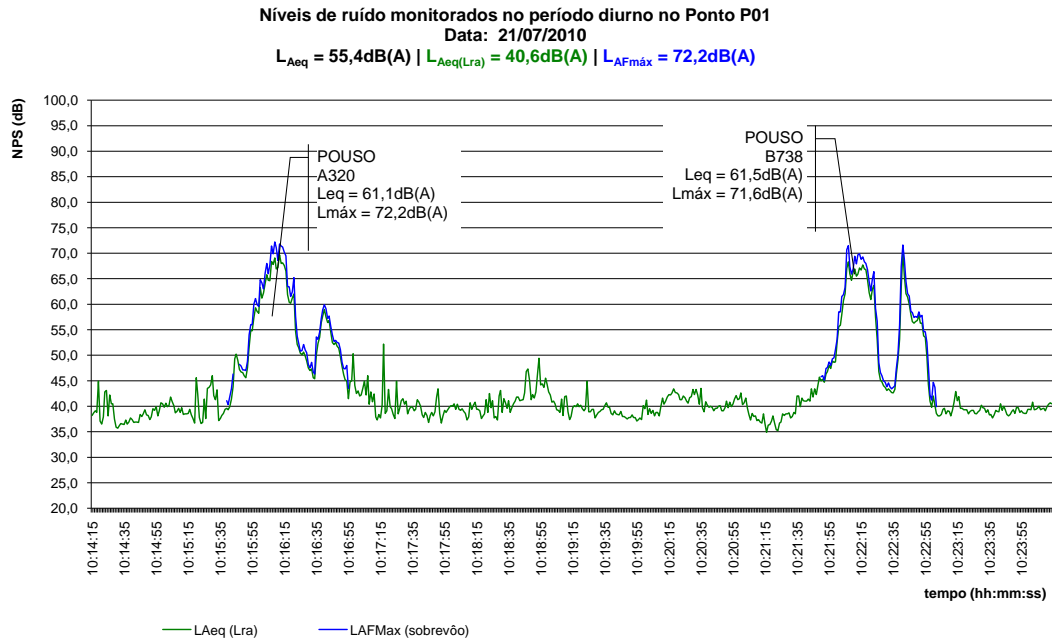
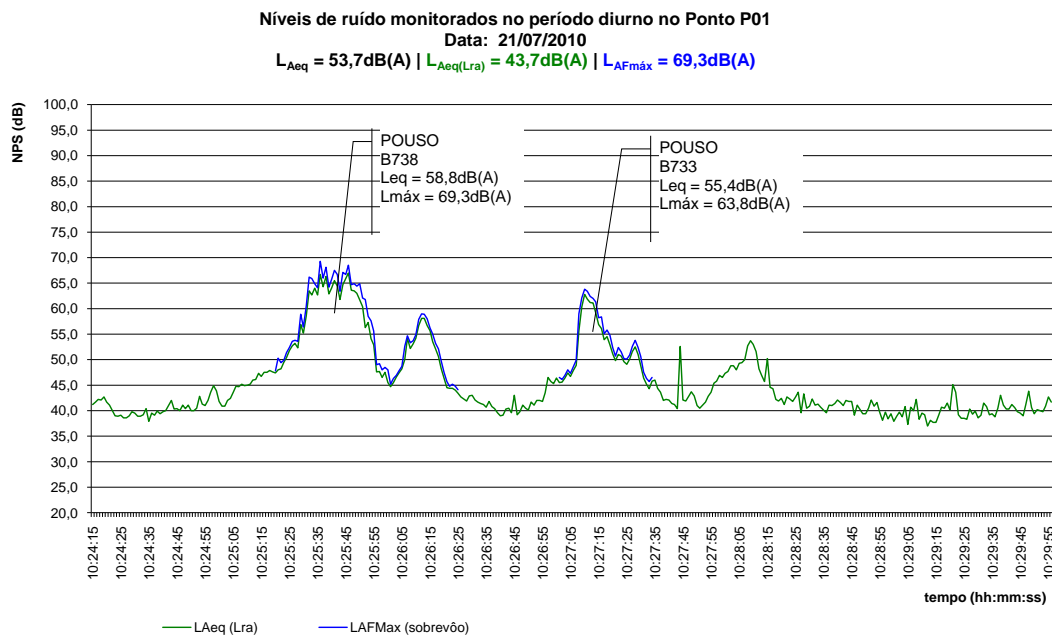


Gráfico 06



Ponto 02

Gráfico 01

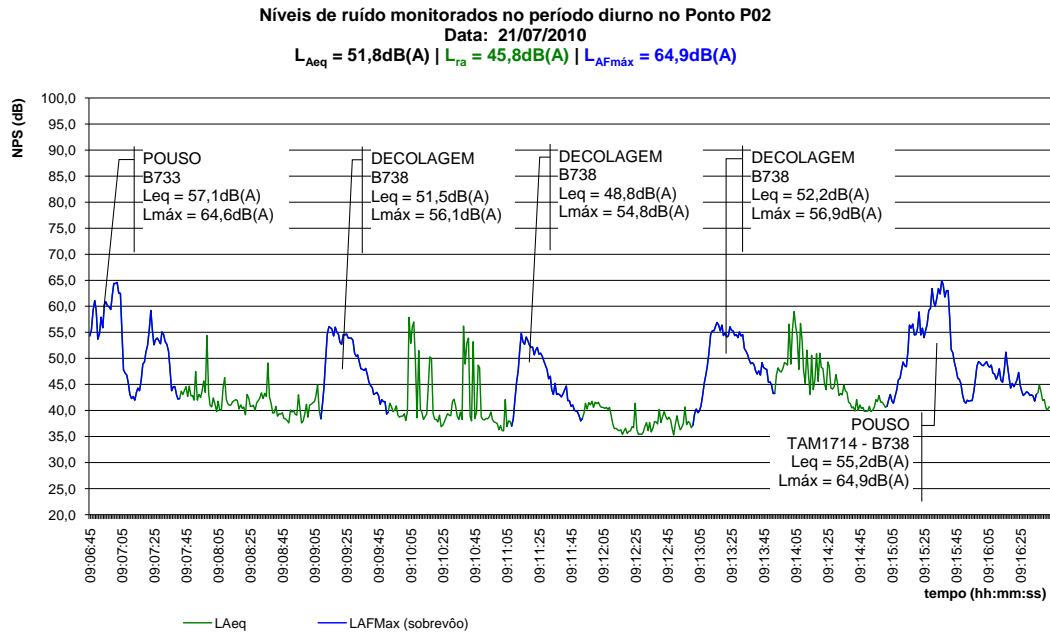


Gráfico 02

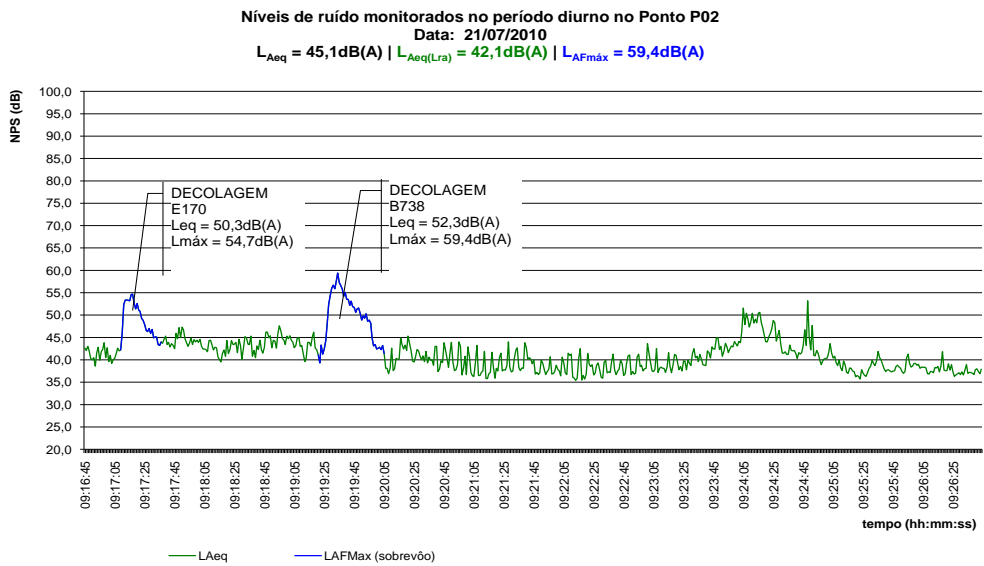


Gráfico 03

Níveis de ruído monitorados no período diurno no Ponto P02

Data: 21/07/2010

 $L_{Aeq} = 69,8\text{dB(A)}$ | $L_{Aeq(Lra)} = 42,2\text{dB(A)}$ | $L_{AFm\acute{a}x} = 93,4\text{dB(A)}$ 