

Controle de Ruído em heliponto





GEOSCAN



3R Projects & Partnership proposal



CÓDIGO BRASILEIRO DE AERONÁUTICA

LEI nº 7.565 de 19 de dezembro de 1986

Art. 44. As restrições de que trata o artigo anterior são as especificadas pela autoridade aeronáutica, mediante aprovação dos seguintes planos, válidos, respectivamente, para cada tipo de auxílio à navegação aérea:

I - Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromos;

II - Plano de Zoneamento de Ruído;

REGULAMENTO BRASILEIRO DA AVIAÇÃO CIVIL RBAC nº 161 de 29 de setembro de 2013

PLANOS DE ZONEAMENTO DE RUÍDO DE AERÓDROMOS – PZR

Critérios Normativos de Níveis de incômodo Nacionais e Internacionais:

CONAMA 01

Segundo NBR 10151/1997 e ISO 1996

Valor em dB(A) pelo qual o nível sonoro corrigido ultrapassa o nível-critério (REF. NBR 10151)	Resposta estimada da comunidade	
	Categoria	Descrição
0	Nenhuma	Não se observa reação
5	Pouca	Queixas esporádicas
10	Média	Queixas generalizadas
15	Enérgicas	Ação comunitária
20	Muito enérgicas	Ação comunitária vigorosa

Métricas para Ruído Aeronáutico:

Usadas na certificação de ruído de aeronaves & Estudo de impacto na vizinhança (EIV).

O DNL (Ldn): média das emissões sonora diurno e noturno. Foi criada durante a década de 70 pela FAA - Federal Aviation Administration) em substituição da métrica NEF – Noise Exposure Forecast (Previsão de exposição ao ruído). É aplicada na maioria dos países Europeus, Estados Unidos e Brasil, sendo creditado a ela grande sucesso na avaliação do ruído aeroportuário em comunidades.

O período noturno em atendimento a NBR 10151 não deve ser considerado depois das 22:00 e não deve terminar antes da 7:00. Se o dia seguinte for domingo ou feriado não deve ser antes das 9:00.

O DNL será um número obtido com a ponderação matemática entre o Leq diurno e o Leq noturno, corrigido o Leq noturno em + 10 dB.

$$DNL = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{24} \left(15 \cdot 10^{\frac{L_{AeqD}}{10}} + 9 \cdot 10^{\frac{L_{AeqN}+10}{10}} \right) \right]$$

Métricas para Ruído Aeronáutico:

Calculadora Ldn e Lden:

Cálculo do Ldn (dia, noite) e do Lden (dia, noite, noite) com base em **medições Leq de 1 hora**.

O **Ldn** - Nível Médio Sonoro Diurno e Noturno é o nível de som equivalente médio ao longo de um período de 24 horas, com uma penalidade adicionada para o ruído durante as horas noturnas das 22:00 às 07:00. Durante o período noturno, 10 dB são adicionados para refletir o impacto do ruído.

As medições de Ldn são úteis para avaliar o impacto que a indústria rodoviária, ferroviária, aérea e geral tem sobre a população local.

A calculadora do iNOISE aceita medições horárias de Leq e calcula o Ldn de acordo com o período normativo local.

É muito semelhante em natureza (e em resultados) ao Ldn, mas com a penalidade adicional para o período da tarde e início da noite.

Métricas para Ruído Aeronáutico:

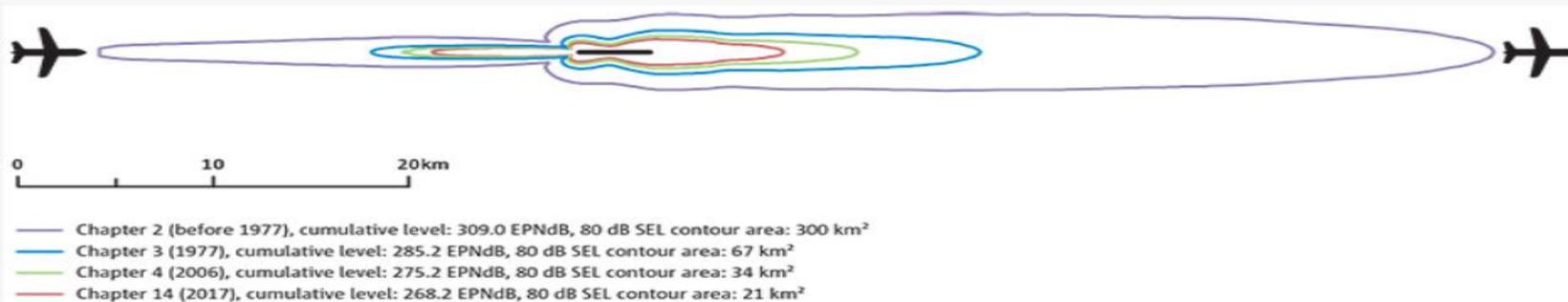
Lden ou CNEL:

O **Lden** (Nível Sonoro Noturno Diurno Vespertino) **ou** **CNEL** (Nível Equivalente ao Ruído da Comunidade) é o nível sonoro médio ao longo de um período de 24 horas, com uma penalidade de 5 dB adicionada para o início da noite ou 19:00 às 22:00, e penalidade de 10 dB para as horas noturnas das 22:00 às 07:00.

É muito semelhante em natureza (e em resultados) ao Ldn, mas com a penalidade adicional para o período da tarde e início da noite.

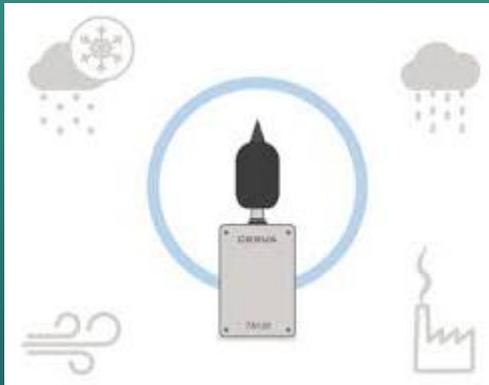
European Aviation Environmental Report

80 dB Sound Exposure Level (SEL) contours for different aircraft that just meet the various ICAO Chapter limits



O Nível de Exposição Sonora (SEL) é numericamente equivalente à energia sonora total da passagem ou operação da fonte de interesse. Por exemplo, um nível de ruído de 90 dBA com duração de 1 segundo teria um SEL de 90 dBA, mas se o evento durasse 2 segundos, o SEL seria de 93 dBA. Em outras palavras, se um segundo evento de 80 dBA ocorresse, teria que durar 10 segundos para registrar um SEL de 90 dBA.

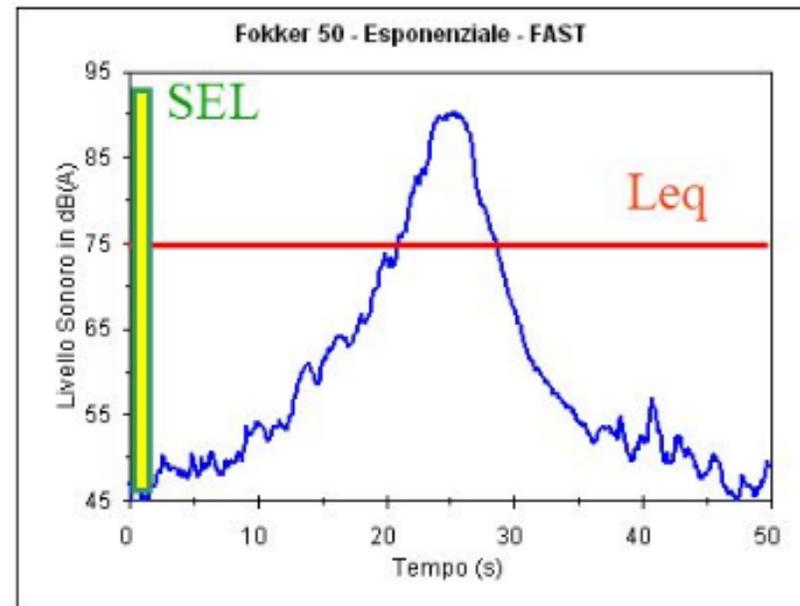
O Tempo (T) para o SEL é definido no instante onde o ruído do evento começa a ser percebido e quando ele não mais se distingue do ruído ambiente.



Definição de SEL (Single Event Level)

O SEL é o nível equivalente calculado para 1 segundo

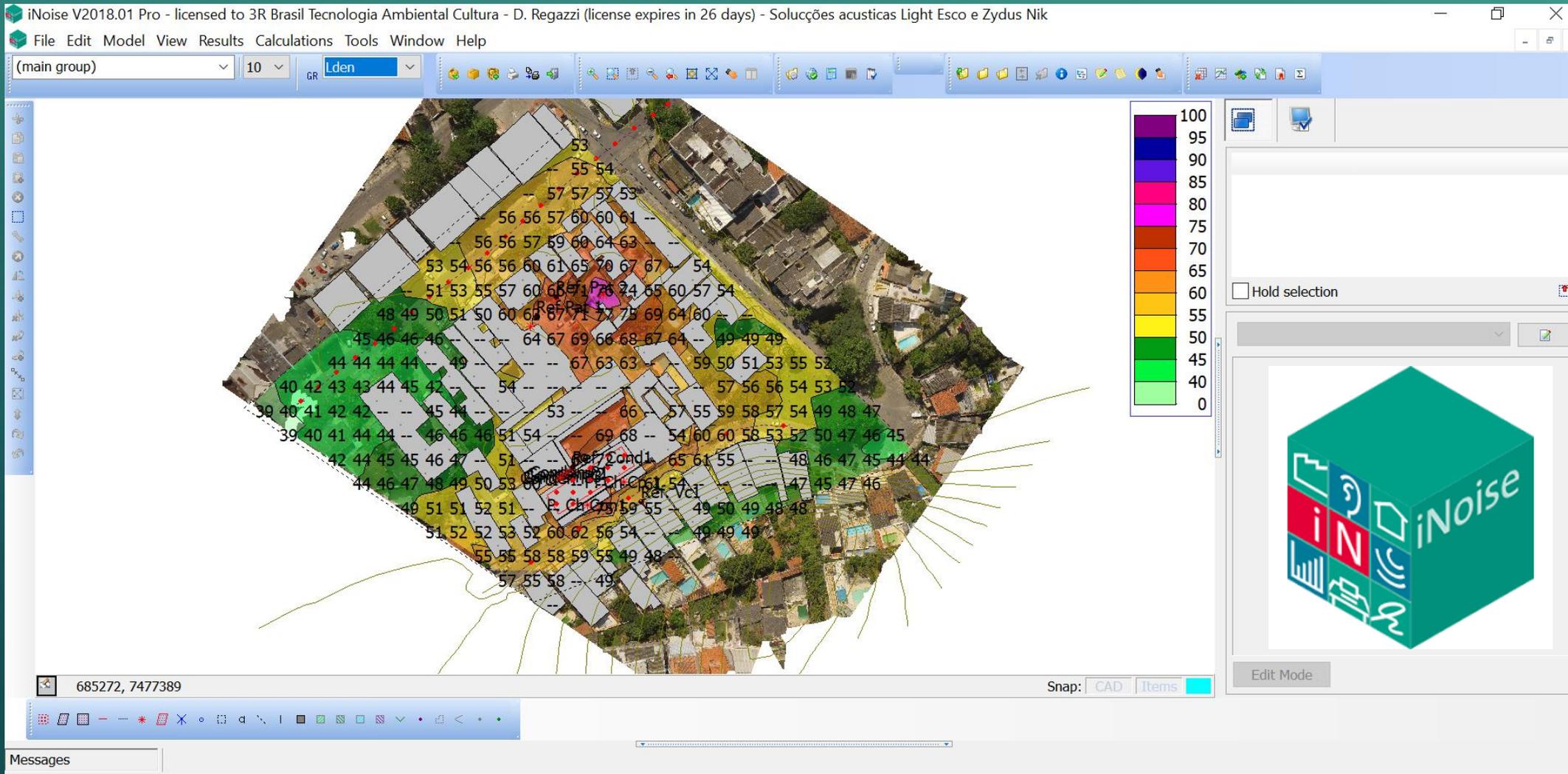
$$SEL = Leq + 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{T}{T_0} \right) \quad T_0 = 1s$$



L_{eq} (equivalent continuous sound level) is defined as the steady sound pressure level which, over a given period of time, has the same total energy as the actual fluctuating noise. Thus, the L_{eq} is in fact the RMS sound level with the measurement duration used as the averaging time.

SEL or Sound Exposure Level is defined as that constant sound level which has the same amount of energy in one second as the original noise event.

Cálculos por simulação em função dos dados de medição e da fonte de interesse:



Cálculo do Leq a partir dos números de eventos:

Vamos conhecer as equações do nível de exposição sonora LE ou SEL e do nível de pressão sonora contínuo equivalente Leq.

Se um número de eventos n_i com um nível de exposição sonora LE_i ou SEL_i ocorrer no período de tempo T , o nível de pressão sonora equivalente contínuo Leq é dado como:

Portanto, é benéfico calcular os valores Leq dos níveis de exposição sonora (LE ou SEL) que descrevem a **energia de uma passagem ou operação de aeronave** levando em conta o número de eventos conforme formula ao lado:

O nível de pressão sonora contínuo equivalente Leq é determinado a partir da pressão sonora dependente do tempo $p(t)$, e T corresponde ao tempo de integração:

O nível de exposição sonora LE ou SEL é determinado a partir da pressão sonora dependente do tempo $p(t)$, conforme mostrado ao lado. T corresponde ao tempo de integração ou evento:



$$Leq = 10 \log \left(\frac{1}{T} \sum_{i=1}^N n_i \cdot 10^{\frac{SEL_i}{10}} \right)$$

$$Leq = 10 \log \left(\frac{1}{T} \int_0^T \frac{p^2(t)}{p_o^2} dt \right)$$

$$SEL = 10 \log \left(\frac{1}{1 \text{ sec}} \int_0^T \frac{p^2(t)}{p_o^2} dt \right)$$

Métricas para Ruído Aeronáutico:

LAE e EPNdB:

O **LAE** é o nível de exposição sonora ponderada em A em um segundo (SEL em dBA). Nível de exposição sonora é o nível de som constante ponderado que tem a mesma quantidade de energia em um segundo que o evento de ruído original médio em dBA no tempo de medição considerado.

O **EPNdB** (Effective Perceived Noise) é uma medida de grau de reclamação humano ao ruído de aeronaves, que possui características espectrais especiais e persistência de sons. É responsável pela resposta humana à forma espectral, intensidade, conteúdo tonal e duração do ruído de uma aeronave. A qualidade de certificação EPNdB de uma fonte não pode ser medida diretamente, ela deve ser calculada de maneira normalizada e tem como base a reclamação humana.

Exemplo: para a composição das penalidades tonais desta métrica o nível instantâneo de pressão sonora em cada uma das 24 bandas de 1/3 de oitava do ruído em função do incremento de tempo de 500 ms durante a medição do ruído da aeronave, destacando que deve-se medir intervalos mínimos de 1/2 de segundos no caso de certificação de aeronaves.

PLANO DE ZONEAMENTO DE RUÍDO DE AERÓDROMO – PZR

Documento elaborado nos termos do rbac 161, que tem como objetivo representar **geograficamente a área de impacto do ruído aeronáutico** decorrente das operações nos aeródromos e, aliado ao ordenamento adequado das atividades situadas nessas áreas, ser o instrumento que possibilita preservar o desenvolvimento dos aeródromos em harmonia com as comunidades localizadas em seu entorno.

Existem dois modelos de plano:

Plano Específico de Zoneamento de Ruído – PEZR:

Plano Básico de Zoneamento de Ruído – PBZR:

Plano Específico de Zoneamento de Ruído – PEZR:

Mapear as curvas de ruído de 85, 80, 75, 70 e 65

Média de movimento de aeronaves dos últimos 3 (três) anos superior a 7.000 (sete mil).

Plano Básico de Zoneamento de Ruído – PBZR:

Mapear as curvas de ruído de 75 e 65

Metodologia de medição:

Nível de ruído médio dia-noite: nível de ruído médio de um período de 24 horas, calculado segundo a metodologia **Day-Night Average Sound Level- DNL**.



PLANO ESPECÍFICO DE ZONEAMENTO DE RUÍDO – PEZR

As cinco curvas de ruído calculadas por meio de programa computacional que utilize metodologia matemática apropriada para a geração de curvas, na métrica DNL.

O operador de aeródromo deve considerar como período noturno, para fins de cálculo das curvas de ruído aeronáutico na métrica DNL, o período compreendido **entre 22h e 07h do horário local.**

PLANO ESPECÍFICO DE ZONEAMENTO DE RUÍDO – PEZR

O operador de aeródromo deve considerar, para o cálculo das curvas de ruído, características físicas e operacionais do aeródromo.

As características físicas do aeródromo devem incluir, no mínimo, os seguintes dados:

- (i) número de pistas existentes e planejadas;
- (ii) dimensões das pistas existentes e planejadas;
- (iii) coordenadas geográficas das cabeceiras das pistas existentes e planejadas;
- (iv) elevação do aeródromo;
- (v) temperatura de referência do aeródromo;
- (vi) coordenadas geográficas do ponto de teste de motores e orientação da aeronave.

PLANO ESPECÍFICO DE ZONEAMENTO DE RUÍDO – PEZR

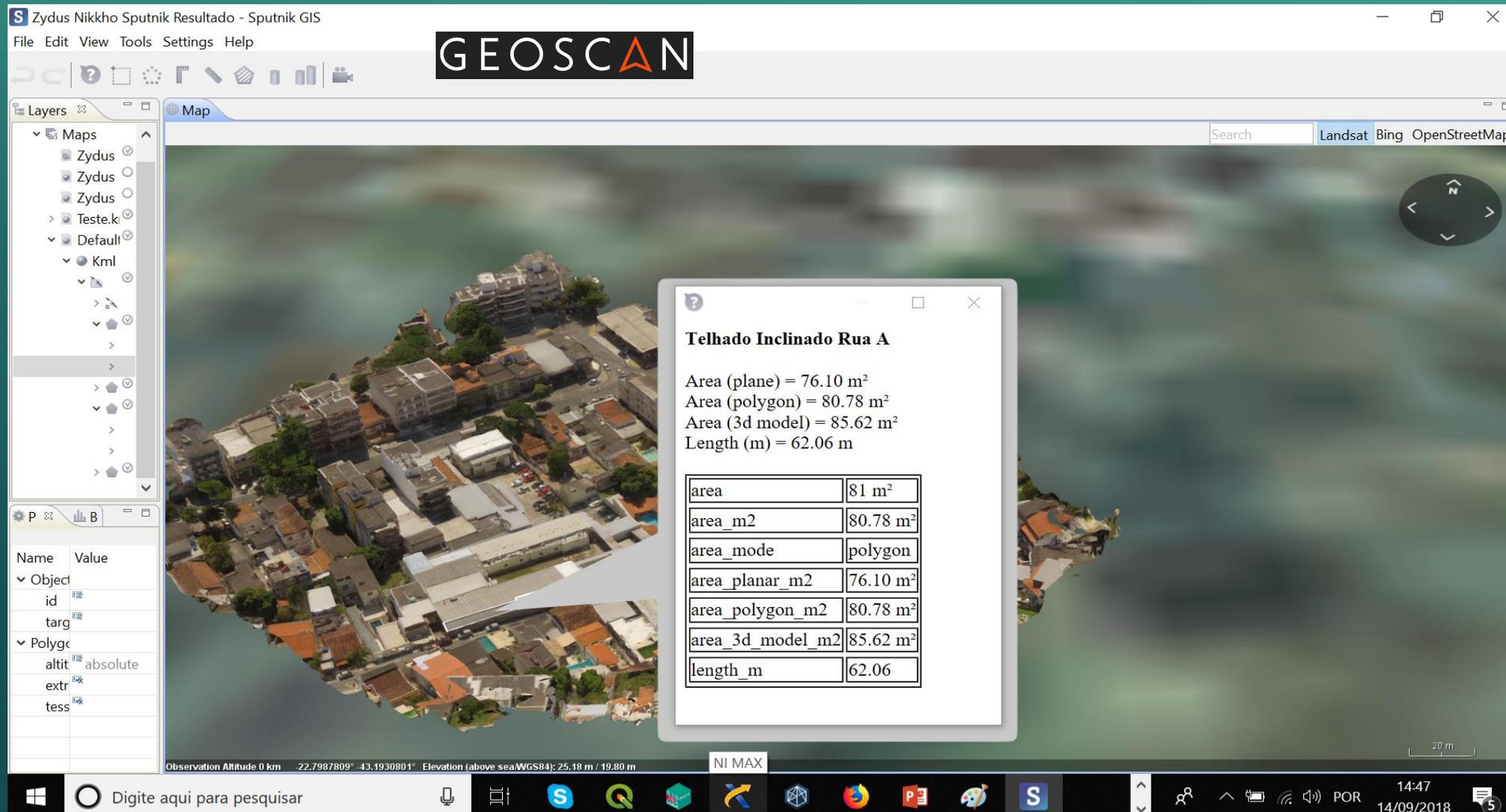
As características operacionais do aeródromo devem incluir, no mínimo, os seguintes dados:

- (i) previsão do número de movimentos por cabeceira;
- (ii) tipos de aeronaves que serão utilizadas na geração das curvas de ruído, incluindo os respectivos pesos de decolagem;

Caso o programa computacional utilizado não possua informações específicas sobre um ou mais tipos de aeronave considerados, deve ser feita a substituição por outros semelhantes, devendo demonstrar a equivalência comparando os seguintes aspectos:

- (1) tipo e modelo dos motores;
- (2) quantidade de motores;

Processamento de dados georreferenciados com Sputnik da Geosacan:



The screenshot displays the Sputnik GIS web application interface. The main window shows a 3D model of a building complex. A pop-up window titled "Telhado Inclinado Rua A" provides the following data:

Telhado Inclinado Rua A

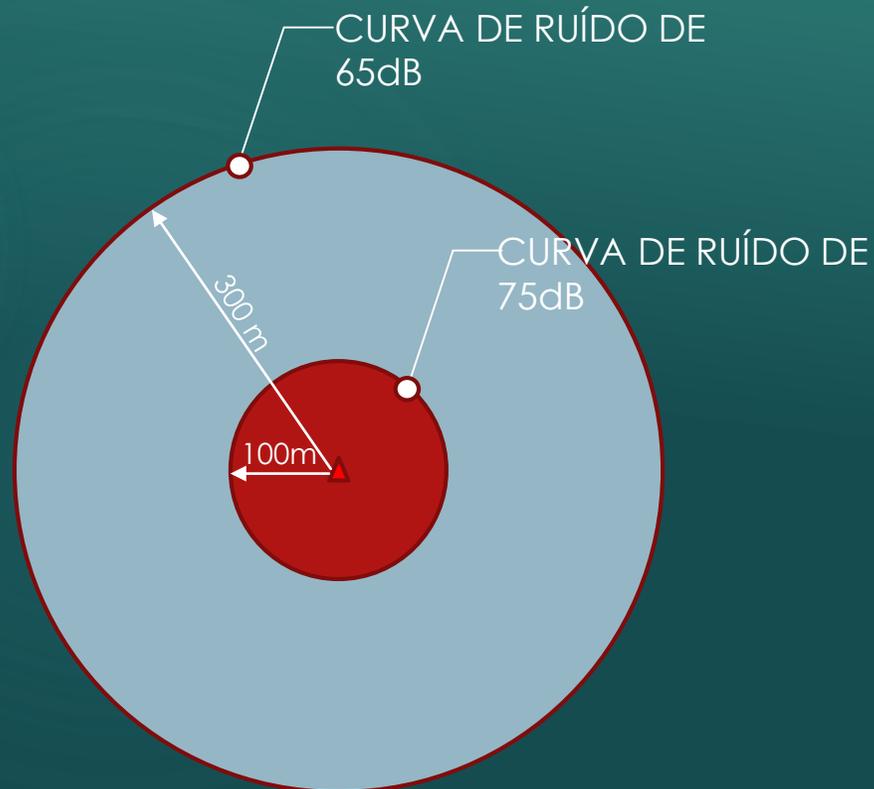
- Area (plane) = 76.10 m²
- Area (polygon) = 80.78 m²
- Area (3d model) = 85.62 m²
- Length (m) = 62.06 m

area	81 m ²
area_m2	80.78 m ²
area_mode	polygon
area_planar_m2	76.10 m ²
area_polygon_m2	80.78 m ²
area_3d_model_m2	85.62 m ²
length_m	62.06

The interface also includes a Layers panel on the left, a search bar at the top right, and a Windows taskbar at the bottom with the system clock showing 14:47 on 14/09/2018.

Regulamento Brasileiro de Aviação Civil – RBAC nº 161 da ANAC – PBZR

- O PBZR possui curvas de ruído de 75 e 65 dB com formas geométricas.
- Para efeito de elaboração e aplicação em helipontos, os raios das Curvas de Ruído de 75 e 65 são, respectivamente, 100 e 300 m, traçados a partir do centro geométrico do heliponto, conforme apresentados na Figura abaixo.



O operador de aeródromo deve fazer constar do PBZR:

(1) planta, nos formatos eletrônico e impresso, em escala que possibilite a identificação de ruas e lotes da região, contendo no mínimo os seguintes itens: (i) coordenadas geográficas das cabeceiras das pistas de pouso e decolagem e, no caso de helipontos, de seu centro geométrico; (ii) limites do sítio aeroportuário; (iii) as curvas de ruído de 75 e 65; (iv) escala gráfica; (v) legenda.

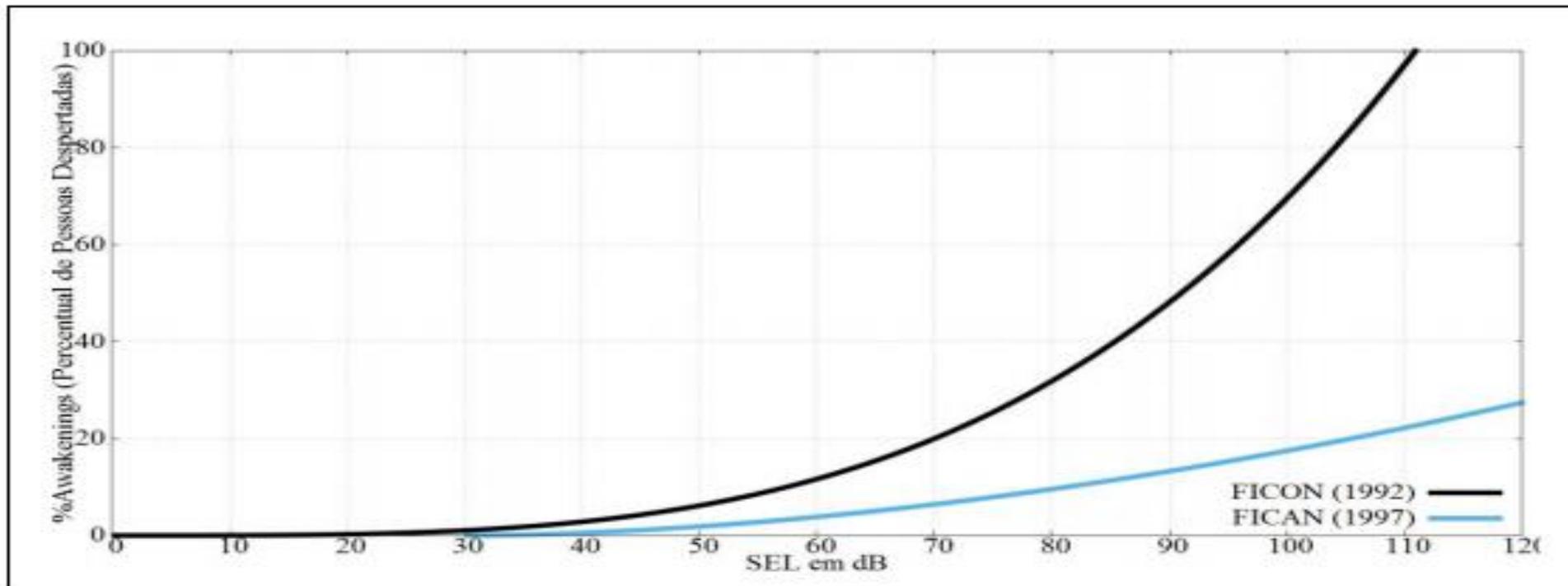
(2) tabela contendo os usos compatíveis e incompatíveis para as áreas abrangidas pelo Plano, de acordo com o exposto na Subparte E. O operador de aeródromo deve fornecer todas as coordenadas geográficas em formato grau, minuto e segundo, com prévio estabelecimento do Sistema Geodésico de Referência – preferencialmente o WGS 84 ou SIRGAS 2000, que deve ser o mesmo para todos os pontos.

Critérios mais usados para estudo de incomodidade

Destaque ao FICAN-Federal Interagency Committee on Aviation Noise 1997/FICON- Federal Interagency Committee on Noise e Schultz (%HA) e comparação com EPA, OECD e NRC.

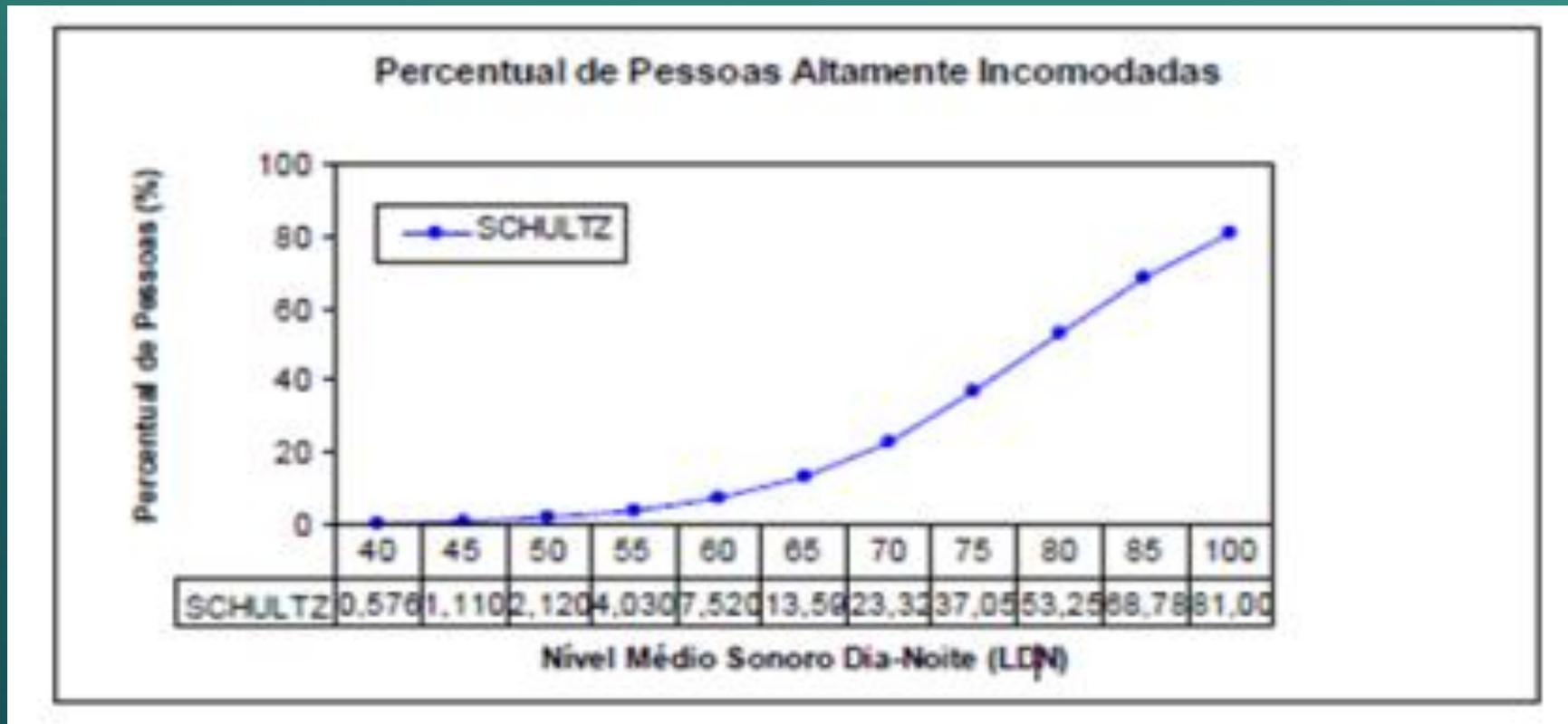
FICAN/FICON

$$\%despertados = 0,0087 \times (SEL - 30)^{1,79}$$



Critério sugerido: Schultz

O critério de avaliação do grau de impacto Schultz é o mais simples e esta de acordo com as normativas Brasileiras no que diz respeito a equipamentos e critérios de avaliação (Conama 01 e RBAC 161)

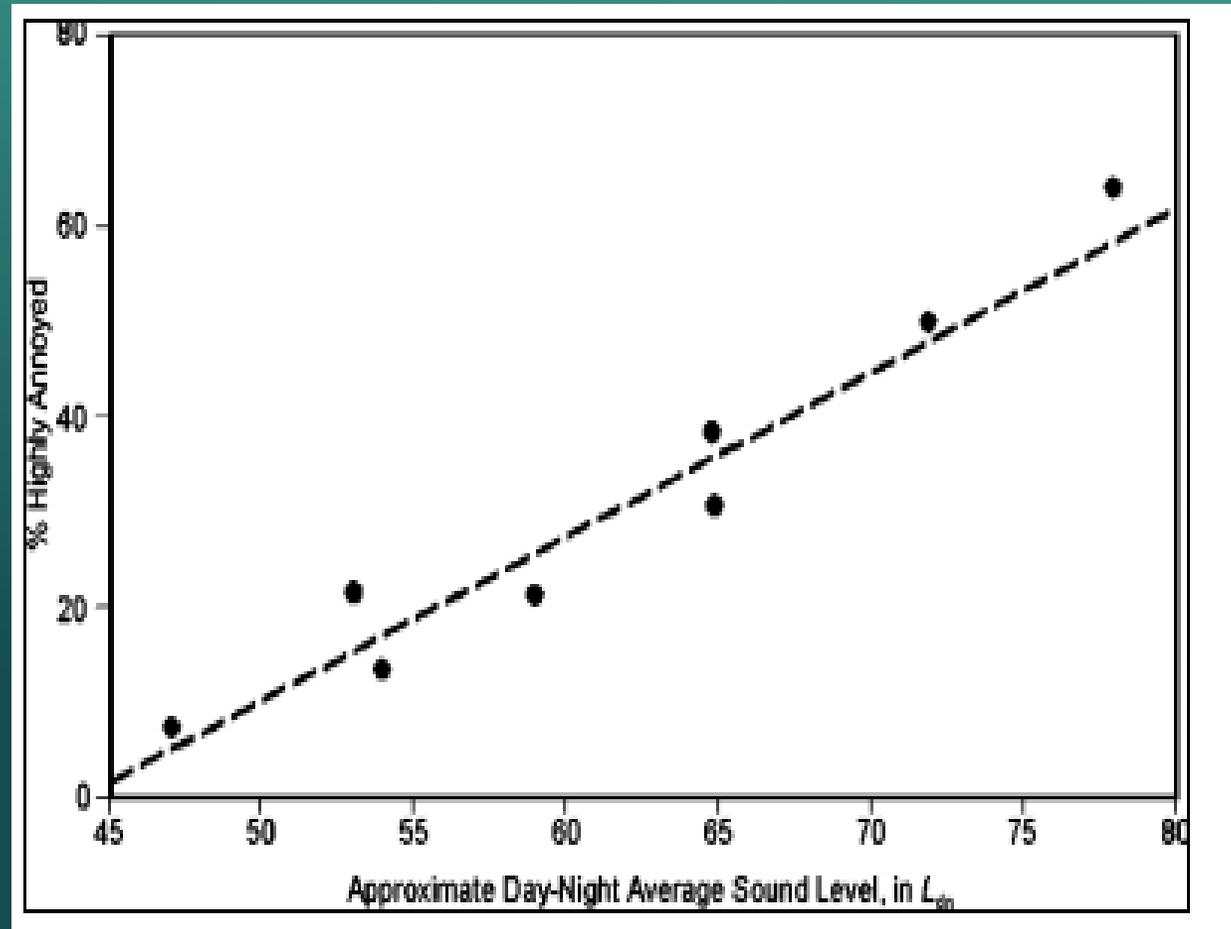


$$\%HA = 0,8533DNL - 0,0401 DNL^2 + 0,00047DNL^3$$

Segundo Shultz (%HA) = Highly Annoyed (percentual de pessoas altamente incomodadas)

Nível de Ruído	Percentual de %HAP das agências		
	EPA	OECD	NRC
DNL			
50	7,2	0	2, 259
55	16,2	10	4, 577
60	25,2	20	8, 672
65	34,2	30	15, 173
70	43,2	40	24, 493
75	52,2	50	36, 866

Fonte: EPA, OECD, NRC.



MÉTRICA SUGERIDA NO EVAL

A relação entre a métrica DNL e o percentual de pessoas altamente incomodadas foi estudada pela primeira vez por Schultz. A curva média apresentada na curva em azul do gráfico de Schultz é uma expressão razoável da relação entre exposição ao ruído de transportes e resposta da comunidade.

Segundo Schultz, o termo "altamente incomodado" corresponde a 27%-29% da escala de incômodo utilizada, para que os respondentes pudessem indicar diretamente o seu grau de incômodo. Desta forma, este gráfico possibilita quantificar o percentual de pessoas altamente incomodadas de acordo com o nível de exposição sonora sobre a comunidade.

A metodologia para calcular o número de pessoas altamente incomodadas consiste em dividir a população em grupos (classes) de acordo com exposição sonora (nível por tempo de exposição sonora). Esta metodologia é simples e utilizada por diversos países do mundo.

Monitoramento de ruído segundo a RBAC 161

O monitoramento de ruído deve conter pelo menos os seguintes elementos:

- (1) pontos de medição de ruído;
- (2) metodologia para a medição do ruído;
- (3) relatório que contenha informações suficientes para subsidiar ações mitigadoras quanto ao ruído aeronáutico.

Das definições e boas praticas presentes na RBAC 161

A métrica DNL – Day-Night Average Sound Level

Criada durante a década de 70 pela FAA (Federal Aviation Administration) em substituição da métrica NEF-Noise Exposure Forecast (previsão de exposição ao ruído) utilizada na maioria dos países europeus, Estados Unidos, Brasil entre outros, para avaliação do ruído aeroportuário em comunidades.

Sua aplicação está condicionada a exposição sonora de uma comunidade por longos períodos de duração, especificamente durante o período de 24 (vinte e quatro) horas. No entanto ela não se preza a ser simplesmente um nível médio equivalente como a Leq, mas corporifica um aperfeiçoamento da métrica Leq sendo voltada para a resposta da comunidade ao ruído e aos impactos diretos do ruído na vida humana.

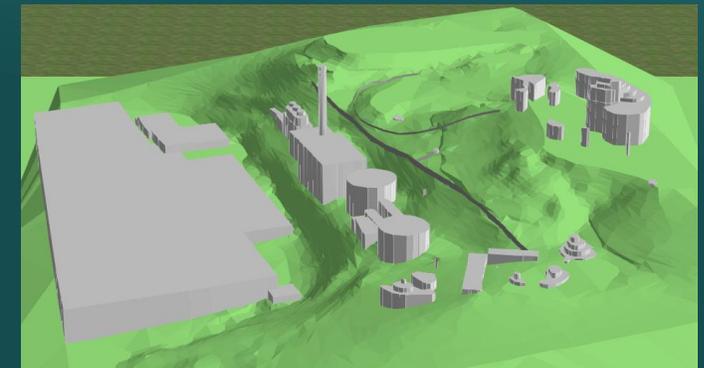
Orientações do EVAL para garantias técnicas e legais do EIV:

Então, para atendimento as normativas e boas práticas devem-se compor a análise com medição contínua de pelo menos 24 horas (ISO 1996, critério de amostragem), em diferentes dias, utilizando equipamento adequado que permita separar os níveis de pressão sonora em intervalos de 1 hora, e, informar o valor médio equivalente Leq , Ldn , SEL e os níveis estatísticos de ruído (Lns) para o período de interesse, sendo possível avaliar com exatidão as diversas situações acústicas nos períodos diurno e noturno.

Deve-se aplicar como critério mínimo de avaliação uma medição de longa duração de 24 horas complementadas com medições pontuais na vizinhança mais sensível e nos limites da curva 100 metros e 300m do raio do heliporto em conformidade com a RIBAC 161. Recomenda-se escolher pontos de medição na rampa de decolagem devido a maior exigência dos motores e portando das emissões sonora em atenção com as áreas mais sensíveis.

Orientações do EVAL para garantias técnicas e legais do EIV:

A escolha dos pontos de medição e interpolações com mapas de ruído LDN do estudo devem compor curvas iso-fônicas georreferenciadas e calculadas conforme critério normativo reconhecido como a ISO 9613 com padrões e técnicas de garantia da qualidade e conformidade da ISO / TR 17534-3. Este padrão de qualidade forneceu recomendações claras para a interpretação do método ISO 9613, fornecendo exemplos padrões e modelos para serem cálculos pelos executores dos mapas de ruído que devem garantir o uso correto de ferramentas de cálculo, fornecendo as devidas garantias de qualidade técnicas e portanto legais para os resultados apresentados do estudo.



Orientações do EVAL para garantias técnicas e legais do EIV

A medição de longa duração permitirá obter os valores reais de Ldn ou Lden, em função dos períodos regulamentares do local.

Deve-se apresentar na avaliação de longa duração os níveis de pressão sonora equivalentes Leq, os níveis estatísticos Ln (5, 10, 90 ou 95) com a estimativa dos níveis de ruído de fundo por hora em atendimento ao critério de RF de ruído de fundo da NBR 10151 e pelo critério SCHULTZ de incomodidade, permitindo avaliar o impacto da atividade em função do número de pousos e decolagens sem conformidade com os critérios normativos brasileiros presentes na CONAMA 01 e RIBAC 161, este último complementado para aplicação de ruídos aeronáuticos. Fazendo uso também da classificação de “Resposta estimada da comunidade” da versão da NBR 10151 de 1987 que foi obtida da ISO 1996.

Os valores pontuais de Leq, quando claramente registrados, podem ser utilizados como o Ldn ou Lden para uma análise crítica de pior caso, sem necessidade de qualquer correção, pois serão os maiores valores possíveis se a fonte fosse contínua e intermitente. Calculando os índices SCHULTZ a partir desses valores, onde neste caso, permite-se afirmar que se aplicado a medição de longa duração os novos valores de percentagem de incômodo do índice serão sempre menores que os apresentados.

Considerações Monitoramento de ruído RBAC 161

Nos casos em que forem constatados conflitos relacionados a ruído aeronáutico entre o aeródromo e a comunidade de seu entorno, que não se enquadrem na obrigatoriedade de elaboração de **projeto de monitoramento de ruído**, é facultado à ANAC determinar ao operador de aeródromo a implementação do projeto nas áreas do Plano Específico de Zoneamento de Ruído-PEZR.

Considerações adicionais das fontes de interesse:

Os seguintes ajustes também se aplicam aos valores de ruído medidos e devem ser considerados:

- atenuação do ruído ao longo de sua trajetória afetada pelo “inverso do quadrado” e atenuação atmosférica;
- duração do ruído, tal como afetado pela distância e velocidade das aeronaves em relação ao ponto de medição;
- ruído emitido pelo motor, conforme os parâmetros relevantes operacionais;
- ruído da aeronave / motor, que é afetado por grandes diferenças entre as velocidades de teste e de referência.

Considerações adicionais nas operações de aeronaves:

As sugestões se aplicam na minimização do efeito do ruído durante as operações:

- Redução do tempo de giro em solo;
- Rampa de decolagem e pouso livres de residência;
- Posicionamento da aeronave em solo com proa para o ponto mais crítico, isso quando as condições operacionais permitirem;
- Redução do tempo do voo dentro efeito solo quando do pouso ou decolagem.

COMPATIBILIDADE DO USO DO SOLO

(a) O operador de aeródromo que possua PBZR deve fazer constar do Plano os usos do solo Compatíveis e Incompatíveis para as áreas por ele abrangidas, conforme apresentado na Tabela E-1.

TABELA E-1- Usos compatíveis e incompatíveis para áreas abrangidas por PBZR

Uso do Solo	Nível de ruído médio dia-noite (dB)		
	Abaixo de 65	65 – 75	Acima de 75
Residencial			
Residências uni e multifamiliares	S	N (1)	N
Alojamentos temporários (exemplos: hotéis, motéis e pousadas ou empreendimentos equivalentes)	S	N (1)	N

COMPATIBILIDADE DO USO DO SOLO

(b) O operador de aeródromo que possua PEZR deve fazer constar do Plano os usos do solo compatíveis e incompatíveis para as áreas por ele abrangidas, conforme apresentado na Tabela E-2

TABELA E-2- Usos compatíveis e incompatíveis para áreas abrangidas por PEZR

Uso do Solo	Nível de Ruído Médio dia-noite (dB)					
	Abaixo de 65	65 – 70	70 – 75	75 – 80	80 – 85	Acima de 85
Residencial						
Residências uni e multifamiliares	S	N (1)	N (1)	N	N	N
Alojamentos Temporários (exemplos: hotéis, motéis e pousadas ou empreendimentos equivalentes)	S	N (1)	N (1)	N (1)	N	N

Redução de Nível de Ruído (exterior para interior) – RR

Diferença entre as medidas simultâneas de nível de ruído externo e interno à edificação, considerando uma fonte sonora constante

Notas das Tabelas **E-1** e **E-2**:

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

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

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

(1) Sempre que os órgãos determinarem que os usos devam ser permitidos, devem ser adotadas medidas para atingir uma RR de pelo menos 25 dB.

(2) Edificações residenciais requerem uma RR de 25 dB.

(3) Edificações residenciais requerem uma RR de 30 dB.

(4) Edificações residenciais não são compatíveis.

Aplicabilidade

Todo aeródromo civil ou compartilhado deve ter, obrigatoriamente, um PZR que será cadastrado pela ANAC nos termos deste RBAC.

A autorização de construção ou modificação de características físicas e/ou operacionais e de cadastro de aeródromos

Quando se tratar de aeródromo compartilhado, o operador de aeródromo deve consultar o Comando da Aeronáutica – COMAER antes de elaborar o PZR.

Compartilhado: aeródromo civil e militar no mesmo local. Ex: Aeroporto de Brasília.



Obrigado pela atenção!

M.Sc Rogério Dias Regazzi



Palestrantes e Parceiros:



M.Sc Rogério Dias Regazzi
 Membro do CIT – Comitê de Inovação Tecnológica 3RNAW
 Diretor 3R Brasil Tecnologia Ambiental
 Diretor www.isegnet.com.br e Inovando no Isegnet
 Engo Mecânico, de Segurança do Trabalho e Meio Ambiente
 Especialista em Acústica, Vibrações e Green Building
 Email: isegbusiness@gmail.com
 021 99999-6852 e 021 3549-4863
 Clique no site para mais informação www.3RHsec.com

Especialista em Voo e Telecomunicação:

Lotus Vieira Lins
 Eng Eletricista e de Segurança do Trabalho
 Piloto de Comercial de Helicóptero

