GERENCIAMENTO DO RUÍDO AERONÁUTICO
INSTRUMENTOS PARA PROMOÇÃO DE RESULTADOS

Tânia Cristina de Menezes Caldas
PEM/COPPE/UFRJ
Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia
COPPE/UFRJ – Programa de Engenharia Mecânica
Av. Horácio Macedo, 2030-101, Cidade Universitária, Rio de Janeiro/RJ - Centro de Tecnologia
+55(21) 99612 9460, tcmcaldas@gmail.com

Jules Ghislain Slama
PEM/COPPE/UFRJ
Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia
COPPE/UFRJ – Programa de Engenharia Mecânica
Av. Horácio Macedo, 2030-101, Cidade Universitária, Rio de Janeiro/RJ - Centro de Tecnologia
+5521997026679, julesslama@Sahoo.com.br

ABSTRACT

O enfrentamento de crescentes exigências e restrições ambientais relativas ao setor de transporte tem forte impacto no segmento aéreo. Esta constatação se dá por meio das pressões observadas contra a ampliação das operações de alguns aeroportos e pelo rigor das metas impostas por acordos internacionais firmados para viabilização do crescimento esperado para esse seguimento.

Este artigo debate oportunidades identificadas no Brasil para superação das dificuldades observadas na implementação e atingimento dos objetivos da regulamentação setorial para controle e gerenciamento dos impactos do ruído aeronáutico, indicando temas cujo enfrentamento pode contribuir para a evolução do processo de integração urbana dos aeroportos, com consequente facilitação do desenvolvimento do setor no cenário brasileiro.

Keywords: Ruído, Meio Ambiente, Integração Urbana, Políticas Públicas.

1. INTRODUÇÃO

O ruído aeronáutico é o mais evidente impacto ambiental da aviação e um dos principais indicadores de conflitos entre aeroportos e comunidades vizinhas a esses empreendimentos.

A observação das consequências de tais impactos e dos potenciais conflitos relacionados se dá, inclusive, além dos limites estabelecidos pela regulamentação setorial para fins de orientação de medidas para seu controle e gerenciamento, fato que pode ser observado por meio das diversas ações já registradas no país contra a operação e/ou ampliação da capacidade de alguns dos principais aeroportos da rede em operação.

Desse modo, a caracterização adequada dos impactos relativos ao ruído das operações aeronáuticas se mostra de fundamental importância para consecução dos resultados esperados das medidas para seu gerenciamento e controle, particularmente no que que se refere às orientações relativas ao uso do solo nas áreas de influência das operações aeroportuárias.

A perspectiva de tais observações se dá em conformidade com as orientações da Organização de Aviação Civil Internacional - OACI, conforme Doc 9829 NA/451, datado de 2004, identificando o que veio a ser reconhecido como *"Balanced Approach to Aircraft Noise Management",* ou uma Abordagem Equilibrada para Gerenciamento do Ruído Aeronáutico, documento no qual estão indicados, entre os elementos a serem considerados para gerenciamento de conflitos de ruído no entorno de aeroportos, o controle do adensamento urbano em seu entorno. (OACI, 2004).

Assim, a caracterização do ruído proveniente das operações realizadas em solo e nas áreas de influência direta das operações de pouso e decolagem em um determinado aeroporto têm grande relevância para orientação das medidas de gestão indicadas ao caso, seja por meio de ações de controle operacional, e, portanto, da responsabilidade dos órgãos setoriais, seja por meio de medidas de gerenciamento e controle do uso do solo; neste caso da responsabilidade de autoridades representativas locais.

Em ambos os cenários o compromisso com tais ações é fundamental para propiciar a manutenção dos serviços de transporte aéreo e, consequentemente, os benefícios econômicos e sociais relacionados, o que deve ser avaliado nas diferentes fases de planejamento, a partir dos estudos prévios de impactos ambientais previstos na legislação do país e dos processos de gerenciamento de situações de conflito já observadas.

2. CONFLITOS NA CARACTERIZAÇÃO DOS IMPACTOS DO RUÍDO AERONÁUTICO

Do arcabouço legal e regulatório brasileiro, em complemento à legislação ambiental e ao Regulamento Brasileiro de Aviação Civil, RBAC 161 - o qual estabelece as orientações para elaboração de um Plano Básico ou Específico de Zoneamento de Ruído, têm-se a destacar as orientações definidas pelo sistema de normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT, particularmente aquela relativa à Avaliação do Ruído em Área Habitadas Visando o Conforto da Comunidade, NBR 10151, a qual é adotada como referência para fins de planejamento urbano.

Do ponto de vista prático, o principal elemento de conflito para integração dos procedimentos de gestão de ambos os documentos está relacionado às métricas empregadas, a saber, o *Day Night Level* – DNL, que estabelece a média ponderada do ruído percebido nas 24 horas do dia para recomendação de condições de uso do solo indicadas pelo RBAC 161, e o Nível Equivalente de Ruído - LAeq para as referências indicativas de condições adequadas de conforto da comunidade, conforme Norma da ABNT.

De acordo com a legislação setorial, e a exemplo de outras regulamentações adotadas para determinação de áreas de preservação/proteção das operações aeroportuárias por diversos países, tem-se como referência para elaboração dos Planos de Zoneamento de Ruído a indicação de uma média não linear dos níveis esperados de ruído nas 24 horas do dia, correspondendo à energia sonora produzida por todos os eventos aeronáuticos previstos nesse período de análise. Tais referência são ponderadas em "A", de maneira a possibilitar uma relação com a extensão de percepção do ouvido humano, conforme equação (1).

$$DNL = 10log_{10}\left\{\frac{1}{3600x24}\left[\int_{7}^{22} 10^{\frac{L_A(t)}{10}}\,dt + \int_{22}^{7} 10^{\frac{L_A(t)+10}{10}}\,dt\right]\right\} \quad (1)$$

A Tabela 1 apresenta as recomendações para controle de uso e ocupação do solo indicadas pela regulamentação da Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC, as quais configuram os critérios técnicos aplicáveis na analise de questões relacionadas ao ruído aeronáutico na aviação civil.

Tabela 1: RBAC 161 – ANAC/2011

Uso do Solo	DNL (dB)					
	Abaixo 65	65-70	70-75	75-80	80-85	Acima 80
Residencial Uni e Multifamiliar	S	N (1)	N (1)	N	N	N
Alojamentos Temporários	S	N (1)	N (1)	N (1)	N	N
Locais de Permanência prolongada	S	N (1)	N (1)	N	N	N
Educacional	S	N (1)	N (1)	N	N	N
Saúde	S	25	30	N	N	N
Igrejas, auditórios e salas de concerto	S	25	30	N	N	N
Serviços governamentais	S	S	25	30	N	N
Transportes	S	S	25	30	N	N
Estacionamentos	S	S	25	30	35	N
Escritórios	S	S	25	30	N	N
Comércio atacadista	S	S	25	30	35	N
Comércio varejista	S	S	25	30	N	N
Serviços de Utilidade pública	S	S	25	30	35	N
Serviços de comunicação	S	S	25	30	N	N
Indústria em geral	S	S	25	30	N	N
Indústria de precisão	S	S	25	30	N	N
Agricultura e floresta	S	S (2)	S (3)	S (4)	S (4)	S (4)
Criação de animais, pecuária	S	S (2)	S (3)	N	N	N
Mineração e pesca	S	S	S	S	S	S
Estádios e esportes ao ar livre	S	S	S	N	N	N
Conchas acústicas e anfiteatros	S	N	N	N	N	N
Exposições agropecuárias e zoológicos	S	S	N	N	N	N
Parques, parques de diversão, acampamentos	S	S	S	N	N	N
Campos de golf, hípicas e parques aquáticos	S	S	(25)	(30)	N	N

Notas: S (Sim) N (Não) / 25; 30; 35 – Redução de ruído (RR) de 25, 30 ou 35 dB para longa permanência; 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 RR de 25 dB; 3) Edificações residenciais requerem RR de 30 dB. 4) Edificações residenciais não são compatíveis

Fonte: ANAC, RBAC 161

As indicações apresentadas na Tabela 1, adotadas quando da proposição e/ou atualização dos Planos de Zoneamento de Ruído dos aeroportos - PZR, devem ser objeto de negociação entre os operadores aeroportuários e autoridades municipais, de modo a estabelecer as condições recomendadas de implantação de atividades sensíveis aos níveis de ruído obtidos a partir da aplicação da métrica de referência adotada para delimitação das curvas de ruído, o DNL, considerando-se o horizonte final de planejamento.

Observa-se que tais referências, indispensáveis para atualização dos PZR, vêm sendo frequentemente adotadas para e orientação dos Estudos de Impacto Ambiental - EIA daqueles equipamentos, embora a métrica de referência para o seu estabelecimento não se mostre compatível com a legislação urbana de controle de uso do solo.

Esta observação fica evidente ao se analisar as orientações indicadas pela NBR 10151. Naquele documento fixam-se as condições de referência para os níveis de ruído aceitáveis em comunidades, considerando-se o tipo de atividade desenvolvida e tendo como base um método de medição que prevê a aplicação de correções aos níveis aferidos considerando sua duração, característica espectral e fator de pico; além de estabelecer condições de comparação dos níveis corrigidos com critérios ambientais, conforme Tabela 2.

Tabela 2: Nível Critério para Ambientes Externos, em dB(A) – ABNT – NBR 10151

Tipos de áreas	Nível Critério dB (A)	
	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

Da observação das tabelas relativas aos documentos em análise tem-se que as métricas e referências empregadas não permitem uma correlação imediata com o objetivo de orientação do planejamento, demandando análises complementares para avaliação dos efeitos adversos em um determinado receptor específico ou, ainda, para validação da eficácia das medidas de controle eventualmente indicadas para o caso em estudo.

Sendo assim, a clareza quanto aos efeitos do ruído em diferentes períodos de tempo é elemento indispensável para orientação do planejamento, seja para determinação do percentual de pessoas altamente incomodadas, conforme proposto por Schultz em sua abordagem inicial para avaliação do problema associado ao setor de transportes, seja para fins de análise do potencial de interferência em atividades sociais, o que pode ser referenciado conforme Tabela 3.

Tabela 3: Relação entre os efeitos adversos do ruído por período e métricas aplicáveis

Efeito Adverso	Período		Métrica aplicável
	Dia	Noite	
Interferência na fala	X	X	LAeq/SIL
Interferência na aprendizagem	X		LAeq/SIL
Interferência em atividades	X	X	LAeq/SIL
Interferência no sono		X	SEL
Incômodo	X	X	DNL/LAeq

Das referências apresentadas para o presente estudo destacam-se, portanto, entre as métricas disponíveis para fins de avaliação do impacto ambiental do ruído, o Nível Sonoro Equivalente (LAeq), em decibéis ponderados, dB (A), conforme NBR 10151 da ABNT, o Nível Sonoro Dia/Noite, DNL, conforme RBAC 161 da ANAC, e, de forma complementar, para estruturação de análises integradas, o Nível de Exposição Sonora – SEL e o *Speech Interference Level* – SIL, os quais viabilizam a determinação do impacto associado ao momento de percepção ou à atividade em curso.

Tem-se, portanto, com a aplicação de métricas complementares a segurança necessária para indicação das inferências relativas à valoração de eventuais impactos reportados ou previstos, viabilizando-se o apontamento e implementação de orientações adequadas para gerenciamento e/ou controle dos conflitos. Tais condições se mostram especialmente relevantes para avaliação de impactos nos estudos ambientais, e na indicação de recomendações para o seu gerenciamento e controle, por meio das alternativas aplicáveis. Inclusive aquelas referentes ao controle de uso e ocupação do solo nos processos associados aos PZR.

Dessa forma tem-se, com referência ao RBAC 161, as orientações que atendem às demandas para prevenção do *enchroachment*, conforme orientação da OACI, com consequente preservação da capacidade operacional dos aeroportos, sendo os demais instrumentos referenciados os indicadores que possibilitam a orientação de recomendações para adoção de ações em benefício da comunidade, promovendo a integração dos aeroportos com as demais atividades urbanas em seu entorno, objetivo final dos planos de zoneamento de ruído.

3. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DE RUÍDO NOS ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL DE AEROPORTOS

A necessidade de desenvolvimento de estudos prévios dos impactos ambientais de atividades potencialmente poluidoras no Brasil está contemplada na Constituição Federal, assim como a Abordagem Equilibrada para tratamento das questões de ruído das operações é ponto de destaque na Política Nacional de Aviação Civil, conforme aprovada pelo Decreto Nº 6.780, de 18 de fevereiro de 2009. Nesse sentido, a avaliação dos impactos do ruído das operações se mostra como condição necessária ao cumprimento dos preceitos legais em vigor.

Atualmente os Estudos de Impacto Ambiental de aeroportos vêm se restringindo à análise das condições apresentadas pelos planos de Zoneamento de Ruído, os quais são determinados com base na referência DNL, conforme apresentado na equação (1).

Tal referência traz, efetivamente, a oportunidade de determinação dos limites mínimos aceitáveis para fins de preservação das condições de operação daqueles equipamentos sendo, entretanto, insuficientes para orientação do planejamento urbano, cabendo assegurar, para tal finalidade, o que passaremos a chamar de "amplitude acústica aeroportuária".

O conceito se amplitude acústica aeroportuária estará baseado nas referências de nível equivalente de ruído para os períodos diurno, das 07:00h às 22:00h, e noturno, das 22:00h até as 07:00h do dia seguinte, conforme equações (2) e (3).

$$L_{AeqD} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{3600\ x\ 15} \int_{7x3600}^{22x3600} \frac{P_A^2(t)}{P_0^2} dt \right] \quad (2)$$

$$L_{AeqN} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{3600 \times 9} \int_{22x3600}^{7x3600} \frac{P_A^2(t)}{P_0^2} dt \right] \quad (3)$$

A amplitude acústica de um determinado local próximo de um aeroporto será obtida a partir da equação (4), assegurando-se a possibilidade de identificação das referências $L_{AeqD/N}$ em um mesmo

ponto e, consequentemente, aliado à variável DNL, estabelecer uma avaliação mais adequada das condições ambientais percebidas para embasar as orientações de uso do solo aceitáveis para a região em conformidade com as indicações definidas pela regulamentação setorial e pelas Normas técnicas em vigor, dado que D depende do número de operações realizadas nos diferentes períodos de análise, isto é, dia ou noite.

$$D = L_{AeqD} - L_{AeqN} \quad (4)$$

Nesse sentido, para elaboração de estudos de avaliação do impacto ambiental de aeroportos e posterior revisão e atualização dos Planos de Zoneamento de Ruído tem-se como indispensável a apreciação das curvas $L_{AeqD/N,}$ permitindo a inclusão da referência de amplitude acústica aeroportuária nas análises efetuadas.

Dessa perspectiva observa-se ainda a possibilidade de estabelecimento de uma relação entre a operação diurna e noturna do aeroporto em estudo, delimitando-se uma área complementar ao PZR a ser considerada para avaliação do impacto de ruído das operações, na qual os planos de zoneamento de ruído estarão contidos.

Da relação proposta permite-se a consideração, para avaliação do impacto do ruído, das referencias normativas adotadas para planejamento setorial e urbano, de tal forma que se torne possível a avaliação de conformidade das condições urbanas e ambientais presentes na área de influência do empreendimento aeroportuário, considerando integralmente os parâmetros técnicos disponíveis.

4. DIFICULDADES OBSERVADAS PARA O GERENCIAMENTO E CONTROLE DOS IMPACTOS DE RUÍDO

O gerenciamento e controle dos impactos de ruído são condição necessária para evitar os conflitos entre as atividades aeroportuárias e aquelas desenvolvidas em seu entorno.

Nesse contexto são observados impactos de ordem ambiental, econômica e social, cujo gerenciamento e controle ainda depende de orientações não determinadas pela legislação em vigor, inviabilizando a implementação das medidas de gestão indicadas.

Os planos de zoneamento, assim como os estudos ambientais são os instrumentos para orientação das medidas de prevenção e gerenciamento dos impactos de ruído no entorno dos aeroportos, entretanto, a regulamentação em vigor não apresenta as demais orientações e referências necessárias à implementação das medidas de controle e gestão indicadas; as quais carecem de orientações complementares para atingimento dos resultados esperados de uma política de gestão.

Nesse sentido, ainda que o processo de revisão e atualização dos planos de zoneamento de ruído, assim como de atualização dos planos diretores de uso do solo dos municípios, ambos documentos indispensáveis para atingimento do objetivo previsto, estejam em andamento, observa-se a necessidade de indicação complementar para implementação das ações aplicáveis, o que deverá estar inserido no escopo do que identificamos como uma Politica Pública de Gerenciamento dos Impactos de Ruído no entorno dos Aeroportos.

Tal instrumento é fundamental para o estabelecimento de metas, orientação da priorização das ações relacionadas, definição de regras para atendimento de demandas observadas, indicação de recursos e responsabilidades dos setores e agentes envolvidos, sem o quê os instrumentos existentes, isto é, os estudos ambientais e os diversos planos de zoneamento de ruído em fase de atualização não terão qualquer influência para atingimento dos resultados de compatibilização e integração entre o aeroporto e seu entorno, conforme esperado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A percepção do ruído aeronáutico como um problema a ser enfrentado para preservação e/ou ampliação da capacidade operacional dos aeroportos demanda a avaliação adequada de seus impactos, assim como a indicação dos elementos a serem considerados quando da definição das medidas de controle e gerenciamento esperadas para cada caso.

Tal abordagem considera, em paralelo, a relevância de desenvolvimento de estudos ambientais mais conclusivos e abrangentes, bem como a complementação das orientações regulatórias com os demais elementos necessários à formulação de uma política pública de gerenciamento dos impactos já observados, promovendo a implementação das medidas previstas na regulamentação em vigor.

6. REFERENCIAS

1. BRASIL, (1981). Casa Civil. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
2. _____, (1988). Casa Civil. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.
3. _____, 2000a. NBR 10151, 2000. Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade - Procedimento.
4. _____, 2009. Decreto N° 6.780, de 18 de Fevereiro de 2009. Aprova a Política Nacional de Aviação Civil (PNAC) e dá outras providências)
5. _____. (2011/13) Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC. Regulamento Brasileiro de Aviação Civil – RBAC 161
6. CALDAS, T.C.M., (2013) Elementos para uma Política de Gestão Integrada dos Impactos do Ruído Aeronáutico – Tese Doutorado, Programa de Engenharia de Transportes – PET – COPPE - UFRJ
7. SLAMA, J.G., ,(2017) Instrumentos para o Controle do Ruído Aeroportuário no Brasil _ Conferência……