



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**DIAGNÓSTICO DA ZONA DE PROTEÇÃO DE AERÓDROMO E DO  
ZONEAMENTO DE RUÍDO DO AERoclUBE DE SANTA CATARINA**

**Hugo Luiz Broering**

**FLORIANÓPOLIS  
2017**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**DIAGNÓSTICO DA ZONA DE PROTEÇÃO DE AERÓDROMO E DO  
ZONEAMENTO DE RUÍDO DO AERoclUBE DE SANTA CATARINA**

**Hugo Luiz Broering**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Civil.

**Orientador: Prof. Dr. Amir Mattar Valente**

**FLORIANÓPOLIS  
2017**

**Hugo Luiz Broering**

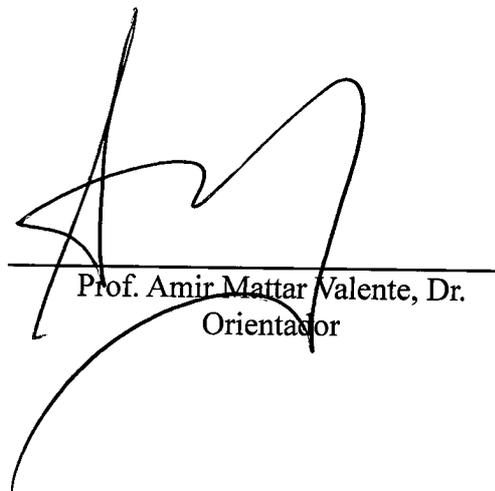
**DIAGNÓSTICO DA ZONA DE PROTEÇÃO DE AERÓDROMO E DO  
ZONEAMENTO DE RUÍDO DO AERoclUBE DE SANTA CATARINA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para a obtenção do grau de Engenharia Civil e aprovado em sua forma final pelo Departamento do Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 04 de julho de 2017.

Prof. Luciana Rodhe, Dr.  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**



Prof. Amir Mattar Valente, Dr.  
Orientador

Prof. Alexandre Hering Coelho, Dr.  
Membro

José dos Santos de Magalhães, Eng.  
Membro

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Broering, Hugo Luiz

Diagnóstico da zona de proteção de aeródromo e do  
zoneamento de ruído do Aeroclube de Santa Catarina / Hugo  
Luiz Broering ; orientador, Amir Mattar Valente, 2017.  
59 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,  
Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2017.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Zona de proteção de aeródromo. 3.  
Zoneamento de ruído de aeródromos. I. Valente, Amir Mattar.  
II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em  
Engenharia Civil. III. Título.

Dedico este trabalho aos meus pais, Mauri e Eliane, ao meu irmão, Humberto, à minha esposa, Fernanda e, principalmente, às minhas filhas, Beatriz e Helena.

## **Agradecimentos**

Aos meus pais, Mauri e Eliane, por todo o incentivo, ensinamentos e oportunidades oferecidos ao longo de todos esses anos de estudos.

Ao meu irmão, Humberto, por todo apoio e incentivo ao longo da convivência de uma vida.

À minha esposa, Fernanda, companheira incondicional em grande parte desses anos de estudos no curso de engenharia civil, sempre apoiando e incentivando a continuar firme.

Às minhas filhas, Beatriz e Helena, pela compreensão e carinho ao longo desse tempo dedicado aos estudos.

Ao professor Amir Mattar Valente, por ter aceitado ser meu orientador ao longo deste trabalho, passando informações e conhecimentos necessários para um bom aprendizado.

Por fim, à UFSC, por toda a estrutura e ótimos professores disponibilizados, assim como por fazer parte do meu crescimento pessoal ao longo da graduação.

## Resumo

Os aeródromos costumaram ser instalados em locais afastados dos grandes centros urbano, porém com o grande crescimento da urbanização é comum ver esses aeródromos acabarem cercados pelas grandes cidades, o que pode causar sérios riscos para o tráfego aéreo e para a população de seu entorno, por conta de acidentes provocados por esta ocupação, muitas vezes desordenada, ou por problemas e distúrbios da saúde humana por conta da proximidade com o aeródromo, principalmente gerados pelo ruído.

Por conta disso zonas de proteção geométricas e de ruído foram criadas para controlar esse crescimento das áreas urbanas no entorno do aeródromo, com a finalidade de garantir a segurança operacional e regular o uso do solo do entorno do aeródromo.

Neste trabalho foi analisada a região de abrangência do Aeroclube de Santa Catarina, fazendo uma análise dos objetos projetados no espaço aéreo e em relação ao ruído aeronáutico, fazendo levantamento de dados da região estudada e elaborando as plantas do Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo e do Plano Básico de Zona de Proteção de Ruído.

As plantas dos planos básicos mencionadas no parágrafo anterior foram elaboradas conforme legislação brasileira pertinente aos temas. Já a coleta de dados foi feita por meio de uso de softwares computacionais, levantamentos de campo e dados fornecidos por órgãos competentes.

Após análise foi possível verificar que o Aeroclube de Santa Catarina opera com segurança seu tráfego aéreo, mas que existem restrições para ampliações futuras e uso e ocupação do solo de seu entorno.

Palavras-chave: Aeródromo, Aeroclube de Santa Catarina, superfícies limitadoras de objetos, curvas de ruído.

## **Abstract**

The aerodromes used to be installed in locations far from the big urban centers, but with the great growth of urbanization it is common to see these aerodromes end up surrounded by the big cities, which can cause serious risks to the air traffic and to the population of its surroundings, for Account of accidents caused by this occupation, often disorderly, or by problems and disturbances of human health due to the proximity to the aerodrome, mainly generated by noise.

Because of this, zones of geometric and noise protection were created to control this growth of urban areas around the aerodrome, in order to guarantee the operational safety and regular use of the ground around the aerodrome.

In this work the region of Santa Catarina Aeroclub was analyzed, making an analysis of the objects projected in the airspace and in relation to the aeronautical noise, collecting data of the studied region and elaborating the plans of the Basic Plan of Aerodrome Protection Zone And the Basic Plan of Noise Protection Zone.

The plans of the basic plans mentioned in the previous paragraph were elaborated according to Brazilian legislation pertinent to the themes. The data collection was done through the use of computer software, field surveys and data provided by competent bodies.

After analysis it was possible to verify that the Aeroclub of Santa Catarina operates safely its air traffic, but that there are restrictions for future extensions and use and occupation of the soil of its surroundings.

Keywords: Aerodrome, Aeroclub of Santa Catarina, object-limiting surfaces, noise curves.

## Lista de Figuras

Figura 1: Distância entre rodas e envergadura .....	20
Figura 2: Vista aérea do Aeroclube de Santa Catarina .....	27
Figura 3: Área patrimonial .....	29
Figura 4: Imagem aérea com superfícies limitadoras de obstáculos .....	32
Figura 5: Detalhe do perfil longitudinal da ZPA .....	35
Figura 6: Detalhe 2 do perfil longitudinal .....	36
Figura 7: Imagem aérea das curvas de ruído de 75 e 65 dB do Aeroclube de SC .....	39
Figura 8: Superfície aproximação códigos 1 e 2 .....	47
Figura 9: Superfície de aproximação códigos 3 e 4 .....	47
Figura 10: Superfície de decolagem .....	48
Figura 11: Superfície de transição .....	48
Figura 12: Superfície horizontal interna .....	49
Figura 13: Superfície cônica .....	49
Figura 14: Superfície de aproximação interna, transição interna e pouso interrompido .....	50
Figura 15: Superfície horizontal externa .....	50
Figura 16: Superfície de Proteção de Voo Visual .....	51
Figura 17: Disposição das curvas de ruído do PBZR .....	52

## Lista de Tabelas

Tabela 1: Categorias do mix de aeronaves .....	19
Tabela 2: Código de Referência do Aeródromo .....	20
Tabela 3: Movimentação de pouso de decolagens no Aeroclube de SC .....	28
Tabela 4: Dimensões das superfícies limitadoras para código 1-A .....	30
Tabela 5: Edificações com potencial risco de infringirem as superfícies limitadoras .....	33
Tabela 6: Classificação das cabeceiras em função do tipo de operação.....	44
Tabela 7: Código de referência de aeródromo .....	44
Tabela 8: Categoria de performance de aeronaves .....	44
Tabela 9: Dimensões das superfícies limitadoras de obstáculos .....	45
Tabela 10: Dimensões da Superfície de Voo Visual .....	46
Tabela 11: Dimensões dos parâmetros que formam as curvas do PBZR.....	52
Tabela 12: Usos compatíveis com as curvas de ruído do PBZR .....	53

## Sumário

1	Introdução.....	12
1.1	Considerações Iniciais .....	12
1.2	Histórico do Aeroclube de Santa Catarina.....	13
1.3	Objetivos.....	13
1.3.1	Objetivo Geral .....	13
1.3.2	Objetivos Específicos .....	14
1.4	Método.....	14
1.5	Estrutura do Trabalho .....	15
1.6	Limitações .....	15
1.7	Agências Reguladoras e Normas .....	15
2	Revisão Bibliográfica.....	17
2.1	Aeródromo.....	17
2.2	Faixa de pista .....	17
2.3	Tipos de operação .....	18
2.4	Aeronave crítica e mix de aeronaves .....	19
2.5	Código de referência do aeródromo .....	19
2.6	Planos de Zona de Proteção de Aeródromos .....	21
2.6.1	Superfície de Aproximação .....	22
2.6.2	Superfície de Decolagem .....	22
2.6.3	Superfície de transição .....	23
2.6.4	Superfície horizontal interna .....	23
2.6.5	Superfície Cônica .....	23
2.6.6	Superfície de aproximação interna .....	23
2.6.7	Superfície de transição interna .....	23
2.6.8	Superfície de pouso interrompido .....	23
2.6.9	Superfície horizontal externa .....	24
2.6.10	Superfície de proteção de voo visual.....	24
2.7	Planos de Zoneamento de Ruído .....	24
3	Caracterização do Aeródromo de Santa Catarina.....	26
3.1	Dados básicos do aeródromo .....	26
3.2	Dados básicos do sistema de Pista de Pouso e Decolagem .....	26
3.3	Dados de Operação .....	28
3.4	Infraestrutura e área patrimonial.....	28
4	Verificação da Zona de Proteção de Aeródromo para o Aeroclube de Santa Catarina ..	30
4.1	Plano básico de zona de proteção de aeródromo do Aeroclube Santa Catarina .....	30
4.2	Levantamento das áreas abrangidas pelo PBZPA .....	32
4.3	Análise da área abrangida pelo PBZPA.....	34
5	Verificação do Plano de Zoneamento de Ruído para o Aeroclube de Santa Catarina....	38
5.1	Plano básico de zoneamento de ruído do aeródromo de Santa Catarina .....	38
5.2	Levantamento das áreas abrangidas pela ZPR .....	39
5.3	Análise da área abrangida pelo PBZR.....	40
6	Conclusões .....	42
	Referências Bibliográficas .....	43
	Anexo A – Tabelas para projeto do PBZPA .....	44

Anexo B – Superfícies limitadoras de obstáculos .....	47
Anexo C – Critérios para determinação das curvas do PBZR .....	52
Anexo D – Usos compatíveis com as curvas de ruído do PBZR .....	53
Anexo E – Projeto do PBZPA e perfil longitudinal analisado .....	55
Anexo F – Projeto do PBZR .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>

# **1 Introdução**

## **1.1 Considerações Iniciais**

Na civilização atual o transporte aéreo é indispensável para integração regional, propiciando um melhor funcionamento das relações econômicas e o avanço contínuo do convívio social. Uma evidência deste fato é que temos uma malha aeroviária cada vez maior e mais inserida no perímetro urbano. Este fator, além dos benefícios conhecidos, pode gerar problemas para quem está inserido na área de influência dos aeródromos.

Um dos principais e mais grave problema que podemos citar é o risco de acidentes, que podem ser causados por colisão de aeronaves com objetos projetados no espaço aéreo a partir do solo, como, por exemplo, prédios e torres de transmissão ou telecomunicações.

Outro inconveniente que pode ser observado no entorno dos aeródromos é o ruído aeronáutico. Juntando-se isso ao crescimento das cidades, que expandem e ocupam as áreas mais próximas aos aeródromos, podemos dizer que a cada ano mais pessoas são expostas a ruídos cada vez maiores.

Para minimizar os riscos mencionados anteriormente, e para garantir a segurança da população que vive no entorno dos aeródromos e das operações aéreas, foram estabelecidos alguns tipos de áreas de proteção. Estas áreas são regulamentadas e fiscalizadas por agências regulamentadoras, no Brasil a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) são os responsáveis por este serviço, além de serviços governamentais, como fiscalização municipal de obras, e operadores dos aeródromos.

Existem duas áreas de proteção de aeródromos que são obrigatórias para qualquer aeródromo no país, sendo o primeiro com relação aos objetos projetados no espaço aéreo, que aborda a delimitação da região por superfícies planas imaginárias no espaço aéreo, inclinados ou horizontais, onde não se deve exceder a altitude de objetos projetados para garantir a segurança das edificações e das aeronaves. Para isso os aeródromos devem possuir um Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo (PBZPA) ou um Plano Específico de Zona de Proteção de Aeródromo (PEZPA), este último para casos especiais.

A segunda área de proteção obrigatória é referente ao zoneamento de ruído, que é regulada e definida pelo Plano de Zoneamento de Ruído, tendo neste as regiões mais afetadas no entorno do aeródromo criando áreas atingidas por diferentes intensidades sonoras, devendo estas áreas ter restrições de usos para períodos de permanência prolongada, como residências por exemplo. O zoneamento de ruído também pode ser elaborado a partir de um Plano Básico de Zoneamento de Ruído (PBZR) ou um Plano Específico de Zoneamento de Ruído (PEZR).

## **1.2 Histórico do Aeroclube de Santa Catarina**

Em meados da década de 1930 a aviação brasileira era pouco expressiva e desintegrada, tendo representatividade com pistas de pouso nas capitais e em algumas poucas cidades do país. Durante o período do Estado Novo (1937-1945), período em que o governo federal era liderado por Getúlio Vargas, o governo tinha a intensão de reerguer e fortalecer as estruturas nacionais, e para isso criou uma série de campanhas de incentivos para diversas áreas. Entre elas está uma campanha para incentivar a popularização e estruturação da aviação no Brasil, conhecida como Campanha Nacional para Doar Aviões, Campanha Nacional para dar asas à Mocidade do Brasil, e conhecida hoje como Campanha Nacional da Aviação, sendo esta campanha idealizada pelo jornalista Assis Chateaubriand e pelo então Ministro da Guerra (a partir de 1941 virou Ministro da Aeronáutica), Sr. Joaquim Pedro Salgado Filho. A campanha tinha o objetivo de consolidar e difundir a Aviação Civil no Brasil, doando aviões de pequeno e médio porte ou materiais para sua construção, implementando ou ampliando pistas de pouso e decolagens, e angariando recursos privados para investirem na infraestrutura dos aeroclubes.

Nisso surge o Aeroclube de Santa Catarina, que é um aeródromo privado, fundado no dia 21 de setembro de 1937, na cidade de Florianópolis, contando inicialmente com apenas uma aeronave própria e sem estrutura física, usando nos anos iniciais as instalações da Base aérea da Ressacada, atual Base Aérea de Florianópolis. Mas logo o Aeroclube adquiriu sua sede própria, localizada no Distrito de Campinas, cidade de São José, tendo a pista localizada exatamente no eixo em que hoje existe a Avenida Lédio João Martins (Av. Central), no bairro Kobrasol.

Durante a década de 1970 foi lançado na região do entorno do aeroclube o empreendimento imobiliário Kobrasol, que gerou um grande avanço da urbanização no local, fazendo com que as operações aéreas ficassem comprometidas por conta do risco de acidentes. Foi determinado então pelas autoridades competentes que a estrutura física do aeroclube fosse transferida para a localização atual, hoje pertencente ao bairro Sertão do Maruim, na cidade de São José, por conta das características geográficas do local, pela região pouco povoada, de acesso rápido pela rodovia BR 101, entre outras qualidades do local, e passando a funcionar a partir do dia 30 de junho de 1977, com uma estrutura revigorada e melhorada.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo Geral**

O propósito deste trabalho é elaborar um diagnóstico das áreas de proteção de aeródromo e de ruído para o Aeroclube de Santa Catarina, fazendo um levantamento e posterior análise das edificações e obstáculos naturais existentes nas áreas de influência dessas áreas de proteção para concluir se o entorno do aeródromo está de acordo com a legislação aeronáutica vigente.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

## **1.5 Estrutura do Trabalho**

O primeiro capítulo do trabalho apresenta as informações introdutórias, fazendo uma breve introdução sobre o tema das zonas de proteção, contando a história do aeródromo em estudo, e retratando os objetos e a metodologia do trabalho.

O segundo capítulo familiariza o leitor ao objeto do trabalho, trazendo termos, definições e explicações referentes ao tema do trabalho em uma revisão bibliográfica.

O terceiro capítulo apresenta a caracterização do aeródromo que foi analisado no estudo de caso, apresentando características básicas e operacionais necessárias para a elaboração do estudo.

O quarto e quinto capítulos apresentam a elaboração das plantas dos planos básicos das áreas de proteção estudadas, o levantamento de dados das áreas abrangidas e análise dessas áreas de proteção, respectivamente para a zona de proteção de aeródromo e para o zoneamento de ruído.

O sexto capítulo traz as conclusões e recomendações obtidas neste trabalho.

## **1.6 Limitações**

As conclusões e diagnósticos deste trabalho possuem limitações de uso para prática por ter fins acadêmicos, não podendo ser usado para outros fins que não o acadêmico, já que para a realização deste trabalho foram utilizados dados de domínio público, softwares de licença livre, dados altimétricos obtidos a partir de imagens aéreas sem conhecimento da precisão exata destes, o que não é compatível com a confecção de um trabalho profissional, além falta de dados altimétricos da maioria das edificações da área de estudo.

Vale ressaltar ainda que este trabalho não tem objetivo de qualificar a existência ou manutenção das operações aéreas no aeródromo de estudo, usando apenas este estudo de caso para obtenção de conhecimento e realização do trabalho.

## **1.7 Agências Reguladoras e Normas**

Os aeródromos devem seguir normas e regulamentações para que possam operar de maneira segura e eficiente. Nesse intuito, organizações de âmbito nacional e internacional surgiram para organizarem as regras que regem os projetos de aeroportos, e o tráfego aéreo, além de controlarem todo o setor de aviação civil dentro de suas jurisdições.

A International Civil Aviation Organization (ICAO) é a organização de abrangência mundial que tem como objetivo promover normas e recomendações para garantir a segurança, a eficiência e a responsabilidade ambiental e econômica do setor de aviação civil mundial. Ela é uma agência vinculada às Nações Unidas, estabelecida em 1944 para gerenciar a administração e governança da Convenção sobre Aviação Civil Internacional, também conhecida como Convenção de Chicago (ICAO, 2016).

A ICAO possui 191 países membros, sendo o Brasil um deles e também participante do conselho da organização. Dentre as várias recomendações previstas, a ICAO disponibiliza o chamado Anexo 14 à Convenção sobre Aviação Civil Internacional, que possui os padrões e práticas recomendáveis para o projeto de aeródromos.

No Brasil, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) é uma das agências reguladoras federais, e foi criada para fiscalizar as atividades da aviação civil e infraestrutura aeroportuária e aeronáutica brasileira. É função da ANAC estabelecer as regras para o funcionamento da aviação civil brasileira, revisando e atualizando os regulamentos técnicos. As normas técnicas da ANAC obedecem a Convenção de Chicago, do qual o país é signatário (ANAC, 2016a).

Outra organização nacional é o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), que é a organização responsável pelo controle do espaço aéreo brasileiro, sendo provedora dos serviços de navegação aérea que viabilizam os voos e organizam os tráfegos aéreos no país.

As organizações reguladoras nacionais possuem diversos mecanismos para regular a aviação civil brasileira, como os Regulamentos Brasileiros da Aviação Civil (RBACs), Regulamentos Brasileiros de Homologação Aeronáutica (RBHAs) e Instruções de Aviação Civil (IACs). Os regulamentos mais importantes para a elaboração deste trabalho são o RBAC 154, com título de Projeto de Aeródromos, que estabelece as regras a serem seguidas para projetos de aeródromos públicos, a portaria 957 GC3, do Comando da Aeronáutica do Brasil, que determina o procedimento para a elaboração da Zona de Proteção de Aeródromo, e o RBAC 161, que regulamenta a elaboração de Planos de Zoneamento de Ruído.

Outros órgãos nacionais ligados a aviação civil são a Secretaria de Aviação Civil, a Infraero, e o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA).

## **2 Revisão Bibliográfica**

### **2.1 Aeródromo**

Conforme o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 01 da ANAC, emenda nº 01, de 2 de março de 2011, Aeródromo é a área definida em terra ou na água (que inclui todas as edificações, instalações e equipamentos) destinada total ou parcialmente à chegada, partida e movimentação de aeronaves na superfície. Quando destinado exclusivamente a helicópteros, recebe a denominação de heliponto.

Os aeródromos podem ser civis ou militares, dependendo de sua função, mas as aeronaves militares podem operar em aeródromos civis ou vice-versa, desde que respeitando as normas estabelecidas pelas autoridades competentes. Os aeródromos também podem ser classificados em públicos ou privados, sendo ambos aeródromos civis abertos ao tráfego aéreo em processo junto à ANAC, devendo ainda o público ter sua infraestrutura homologada por esta agência. O aeródromo público é destinado ao uso de aeronaves em geral, enquanto os privados são utilizados somente com permissão de seus proprietários.

Segundo o mesmo regulamento da ANAC citado acima, um aeródromo pode ser chamado de aeroporto quando for um aeródromo público dotado de edificações, instalações e equipamentos para apoio às aeronaves e de embarque/desembarque de pessoas e/ou processamento de cargas. Quando destinado exclusivamente a helicópteros, recebe a denominação de heliporto.

### **2.2 Faixa de pista**

Segundo a Portaria 957/CG3 do Comando da Aeronáutica, de 9 de julho de 2015, a faixa de pista é uma área definida no aeródromo que inclui a pista de pouso e as zonas de parada, se disponíveis, destinada a proteger a aeronave durante as operações de pouso e decolagem e a reduzir o risco de danos à aeronave, em caso de saída dos limites da pista. Para efeito do estabelecimento das superfícies limitadoras de obstáculos, as zonas de parada não serão consideradas, mesmo que disponíveis.

Conforme o RBAC nº 01 da ANAC, zona de parada é uma área retangular com largura não inferior à da pista, definida no terreno e situada no prolongamento do eixo da pista no sentido da decolagem, destinada e preparada como zona adequada à parada de aeronaves, capaz de suportar o avião durante a abortagem de uma decolagem sem causar danos estruturais ao mesmo e destinada à desaceleração de aviões durante uma decolagem abortiva.

O RBAC nº 154 da ANAC – Projetos de Aeródromos – orienta, em seu item 154.207, como é composta e as dimensões mínimas da faixa de pista, sendo que estas características dependem do código de referência do aeródromo, apresentado na seção 2.5 deste trabalho, e do tipo de operação que é realizada na pista, apresentado na seção 2.3 deste trabalho.

## 2.3 Tipos de operação

As aeronaves estão sujeitas a regras que determinam limites mínimos operacionais para garantir a eficiência e segurança dos voos, e estas limitações estão principalmente relacionadas a altitudes a serem respeitadas e condições meteorológicas mínimas aceitáveis. Estas regras dividem a operação aeronáutica em dois grandes grupos, que são o voo visual e o voo por instrumentos, tendo eles regras diferenciadas para cada caso por conta de suas particularidades, devendo respeitar, respectivamente, as regras de voo visual (VFR) e as regras de voo por instrumento (IFR).

Regras de voo visual, ou *Visual Flight Rules* (VFR), são regras que determinam que procedimentos os pilotos devem adotar no controle de uma aeronave orientando-se apenas por referências visuais externas, sem a necessidade de auxílio de instrumentação, seja ela própria da aeronave ou dos aeródromos envolvidos no voo.

Regras de voo por instrumento, ou *Instrument Flight Rules* (IFR), são regras que orientam como deve acontecer um voo auxiliado por instrumentos de navegação que equipam a aeronave, sendo ainda necessário que o aeródromo envolvido tenha um procedimento de aproximação por instrumentos aprovado junto a agência reguladora, tendo ambos, aeronave e aeródromo, equipamentos compatíveis ao voo que está sendo realizado.

O voo IFR é dividido em quatro categorias de acordo com os equipamentos utilizados na aeronave e no aeródromo quando inicia o procedimento de pouso, também chamado de aproximação por instrumentos, partindo essa classificação da mais básica para a mais complexa em relação a precisão dos equipamentos utilizados, sendo essas categorias as seguintes:

1. IFR Não Precisão;
2. IFR Precisão CAT I;
3. IFR Precisão CAT II;
4. IFR Precisão CAT III (Subdividida ainda em CAT III A, B ou C).

Na aproximação IFR Não Precisão os equipamentos fornecem apenas informações horizontais, enquanto na aproximação IFR Precisão os equipamentos fornecem informações horizontais e verticais para o piloto e controlador do voo, tendo a classificação variável conforme a altitude de decisão, que é uma altitude em que o piloto ainda pode iniciar um procedimento de aproximação perdida (arremetida) caso tenha iniciado o procedimento de aproximação por instrumentos, e o alcance visual da pista, que é uma distância em que o piloto com a aeronave sobre o eixo da pista deve identificar os sinais e equipamentos de segurança da pista.

No Brasil o RBAC 135, Emenda nº 03 – Requisitos Operacionais: Operações Complementares e por Demanda – regulamenta, entre outras coisas, as limitações para voos VFR e IFR, em sua subparte D, estabelecendo altitudes mínimas que devem ser

respeitadas e quais as condições meteorológicas são seguras para ocorrência dos voos em cada um dos tipos de operações.

## 2.4 Aeronave crítica e mix de aeronaves

Conhecer o mix de aeronaves, ou seja, a variedade das diferentes aeronaves que utilizarão a pista é muito importante para definições do projeto inicial da pista, como dimensões e características do pavimento que será utilizado. Para YOUNG; WELLS (2014), o mix de aeronaves é a porcentagem de operações por tipo de aeronave que acontece em um aeroporto por um determinado período de tempo. Sendo que para compor o mix as aeronaves são classificadas segundo seu peso conforme a tabela 1, e esta classificação influencia na operação da pista, definindo sua capacidade operacional.

As aeronaves são divididas em quatro categorias distintas, sendo 3 classes de peso, conforme mostra a tabela 1, e ainda uma subdivisão da primeira classe de peso, onde as aeronaves de categoria A são monomotores, enquanto as de categoria B possuem 2 ou mais motores.

Definido o mix de aeronaves podemos observar neste qual é a aeronave crítica que fará uso daquela pista, sendo esta aeronave, operando ou com previsão de operar no aeródromo, a aeronave que demande das maiores necessidades de infraestrutura aeroportuária em função de suas características físicas e operacionais. Sendo então a aeronave crítica quem limitará a pista em função de carga e tamanho de aeronave que a pista possa receber e a partir das informações desta aeronave são definidos fatores como o comprimento final da pista, e conseqüentemente seu código de referência.

*Tabela 1: Categorias do mix de aeronaves*

Categoria do mix de aeronaves	Peso máximo de decolagem
A, B (pequena)	< 5700 Kg
C (grande)	5700 – 136000 Kg
D (pesada)	> 136000 Kg

Fonte: FAA AC 150-5060/-5 apud YOUNG; WELLS (2014)

## 2.5 Código de referência do aeródromo

Segundo a Portaria 957/CG3 do Comando da Aeronáutica, de 9 de julho de 2015, o código de referência do aeródromo é composto de número e letra selecionados com o propósito de planejamento do aeródromo e que são determinados de acordo com as características de performance e dimensões da aeronave crítica. O elemento numérico presente no código é referente ao comprimento básico de pista requerido pela aeronave crítica, podendo variar de 1 até 4. Já o segundo elemento é uma letra, variável de A até F, que varia conforme a envergadura e a distâncias entre as rodas externas do trem-de-pouso principal da aeronave crítica (Figura 1).

No Brasil a tabela 2 é utilizada para determinar o código de referência do aeródromo, tendo como entrada os dados descritos acima referentes à aeronave crítica, e como saída o código composto por uma letra e um número.

Determinado o código de referência do aeródromo podemos obter as dimensões das superfícies limitadoras de obstáculos, sendo estas obtidas em uma tabela específica sobre esse tema fornecida pelo comando da aeronáutica do Brasil no mesmo documento citado acima.

*Figura 1: Distância entre rodas e envergadura*



Fonte: Adaptação de DP Aviação.

*Tabela 2: Código de Referência do Aeródromo*

Elemento 1 do código		Elemento 2 do código		
Número do código	Comprimento básico de pista requerido pela aeronave crítica	Letra do código	Envergadura	Distância entre rodas externas do trem de pouso principal
1	Inferior a 800 m.	A	Inferior a 15 m	Inferior a 4,5 m
2	De 800 m a 1200 m exclusive	B	De 15 m a 24 m exclusive	De 4,5 m a 6 m exclusive
3	De 1200 m a 1800 m exclusive	C	De 24 m a 36 m exclusive	De 6 m a 9 m exclusive
4	1800 m e acima	D	De 36 m a 52 m exclusive	De 9 m a 14 m exclusive
		E	De 52 m a 65 m exclusive	De 9 m a 14 m exclusive
		F	De 65 m a 80 m exclusive	De 14 m a 16 m exclusive

Fonte: Portaria 957/CG3 do Comando da Aeronáutica, de 9 de julho de 2015.

## **2.6 Planos de Zona de Proteção de Aeródromos**

Os Planos de Zonas de Proteção de Aeródromos são compostos por superfícies imaginárias projetadas no espaço aéreo do entorno do aeródromo, e estas devem ser elaboradas para todos os aeródromos do país, sendo apresentadas pela administração do aeródromo aos órgãos responsáveis pela fiscalização e controle do uso do solo na região, como por exemplo prefeituras municipais, e aos órgãos de controle e regulação aeroportuária.

Cada aeródromo deve elaborar um plano de zona de proteção de aeródromo, que é um documento que tem como finalidade definir as superfícies limitadoras de obstáculos projetados no espaço aéreo do entorno do aeródromo com base nas características específicas do aeródromo de análise, podendo ser um plano básico, elaborado a partir do proposto pelo Comando da Aeronáutica do Brasil em sua portaria 957 GC3 do ano de 2015, ou podendo ainda ser um plano específico, elaborado levando-se em conta as peculiaridades do local, sendo este último exigido pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo – DECEA, em casos especiais.

As superfícies limitadoras de obstáculos necessárias para cada aeródromo são definidas levando-se em conta 3 fatores referentes às características físicas e às aeronaves que utilizarão o aeródromo, sendo elas:



Se existirem zonas desimpedidas após as cabeceiras da pista estas devem ser consideradas para a locação da origem da superfície de decolagem.

### **2.6.3 Superfície de transição**

Esta é a superfície mais complexa para ser elaborada, sendo constituída por um plano inclinado ascendente a partir das laterais da faixa de pista, ficando limitada por esta, pelos limites laterais da superfície de aproximação e pelo inicial da superfície horizontal interna. Suas dimensões e inclinações estão descritas nas tabelas e figuras da portaria 957 GC3 do ano de 2015 do Comando da Aeronáutica do Brasil, sendo estas apresentadas nos anexos A e B deste trabalho.

### **2.6.4 Superfície horizontal interna**

A superfície de horizontal interna é formada por um plano horizontal localizado acima da elevação de referência do aeródromo, tendo seus parâmetros e dimensões determinadas por tabelas e figuras da portaria 957 GC3 do ano de 2015 do Comando da Aeronáutica do Brasil, sendo estas apresentadas nos anexos A e B deste trabalho.

### **2.6.5 Superfície Cônica**

A superfície de cônica é constituída de um plano inclinado localizado a partir do limite externo da superfície horizontal interna, tendo suas dimensões e inclinações determinadas por tabelas e figuras da portaria 957 GC3 do ano de 2015 do Comando da Aeronáutica do Brasil, sendo estas apresentadas nos anexos A e B deste trabalho.

### **2.6.6 Superfície de aproximação interna**

A Superfície de aproximação interna é formada por uma porção retangular da superfície de aproximação imediatamente anterior à cabeceira, sendo integrante da zona livre de obstáculos, e seus parâmetros e dimensões são determinadas por tabelas e figuras da portaria 957 GC3 do ano de 2015 do Comando da Aeronáutica do Brasil, sendo estas apresentadas nos anexos A e B deste trabalho.

### **2.6.7 Superfície de transição interna**

É uma superfície semelhante à superfície de transição, porém fica mais próxima à pista e compõe a zona livre de obstáculos, tendo suas dimensões e inclinações determinadas por tabelas e figuras da portaria 957 GC3 do ano de 2015 do Comando da Aeronáutica do Brasil, sendo estas apresentadas nos anexos A e B deste trabalho.

### **2.6.8 Superfície de pouso interrompido**

É composta por um plano inclinado após uma certa distância da cabeceira, sendo parte integrante da zona livre de obstáculos, e tendo suas características e dimensões determinadas por tabelas e figuras da portaria 957 GC3 do ano de 2015 do Comando da Aeronáutica do Brasil, sendo estas apresentadas nos anexos A e B deste trabalho.

## **2.6.9 Superfície horizontal externa**

A superfície horizontal externa é formada por um plano horizontal localizado acima da elevação de referência do aeródromo, tendo suas dimensões e características determinadas por tabelas e figuras da portaria 957 GC3 do ano de 2015 do Comando da Aeronáutica do Brasil, sendo estas apresentadas nos anexos A e B deste trabalho.

## **2.6.10 Superfície de proteção de voo visual**

A superfície de proteção de voo visual é constituída por um plano horizontal, que pode ser formado por até três áreas, localizado acima da elevação de referência do aeródromo, tendo suas dimensões e características determinadas por tabelas e figuras da portaria 957 GC3 do ano de 2015 do Comando da Aeronáutica do Brasil, sendo estas apresentadas no anexo A e B deste trabalho.

## **2.7 Planos de Zoneamento de Ruído**

O plano de zoneamento de ruído é um estudo elaborado na região do entorno dos aeródromos que podem sofrer influência por conta do ruído aeronáutico, que é provocado principalmente pelas aeronaves que irão operar no local.

No Brasil, segundo o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 161/2013, todo aeródromo civil ou compartilhado, quando o aeródromo é sede de unidade aérea militar e compartilha sua infraestrutura com um aeródromo civil, deve possuir Plano de Zoneamento de Ruído (PZR) cadastrado na ANAC.

Segundo o RBAC 16/2013 o PZR é composto por curvas de ruído e pelas compatibilizações e incompatibilizações ao uso do solo estabelecidas para as áreas delimitadas por essas curvas. Sendo que as curvas de ruído são linhas traçadas no mapa da região do aeródromo que indicam onde o nível de exposição ao ruído é igual.

O operador do aeródromo tem responsabilidade de garantir a elaboração do PZR para seu aeródromo, cadastrando-o junto a ANAC, e ainda divulgá-lo aos municípios abrangidos pelas curvas de ruído e aos demais órgãos de interesse, sendo estes responsáveis por limitar e fiscalizar o uso do solo na região conforme dita o regulamento.

O PZR pode ser básico (PBZR) ou específico (PEZR), dependendo da média anual de movimentos dos últimos três anos para o aeródromo, sendo aplicável o PEZR se este valor for superior à 7.000 movimentos, ou ainda se for vontade do operador do aeródromo.

O PBZR é formado por curvas de 75 dB e 65 dB com formas geométricas simplificadas, tendo suas configurações definidas pelo RBAC 161/2013 e apresentadas no anexo deste trabalho.

O PEZR é formado por curvas de 85, 80, 75, 70 e 65 dB, sendo estas calculadas por programas computacionais que utilizem metodologia matemática específica para este serviço, dependendo de fatores como as características físicas do aeródromo e das aeronaves que trafegam no local, sendo estes dados de entrada no programa.

Após elaborar as curvas de ruído é feita uma análise do uso do solo existente no local, para verificar se as edificações já estabelecidas são de permanência prolongada, como por exemplo residências ou comércios, e para isso o RBAC 161/2013 apresenta uma tabela determinando qual tipo de uso é permitido na área abrangida por cada curva de ruído.

### **3 Caracterização do Aeródromo de Santa Catarina**

Os dados apresentados a seguir foram obtidos após visita técnica junto ao Aeródromo de Santa Catarina na data de 03 de maio de 2017, e por meio dos sites da internet e documentos oficiais da ANAC e do DECEA, sendo que quando havia divergência em informações as utilizadas foram as mais recentes.

#### **3.1 Dados básicos do aeródromo**

O Aeroclube de Santa Catarina está localizado na cidade de São José, cidade localizada na região da Grande Florianópolis, estado de Santa Catarina, Brasil. O Aeroclube está localizado na fronteira entre os municípios de São José e Palhoça, estando a uma distância aproximada de 4 km do centro dos dois municípios, e estando a uma distância de aproximadamente 12 km do centro da capital do estado, Florianópolis. Este é um aeródromo privado de propriedade do Aeroclube de Santa Catarina, que é administrado por uma diretoria eleita por membros do clube, tendo operações não regulares, relacionadas principalmente a prática de ensino de pilotagem e lazer aeronáutico.

A seguir são apresentados os dados básicos do aeródromo obtidos da ficha informativa de aeródromos do Comando da Aeronáutica do Brasil:

*Figura 2: Vista aérea do Aero clube de Santa Catarina*



Fonte: Adaptação de Google Earth.

A pista de pouso 03/21 apresenta os dados gerais apresentados a seguir, conforme ficha informativa do aeródromo:

Apesar de a pista de pouso e decolagem possuir 896 metros de comprimento, o que permitiria ao aeródromo ser classificado com código de referência 2-A conforme a tabela 6, ele é classificado com código de referência 1-A, pois isto é determinado pelo comprimento básico para o pouso da aeronave crítica do aeródromo e não pelo comprimento real de pista construído.

### 3.3 Dados de Operação

O Aeroclube de Santa Catarina opera apenas voos VFR diurnos, não apresentando voos regulares de passageiros ou cargas, sendo usado para praticas vinculadas ao clube aeronáutico, principalmente lazer, voos particulares e ensino de pilotagem, já que o aeroclube apresenta diversos cursos do gênero em seus domínios.

O controle de aproximação de aeronaves é feito por contato visual e via rádio comunicador para contato entre a aeronave e o operador da pista, não apresentando equipamentos de localização equipando o aeródromo.

A pista 03/21 do Aeroclube de Santa Catarina apresentou uma média de movimentações anual nos últimos 3 anos de 1765 movimentações de pouso e decolagem em ambas as cabeceiras, conforme dados da tabela a seguir:

*Tabela 3: Movimentação de pouso e decolagens no Aeroclube de SC*

Ano	Movimentação de pouso e decolagem
2014	1676
2015	1880
2016	1738
Média	1765

Fonte: Aeroclube de Santa Catarina.

### 3.4 Infraestrutura e área patrimonial

A área patrimonial do sítio aeroportuário do Aeroclube de Santa Catarina, que é toda a área patrimonial pertencente ao aeródromo, possui 271.000 metros quadrados. O Aeroclube de Santa Catarina dispõe de uma pista de pouso e decolagem, sede administrativa do clube, que contempla instalações de apoio aos cursos ministrados no local, sede social do clube e vinte e três hangares.

*Figura 3: Área patrimonial*



Fonte: Adaptação de Google Earth.

Não existe a previsão de alguma mudança na infraestrutura do aeródromo, como por exemplo uma ampliação da pista, mudança de categoria de performance das aeronaves, ou mudança do sistema de operação do tráfego aéreo.

## 4 Verificação da Zona de Proteção de Aeródromo para o Aeroclube de Santa Catarina

A partir dos dados apresentados no capítulo anterior foi analisado elaborado o estudo de caso do Aeroclube de Santa Catarina elaborando a planta do PBZPA para o referido aeródromo, fazendo um levantamento das áreas abrangidas pelas superfícies limitadoras de obstáculos e em seguida será apresentado um diagnóstico da área estudada, verificando possíveis riscos as aeronaves que utilizam o aeródromo por conta de objetos já existentes no seu entorno.

### 4.1 Plano básico de zona de proteção de aeródromo do Aeroclube Santa Catarina

A planta do Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo (PBZPA) é elaborada segundo critérios da Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 63-19 do ano de 2015, que orienta como deve ser elaborado o desenho da zona de proteção de aeródromo em planta, especificando entre outras, as cores e espessuras de linhas e itens que devem constar na planta.

Já os dados técnicos para a elaboração do projeto são descritos na portaria 957/gc3 de 9 de julho de 2015 do Comando da Aeronáutica do Brasil, que determina a adoção de superfícies imaginárias limitadoras de objetos projetados no espaço aéreo a partir do solo, adotando como critério básico para determinação das superfícies o código de referência do aeródromo.

O Aeroclube de Santa Catarina é um aeródromo com código de referência 1-A, e para tal tipo de aeródromo a portaria 957/GC3 do Comando da Aeronáutica determina, na tabela 3.4 da portaria mencionada no parágrafo anterior, que sejam adotadas as superfícies limitadoras e dimensões apresentadas na tabela a seguir:

*Tabela 4: Dimensões das superfícies limitadoras para código 1-A*

	Visual
Superfícies	Código 1
Aproximação	
Primeira Seção	
Largura da borda interna (m)	60
Distância da cabeceira (m)	30
Abertura total (%)	10
Comprimento (m)	1600
Gradiente (%)	5
Comprimento total (m)	1600
Decolagem	
Largura da borda interna (m)	60
Distância da cabeceira oposta (m)	30
Abertura para cada lado (%)	10

Largura final (m)	380
Comprimento (m)	1600
Gradiente (%)	5
Transição	
Gradiente (%)	20
Horizontal Interna	
Altura (m)	45
Raio (m)	2000
Cônica	
Gradiente (%)	5
Altura (m)	35

Fonte: Portaria 957/CG3 do Comando da Aeronáutica, de 9 de julho de 2015.

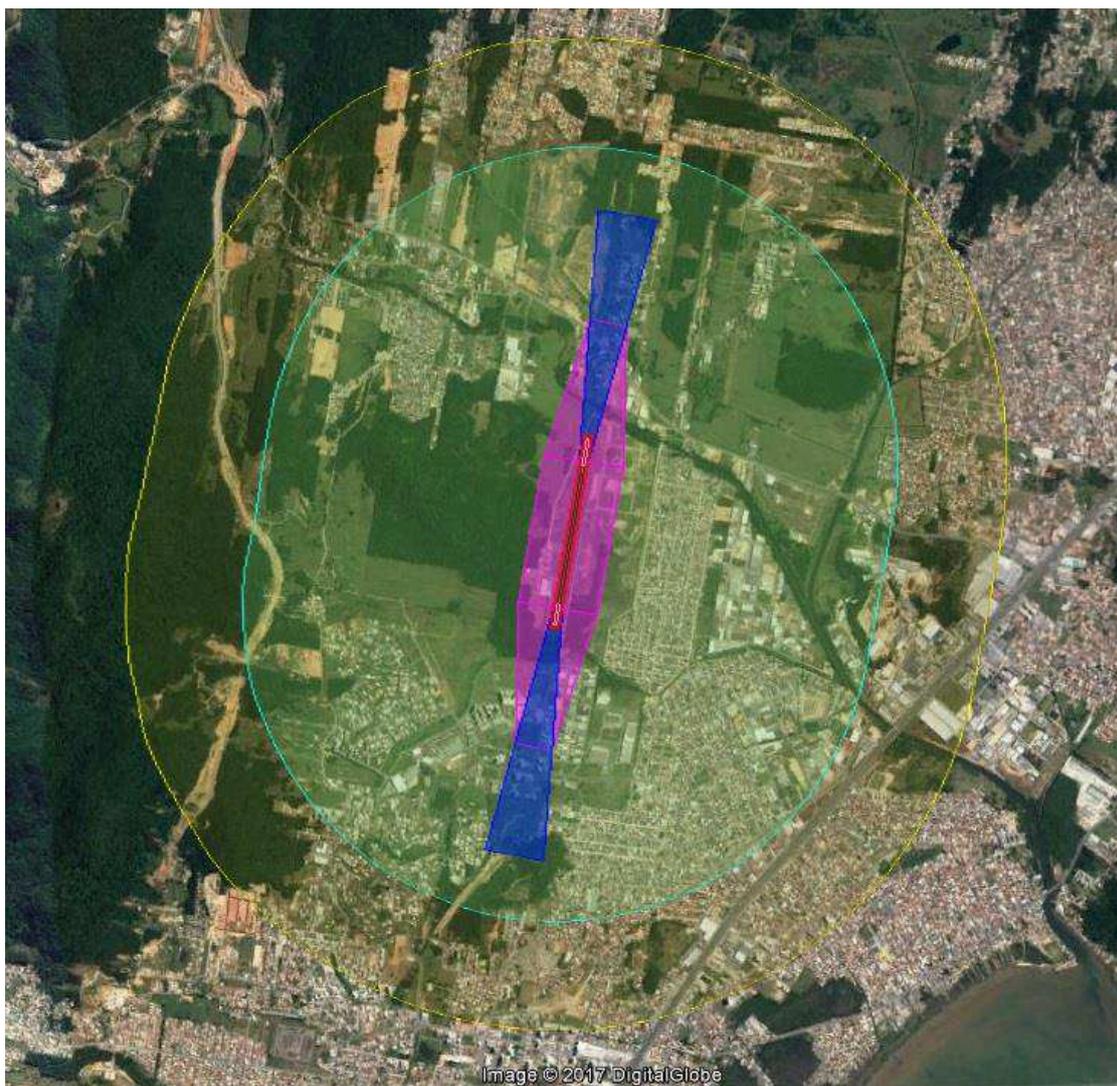
As superfícies de aproximação interna, transição interna, pouso interrompido e horizontal externa não são aplicáveis para aeródromos com código de referência 1-A.

Neste estudo de caso as superfícies de aproximação e de decolagem são coincidentes, pois ambas apresentam os mesmos requisitos básicos de dimensões e angulações de gradientes verticais e laterais. A superfície de aproximação para aeródromos com código de referência 1 possui apenas a primeira seção, iniciando a uma distância de 30 metros das cabeceiras. Na superfície de decolagem devemos levar em conta a zona desimpedida (CWY), caso ela exista, porém, a pista do Aero clube de Santa Catarina não possui zona desimpedida em nenhuma de suas cabeceiras, portanto a superfície deve iniciar a 30 metros cabeceira oposta à cabeceira de decolagem.

As zonas de parada (SWY) que existem no prolongamento da pista são consideradas para determinação da faixa de pista, mas são desconsideradas para o dimensionamento das superfícies limitadoras de objetos projetados no espaço aéreo a que o Aero clube de Santa Catarina está sujeito.

A partir desses dados foram elaboradas as 5 superfícies limitadoras de objetos projetados no espaço aéreo que envolvem o Aero clube de Santa Catarina, sendo estas apresentadas de forma simplificada na imagem aérea a seguir, sendo mostradas ainda de forma detalhadas no projeto completo do PBZPA apresentado no anexo E deste trabalho.

Figura 4: Imagem aérea com superfícies limitadoras de obstáculos



Fonte: Adaptação de Google Earth.

## 4.2 Levantamento das áreas abrangidas pelo PBZPA

Conhecidas às áreas sujeitas as superfícies limitadoras de objetos projetados no espaço aéreo do PBZPA do Aeroclube de Santa Catarina passou-se então ao levantamento de dados desta região.

O primeiro passo foi o levantamento de dados altimétricos do terreno na área de influência das superfícies limitadoras de objetos projetados no espaço aéreo, sendo esses dados conseguidos junto a base de dados de acesso público ASTER GDEM v2 Worldwide Elevation Data (1 arc-second resolution), que possui dados altimétricos de toda a superfície do planeta, por meio do uso do programa computacional Global Mapper 18, que trata estes dados e os converte para curvas de nível, adotando uma área pouco maior que a abrangida pelo estudo, tendo como referência o DATUM WGS84.

No projeto do PBZPA, as curvas de nível foram representadas de 5 em 5 metros por conta de uma orientação do ICA 63-19/2015, que diz que em desenhos com escala entre 1:10.000 e 1:25.000 devem apresentar tal equidistância entre curvas, porém para a

análise de dados do item a seguir foi utilizada a equidistância de 1 em 1 metro para melhorar a precisão.

Em seguida foi feito um levantamento do espaço por meio do uso de imagens aéreas, obtidas através do programa computacional Google Earth, com última atualização das imagens no dia 28 de setembro de 2016, usando essas imagens para identificar no terreno áreas de mata preservada, de ocupação humana, rios, rodovias, entre outros itens expressos no projeto do PBZPA.

Após isso foi feito um levantamento in loco de algumas áreas críticas, principalmente as abrangidas pelas superfícies de aproximação, decolagem e transição, para identificar possíveis edificações que infringissem os limites das referidas superfícies, sendo identificadas algumas edificações com potencial risco na região do bairro Pedra Branca, no município de Palhoça.

Foi feita uma consulta junta ao setor de análise de projetos da Prefeitura do Município de Palhoça, e aquele setor informou a cota máxima dos edifícios que podem apresentar risco ao tráfego aéreo a partir da cabeira 03 da pista do Aeroclube de Santa Catarina, sendo esses dados apresentados na tabela a seguir:

*Tabela 5: Edificações com potencial risco de infringirem as superfícies limitadoras*

Código de identificação	Identificação do edifício	Cota máxima	Localização	
			Latitude	Longitude
ED01	Inatec	30,37 m	27°37'22,14"	48°40'31,75"
ED02	Sunset	47,96	27°37'31,03"	48°40'30,36"
ED03	Condomínio Spazio	50,58	27°37'32,04"	48°40'31,69"
ED04	Serro	55,15	27°37'31,24"	48°40'35,87"
ED05	Castel Stelar	52,06	27°37'34,14"	48°40'33,61"
ED06	Il Colosseo	53,35	27°37'33,83"	48°40'36,61"
ED07	Condomínio Prim	54,32	27°37'37,42"	48°40'37,13"

Fonte: Prefeitura Municipal de Palhoça.

A cotas máximas de elevação dos edifícios são apresentadas em relação ao nível médio do mar.

Algumas outras edificações da região poderiam fazer parte da análise dos dados, porém não foram conseguidos dados altimétricos de tais edificações.

No território do município de São José abrangido pelas superfícies limitadoras de obstáculos não foram identificadas edificações com potencial risco de ultrapassarem os limites das superfícies limitadoras de objetos projetados no espaço aéreo, não sendo informado pelo setor de Análise de Projetos daquela Prefeitura nenhum imóvel que pudesse apresentar tais características.

Objetos naturais com potencial risco de infringirem as superfícies limitadoras de obstáculos foram identificados no território dos dois municípios abrangidos pelo estudo, e seus dados altimétricos estão apresentados no projeto por meio de curvas de nível. Os

objetos naturais que apresentam altitude acima da cota 51 em relação ao nível do mar, limite da superfície horizontal interna (45 metros acima da elevação do aeródromo) e estão inseridos na região desta superfície são apresentados com uma hachura na planta do PBZPA.

### **4.3 Análise da área abrangida pelo PBZPA**

A partir dos dados apresentados nos itens anteriores podemos verificar que as edificações apresentadas na tabela 4 podem causar risco para o tráfego aéreo que faz sua movimentação a partir da cabeceira 3 da pista de pouso de decolagem do Aeroclube de Santa Catarina, sendo que todas estas edificações estão situadas na região abrangida pela superfície de aproximação da cabeceira 03.

A superfície de aproximação é um plano inclinado com origem 30 metros distante da cabeceira e surgindo na mesma cota desta, tendo um gradiente vertical de 5% e gradientes de abertura lateral de 10 % para cada lado. Essa superfície se prolonga por uma distância horizontal de 1600 metros, porém a 900 metros ela atinge 45 metros de altura, que é a altura da superfície horizontal interna, e conseqüentemente passa a ser o limite mais restritivo.

Por se tratar de um plano inclinado com angulações e distancias conhecidas, a análise das edificações pode ser feita por relações trigonométricas envolvendo a distância em que estão do início da rampa inclinada e o ângulo da rampa, para se saber a altitude da rampa neste ponto e compará-la com a cota máxima da edificação.

Para facilitar a visualização e a análise dos dados foi traçado um perfil longitudinal a partir do eixo da pista, onde foram incluídos os edifícios que foram levantados e descritos no item anterior, sendo mostrado no projeto apenas o perfil a partir da cabeceira 03, já para a cabeceira 21 o perfil longitudinal seria idêntico, mas sem apresentar objetos a serem analisados, o que permitiu uma escala melhor visualização do perfil.

Por estarem todas inseridas na região da superfície de aproximação as edificações foram projetadas sobre a linha do eixo da pista, pois isso não traz nenhum erro ao cálculo já que não há variação da cota da superfície de aproximação no sentido perpendicular ao eixo da pista, sendo considerado para a análise e desenho a cota do terreno na real localização do edifício.

Fazendo-se a análise do perfil, é possível observar que o ED01 não apresenta risco ao tráfego aéreo, pois mesmo tendo uma cota máxima de 30,37 metros ele não atinge a cota da superfície de aproximação, que nessa região está a uma cota de 41,13 metros em relação ao nível médio do mar, referencial este utilizados para expressar todas as cotas (altitudes).

As edificações ED02 e ED03, assim como a ED01, também respeitam os limites das superfícies de aproximação e decolagem, mas necessitam de uma análise

suplementar, pois estão além da distância horizontal de 900 metros do início destas superfícies e, portanto, devem respeitar também o limite da superfície horizontal interna.

A superfície horizontal interna é uma superfície horizontal que circunda a pista do aeródromo, estando, para o Aeroclube de Santa Catarina, a uma altura de 45 metros acima da elevação de referência do aeródromo, o que coincide com a elevação da cabeceira 03 do aeródromo, ou seja, limitando os objetos projetados no espaço aéreo e abrangidos por esta superfície a estarem à uma cota máxima de 51,096 metros.

Por conta de a representação das curvas de nível utilizadas serem de 1 em 1 metro foi considerado que qualquer objeto que ultrapasse a cota 51 metros estará ultrapassando a superfície horizontal interna.

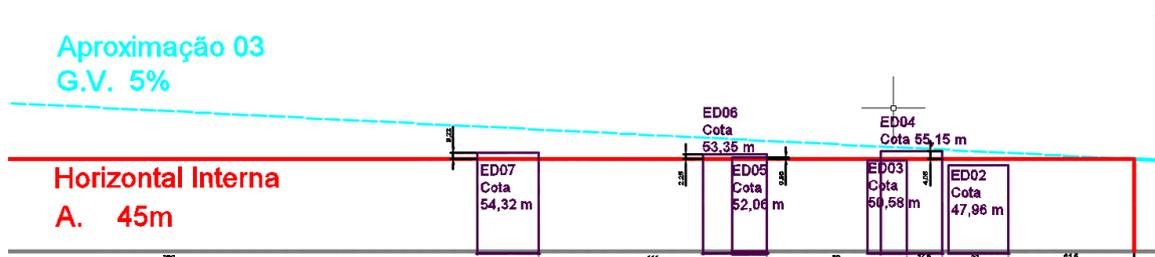
As edificações ED02 e ED03 tem, respectivamente, cota máxima de 50,58 metros e 47,96 metros, portanto, também respeitam o limite da superfície horizontal interna.

As edificações ED04, ED05, ED06 e ED07 apresentam cotas máximas abaixo das cotas da superfície de aproximação e de decolagem em seus respectivos pontos, o que lhes daria segurança adequada para realização dos movimentos de pouso e decolagens em relação a cabeceira 03, porém todas essas edificações também estão além dos 900 metros de distância do início da superfície de aproximação, devendo respeitar também o limite da superfície horizontal interna.

A partir dessas considerações e do perfil longitudinal projetado podemos ver que as edificações ED04, ED05, ED06 e ED07 não respeitam o gabarito construtivo máximo imposto pela superfície horizontal interna, apresentando, respectivamente, cotas máximas 55,15 metros, 52,06 metros, 53,35 metros e 54,32 metros. Por conta disso podemos verificar que não temos a garantia requerida pelos regulamentos para a segurança de aeronaves em situação de contingência e nem para a manutenção dos mínimos operacionais que garantem a regularidade das operações aéreas, que são as finalidades da superfície horizontal interna.

Na figura 5, a seguir, podemos ver com mais detalhes o trecho do perfil que mostra as edificações ED02, ED03, ED04, ED05, ED06 e ED07.

Figura 5: Detalhe do perfil longitudinal da ZPA



Podemos verificar também que nenhuma edificação infringe os limites das superfícies de aproximação e de decolagem, o que é mais crítico pois causa impacto

direto sobre a movimentação normal de pousos e decolagens da pista, podendo em alguns casos determinar a redução das dimensões da pista ou até mesmo a inviabilidade de seu uso.

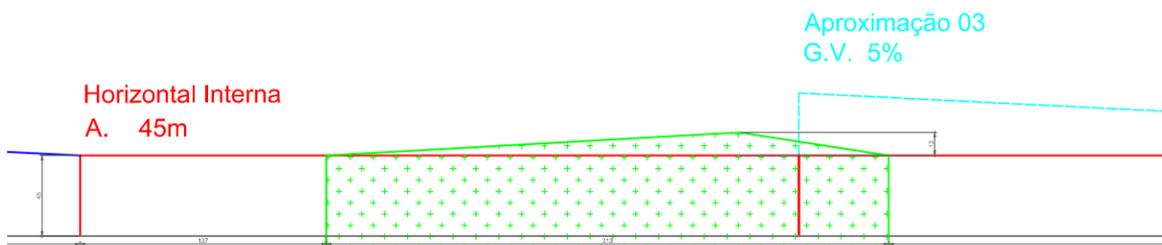
Outro aspecto analisado diz respeito aos objetos naturais que se projetam sobre as superfícies limitadoras de obstáculos, problemas que geralmente não podem ser corrigidos, e na região de abrangência das superfícies limitadoras de objetos projetados do Aeroclube de Santa Catarina temos alguns casos de objetos naturais infringindo tais superfícies, sendo 4 deles, que estão dentro da região abrangida pela Superfície Horizontal Interna.

Dentre aqueles objetos, o mais crítico é a elevação natural situada na superfície de aproximação da cabeceira 03, sendo esse objeto projetado mostrado na planta do perfil longitudinal.

Pelo perfil longitudinal podemos ver que a montanha ultrapassa em aproximadamente 13 metros a cota da superfície horizontal interna, porém não se aproxima do que seria o limite das superfícies de decolagem e de aproximação nesse trecho, o que coloca esse objeto projetado na mesma situação que os edifícios descritos anteriormente.

Na figura 6, a seguir, podemos com mais detalhes o trecho do perfil que mostra a porção desse objeto natural que ultrapassa os limites da superfície horizontal interna:

*Figura 6: Detalhe 2 do perfil longitudinal*



Os outros três objetos naturais projetados no espaço aéreo que ultrapassam o limite da superfície horizontal interna estão em regiões menos críticas para a segurança do tráfego aéreo.

A região a oeste da pista de pouso e decolagens, como podemos ver pelas curvas de nível expressadas na planta do PBZPA, é uma região montanhosa, tendo cotas bastante elevadas, chegando em alguns pontos a ultrapassar os limites da superfície cônica, o que coloca essa região na mesma situação dos objetos naturais projetados no espaço aéreo mencionados anteriormente.

A partir da análise feita podemos ver que alguns objetos projetados no espaço aéreo causam risco para aeronaves em situação de contingência e começam a comprometer a manutenção dos mínimos operacionais que garantem a regularidade das

operações aéreas, porém existe segurança para manutenção das condições de tráfego aéreo na pista de pouso e decolagens analisada.

Por conta das edificações e objetos naturais existentes na região de abrangência das superfícies limitadoras de objetos projetados fica comprometida qualquer perspectiva de ampliação das características físicas da pista, principalmente em relação a cabeceira 03, impedindo aumento de suas dimensões e de categoria de performance das aeronaves que ali trafegam, o que poderia ocasionar uma mudança de código de referência do aeródromo e conseqüentemente gerando superfícies limitadoras ainda mais restritivas.

## **5 Verificação do Plano de Zoneamento de Ruído para o Aeroclube de Santa Catarina**

A partir dos dados apresentados no capítulo 3 foi elaborado o estudo de caso do Aeroclube de Santa Catarina elaborando um Plano Básico de Zoneamento de Ruído (PBZR) para o referido aeródromo, fazendo um levantamento das áreas abrangidas pelas curvas de ruído e em seguida apresentando um diagnóstico da área estudada, apresentando a conformidade das edificações existentes na região de abrangências das curvas de ruído e seus usos com a legislação vigente.

### **5.1 Plano básico de zoneamento de ruído do aeródromo de Santa Catarina**

O plano de zoneamento de ruído é dimensionado conforme descrito pela ANAC no Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) 161 de setembro de 2013 e lá estão as orientações necessárias para a sua elaboração do PBZR e análise da área abrangida por ele.

Como o Aeroclube de Santa Catarina possui uma média anual de movimentos inferior a 7.000 nos últimos 3 anos não há obrigatoriedade de elaboração de um plano específico de zoneamento de ruído, sendo suficiente então a adoção de um plano básico.

Para se elaborar o PBZR, o primeiro requisito é analisar o número de movimentos da pista de pouso e decolagem, adotando-se o número de movimentos do último ano para classificar o aeródromo e determinar as dimensões que as curvas simplificadas de ruído devem possuir. Esses dados são obtidos do RBAC 161 e estão disponibilizados no anexo C deste trabalho.

Através da tabela de classificação, tabela 9 deste trabalho (anexo C), podemos classificar o Aeroclube de Santa Catarina como um aeródromo classe 2, por ter apresentado no ano último ano (2016) 1738 movimentos de pouso e decolagem, conforme dados da tabela 3.

Por ser um plano básico, são determinadas curvas de ruído simplificadas de 75 dB e 65 dB, e para um aeródromo de classe 2 a tabela 9 determina as dimensões de curvas a seguir:

Figura 7: Imagem aérea das curvas de ruído de 75 e 65 dB do Aero clube de SC



Fonte: Adaptação de Google Earth.

## 5.2 Levantamento das áreas abrangidas pela ZPR

Conhecidas as áreas abrangidas pelas curvas de ruído de 65 e 75 dB do PBZR do Aero clube de Santa Catarina passou-se então ao levantamento de dados desta área.

O primeiro passo foi fazer um levantamento do espaço coberto pelas curvas de ruído por meio do uso de imagens aéreas, obtidas através do programa computacional Google Earth, com última atualização das imagens no dia 28 de setembro de 2016, usando essas imagens para identificar no terreno as divisões de quadras, lotes edificados e terrenos baldios, rios, rodovias, entre outras áreas de interesse do projeto, todas representadas na planta do PBZR.

Em seguida, foi feito um levantamento in loco das áreas abrangidas pelas curvas de ruído, classificando-se as edificações existentes em residenciais, comerciais e serviços ou industriais e de produção, sendo estes lotes edificados diferenciados no projeto por hachuras específicas para cada uma das três finalidades acima.

Essas classificações de uso do solo são regulamentadas pelo RBAC 161/2013 e apresentadas na tabela 10 (anexo D), existindo além dos 3 usos descritos acima, o uso público, para edificações como hospitais, escolas, igrejas, entre outras, e uso

recreacionais, como ginásios, parques, praças, entre outros, porém nenhuma edificação com estes dois tipos de uso foi identificada na região analisada.

A planta do PBZR do Aeroclube de Santa Catarina contendo, entre outras coisas, sítio aeroportuário, pista de pouso e decolagem, curvas de ruído e usos e ocupação do solo do entorno do aeródromo, está disposta no anexo F deste trabalho.

### **5.3 Análise da área abrangida pelo PBZR**

A partir dos dados expostos nos itens anteriores é possível fazer uma análise da área abrangida pelas curvas de ruído geradas para o Aeroclube de Santa Catarina.

A curva de ruído mais restritiva quanto ao uso e ocupação do solo é a curva de 75 dB, estando ela mais próximo à pista de pouso e decolagens, que é a região que está submetida à índices mais elevados de ruído aeronáutico.

A região abrangida pela curva de 75 dB do Aeroclube de Santa Catarina não foi identificada nenhuma edificação, estando esta área inserida no sítio aeroportuário em praticamente toda sua totalidade, sobrando apenas uma pequena região no limite mais ao sul desta área que não faz parte do sítio aeroportuário, mas que não possui nenhuma edificação.

Esta área fora do sítio aeroportuário mencionada no parágrafo anterior pertence ao município de Palhoça, estando em uma região com zoneamento de área residencial predominante, o que determina que aquela área deve ser utilizada para residências ou pequenos comércios locais, usos que não são adequados segundo o RBAC 161/2013, porém são permitidos se o uso for determinado por algum órgão competente, e os projetos devem conter medidas para garantir uma redução de ruído no interior da edificação de pelo menos 25 dB.

A região abrangida pela curva de 65 dB é mais ampla, e conseqüentemente menos restritiva, já que o ruído aeronáutico já é menor nesta região.

Na região sul da curva, novamente região pertencente ao município de Palhoça, foram identificadas edificações industriais, em uma região onde existe um parque industrial. O RBAC 161/2013 permite tal uso em uma região integrante da curva de 65dB, porém a edificação deve possuir em seu projeto medidas para garantir uma redução de ruído no interior da edificação de 25 dB.

Outra porção do mesmo trecho mencionado no parágrafo anterior não se encontra edificada, mas pelo zoneamento do município de Palhoça é uma região predominantemente de uso residencial ou comercial e de serviços, e para tal uso do solo o RBAC 161/2013 determina que edificações comerciais devem possuir em seu projeto medidas para garantir uma redução de ruído no interior da edificação de 25 dB. Determina, também, que edificações residenciais só são permitidas por ordem de órgão competente e com a adoção das mesmas medidas para diminuição de ruído dos edifícios comerciais.

O trecho norte da curva de 65 dB está inserido no município de São José, estando em uma área bastante urbanizada e basicamente de uso residencial, sendo identificadas apenas edificações com tal uso. Para tal uso do solo o RBAC 161/2013 determina as restrições já descritas no parágrafo anterior, que consiste em aprovação somente por órgão competente e com medidas para redução de ruído na ordem de 25dB.

As edificações existentes no local não aparentam possuir nenhum artifício construtivo para garantir tal redução de ruído, pois são basicamente habitações populares, sendo casa de padrão construtivo baixo ou normal e um conjunto habitacional popular, estando, portanto, em desacordo com o disposto no regulamento.

Na faixa lateral oeste da pista de pouso e decolagem, região compreendida pela curva de 65 dB encontram-se parte das edificações pertencentes ao sítio aeroportuário, estando ali sede administrativa do aeroclube, espaço de convivência para sócios e alguns hangares. Segundo o RBAC 161/2013 o prédio administrativo do aeroclube deve, por estar inserido nesta área da curva de 65 dB, possuir medidas para a redução de ruído na ordem de 25 dB, enquanto que os outros usos são permitidos.

Na faixa lateral leste da pista de pouso e decolagem, região compreendida pela curva de 65dB não existem edificações, porém está em construção um condomínio industrial de propriedade da Empresa Pedra Branca, o Aeroparque, sendo esta uma parceria entre a empresa e o Aeroclube de Santa Catarina, pois a empresa irá construir uma pista de táxi paralela a pista de pouso e decolagem do aeroclube e a primeira linha de terrenos do loteamento será exclusiva para a construção de hangares, e as demais áreas do empreendimento terão uso industrial. O projeto será entregue no segundo semestre do ano de 2018.

Segundo o RBAC 161/2013, as indústrias que se instalarem na região descrita no parágrafo anterior deverão apresentar em seus projetos garantias para uma redução de ruído de 25 dB no interior das edificações.

## 6 Conclusões

O presente trabalho fez uma análise da região do entorno do Aeroclube de Santa Catarina, estudando as restrições que um aeródromo gera para as edificações de seu entorno, por conta das zonas de proteção de aeródromo e do zoneamento de ruído. Vale ressaltar novamente que o trabalho tem fins exclusivamente acadêmicos, não dispondo da confiabilidade necessária com relação a coleta de dados disponíveis para análise adequada de toda a vasta região abrangida pelo estudo.

O trabalho foi importante para se mensurar a grande necessidade de fiscalização dos órgãos competentes quando avaliam um novo projeto de edificação para uma região que é influenciada por um aeródromo, pois esta edificação pode vir a causar risco para o tráfego aéreo, cause não respeite os limites das superfícies limitadoras de objetos projetados no espaço aéreo ou podem causar problemas para os usuários de tais edificações que estarão submetidos a índices elevados de ruído aeronáutico.

Podemos perceber também que a pista do Aeroclube de Santa Catarina apresenta segurança para a manutenção de suas movimentações atuais em relação aos objetos projetados no espaço aéreo, porém podemos ver que alguns objetos projetados no espaço aéreo causam risco para aeronaves em situação de contingência e começam a comprometer a manutenção dos mínimos operacionais que garantem a regularidade das operações aéreas.

Por conta da ocupação urbana já existente no seu entorno, principalmente nas proximidades da cabeceira 03, fica praticamente descartada qualquer mudança no cenário atual de característica físicas e operacionais do aeródromo.

Outro ponto que pode ser notado é que o número de movimentos de pouso e decolagem anual da pista do Aeroclube está próximo ao limite da Classe 2, e se esse número de movimento aumentar o aeródromo pode passar para a classe 3, o que aumentaria as dimensões das curvas de ruído e conseqüentemente a sua abrangência, causando ainda mais restrições de uso do solo do entorno.

Estudos mais aprofundados e com coleta de dados mais precisa, principalmente com relação a dados de altimetria do terreno e de objetos projetados no espaço aéreo seriam interessantes para um melhoramento da pesquisa, porém ela já se mostrou de grande valor neste estudo.

Adoção de softwares de modelagem em três dimensões e programas de realidade aumentada seriam instrumentos interessantes para facilitar a análise e coleta dos dados.

## **Referências Bibliográficas**

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil, RBAC nº 01, Definições, Regras de redação e unidade de medidas, de 02 de março de 2011.

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil, RBAC nº 91, Requisitos gerais para operação de aeronaves civis, de 05 de março de 2016.

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil, RBAC nº 135, Projeto de aeródromos, de 26 de junho de 2012.

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil, RBAC nº 154, Requisitos operacionais: operações complementares e por demanda, de 21 de fevereiro de 2014.

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil, RBAC nº 161, Planos de Zoneamento de Ruído de Aeródromos, de 13 de setembro de 2013.

Ministérios da Defesa, Comando da Aeronáutica, ICA 63-19, Critérios de Análise Técnica da Área de Aeródromos.

Ministérios da Defesa, Comando da Aeronáutica, Portaria 957/CG3 de 9 de Julho de 2015.

YOUNG, S; Wells, A. Aeroportos – Planejamento e Gestão. 6ª Ed. Editora Bookman, 2014.

## Anexo A – Tabelas para projeto do PBZPA

Tabela 6: Classificação das cabeceiras em função do tipo de operação

PARÂMETROS	TIPO DE OPERAÇÃO						
	VFR	IFR NPA	IFR PA				
			CAT I	CAT II	CAT III A	CAT III B	CAT III C
Tipo	Visual ou PinS	A	B	B	B	B	B
MDH/DH (pés)	-	MDH/DH $\geq$ 250	250 > DH $\geq$ 200	200 > DH $\geq$ 100	Sem DH ou DH < 100	Sem DH ou DH < 50	Sem DH
Visibilidade (m)	-	$\geq$ 1000	$\geq$ 800	-	-	-	-
RVR (m)	-	-	$\geq$ 550	$\geq$ 300	$\geq$ 175	175 > RVR $\geq$ 50	-

Fonte: Portaria 957/CG3 do Comando da Aeronáutica, de 9 de julho de 2015.

Tabela 7: Código de referência de aeródromo

Elemento 1 do código		Elemento 2 do código		
Número do código	Comprimento básico de pista requerido pela aeronave	Letra do código	Envergadura	Distância entre as rodas externas do trem de pouso principal
1	Inferior a 800m	A	Inferior a 15 m	Inferior a 4,5 m
2	de 800 m a 1200 m exclusive	B	De 15 m a 24 m exclusive	De 4,5 m a 6 m exclusive
3	de 1200 m a 1800 m exclusive	C	De 24 m a 36 m exclusive	De 6 m a 9 m exclusive
4	1800 m e acima	D	De 36 m a 52 m exclusive	De 9 m a 14 m exclusive
		E	De 52 m a 65 m exclusive	De 9 m a 14 m exclusive
		F	De 65 m a 80 m exclusive	De 14 m a 16 m exclusive

Fonte: Portaria 957/CG3 do Comando da Aeronáutica, de 9 de julho de 2015.

Tabela 8: Categoria de performance de aeronaves

Categoria	Velocidade de Cruzamento da Cabeceira ( $V_{at}$ ) <sup>(1)</sup>
A	$V_{at} < 169 \text{ Km/h (91 Kt)}$
B	$169 \text{ Km/h (91 Kt)} < V_{at} < 224 \text{ Km/h (121 Kt)}$
C	$224 \text{ Km/h (121 Kt)} < V_{at} < 261 \text{ Km/h (141 Kt)}$
D	$261 \text{ Km/h (141 Kt)} < V_{at} < 307 \text{ Km/h (166 Kt)}$
E	$307 \text{ Km/h (166 Kt)} < V_{at} < 391 \text{ Km/h (211 Kt)}$
H	Não aplicável

(1) Velocidade de cruzamento da cabeceira baseada em 1,3 vezes a velocidade de estol ou 1,23 vezes a velocidade de pouso na configuração e peso máximo certificado.

Fonte: Portaria 957/CG3 do Comando da Aeronáutica, de 9 de julho de 2015.

Tabela 9: Dimensões das superfícies limitadoras de obstáculos

SUPERFÍCIES <sup>(1)</sup>	VISUAL				IFR NÃO PRECISÃO				IFR PRECISÃO				
	Código de Referência de Aeródromo												
	CAT I				CAT II e III								
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	3 e 4
<b>APROXIMAÇÃO</b>													
<b>Primeira Seção</b>													
Largura da borda interna (m)	60	80	150	150	150	150	300	300	150	150	300	300	300
Distância da cabeceira (m) <sup>(2)</sup>	30	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Abertura total (%) <sup>(3)</sup>	10	10	10	10	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Comprimento (m)	1600	2500	3000	3000	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Gradiente (%)	5	4	3,33	2,5	3,33	3,33	2	2	2,5	2,5	2	2	2
<b>Segunda Seção</b>													
Abertura total (%) <sup>(3)</sup>	-	-	-	-	-	-	15	15	15	15	15	15	15
Comprimento (m)	-	-	-	-	-	-	3600 <sup>(4)</sup>	3600 <sup>(4)</sup>	12000	12000	3600 <sup>(4)</sup>	3600 <sup>(4)</sup>	3600 <sup>(4)</sup>
Gradiente (%)	-	-	-	-	-	-	2,5	2,5	3	3	2,5	2,5	2,50
<b>Seção Horizontal</b>													
Abertura total (%) <sup>(3)</sup>	-	-	-	-	-	-	15	15	15	15	15	15	15
Comprimento (m)	-	-	-	-	-	-	8400 <sup>(4)</sup>	8400 <sup>(4)</sup>	-	-	8400 <sup>(4)</sup>	8400 <sup>(4)</sup>	8400 <sup>(4)</sup>
Desnível (m) <sup>(3)</sup>	-	-	-	-	-	-	A det.	A det.	A det.	A det.	A det.	A det.	A det.
Comprimento Total (m)	1600	2500	3000	3000	2500	2500	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000
<b>DECOLAGEM</b>													
Largura da borda interna (m)	60	80	180	180	60	80	180	180	60	80	180	180	180
Distância da cabeceira oposta (m) <sup>(6)</sup>	30	60	60	60	30	60	60	60	30	60	60	60	60
Abertura para cada lado (%)	10	10	12,50	12,50	10	10	12,50	12,50	10	10	12,50	12,50	12,50
Largura final (m)	380	580	1200 <sup>(7)</sup>	1200 <sup>(7)</sup>	380	580	1200 <sup>(7)</sup>	1200 <sup>(7)</sup>	380	580	1200 <sup>(7)</sup>	1200 <sup>(7)</sup>	1200 <sup>(7)</sup>
Comprimento (m)	1600	2500	15000	15000	1600	2500	15000	15000	1600	2500	15000	15000	15000
Gradiente (%)	5	4	2	2	5	4	2	2	5	4	2	2	2
<b>APROXIMAÇÃO INTERNA</b>													
Largura da borda interna (m)	-	-	-	-	-	-	-	-	90	90	120 <sup>(8)</sup>	120 <sup>(8)</sup>	120 <sup>(8)</sup>
Distância da cabeceira (m)	-	-	-	-	-	-	-	-	60	60	60	60	60
Abertura para cada lado (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	Paralela	Paralela	Paralela	Paralela	Paralela
Comprimento (m)	-	-	-	-	-	-	-	-	900	900	900	900	900
Gradiente (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5	2,5	2	2	2
<b>TRANSIÇÃO INTERNA</b>													
Gradiente (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	40	40	33,30	33,30	33,30
<b>POUSO INTERROMPIDO</b>													
Largura da borda interna (m)	-	-	-	-	-	-	-	-	90	90	120 <sup>(8)</sup>	120 <sup>(8)</sup>	120 <sup>(8)</sup>
Distância da cabeceira (m)	-	-	-	-	-	-	-	-	x <sup>(9)</sup>	x <sup>(9)</sup>	1800 <sup>(10)</sup>	1800 <sup>(10)</sup>	1800 <sup>(10)</sup>
Abertura para cada lado (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	10	10	10	10	10
Gradiente (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	3,33	3,33	3,33
<b>TRANSIÇÃO</b>													
Gradiente (%)	20	20	14,3	14,3	20	20	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3
<b>HORIZONTAL INTERNA</b>													
Altura (m)	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Raio (m)	2000	2500	4000	4000	3500	3500	4000	4000	3500	3500	4000	4000	4000
<b>CÔNICA</b>													
Gradiente (%)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Altura(m)	35	55	75	100	60	60	75	100	60	60	100	100	100
<b>HORIZONTAL EXTERNA</b>													
Altura (m)	-	-	-	-	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Raio (m)	-	-	-	-	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000

(1) Todas as dimensões são medidas horizontalmente, a menos que especificadas de outra forma.

(2) O valor de distância da cabeceira desconsidera a existência de zona de parada.

(3) Quando houver ângulo de divergência, a abertura total para cada um dos lados deverá ser acrescida do ângulo de divergência para o lado específico. O ângulo de divergência é definido em função do maior ângulo de desvio lateral dos procedimentos de aproximação por instrumentos em vigor ou projetado para uma determinada cabeceira. No caso de aeródromos novos ou de construção de novas pistas em aeródromos existentes é definido pela AAL com base no estudo de viabilidade. Em caso de aeródromos existentes, será disponibilizado pelo DECEA por meio da rede mundial de computadores;

(4) Comprimento variável.

(5) É o maior valor entre 150m acima da elevação da cabeceira e o plano horizontal que passa pelo topo de qualquer objeto que define a OCH. No caso de aeródromos novos ou de construção de novas pistas em aeródromos existentes é definido pela AAL com base no estudo de viabilidade. Em caso de aeródromos existentes, será disponibilizado pelo DECEA por meio da rede mundial de computadores.

(6) A superfície de decolagem começa no final da zona desimpedida se o comprimento da zona desimpedida exceder a distância especificada.

(7) 1800m quando a trajetória pretendida incluir mudança de proa maior que 15° quando forem realizadas operações IMC ou VMC noturno.

(8) Onde a letra do código de referência do aeródromo for "F", a largura é aumentada para 155m.

(9) Distância até o final da faixa de pista.

(10) Ou o final da pista, o que for menor.

Tabela 10: Dimensões da Superfície de Voo Visual

TABELA 3-5A – Dimensões da Superfície de Proteção do Voo Visual – PBZPA/PEZPA

(NR) - Portaria n° 1.565/GC3, de 15 de outubro de 2015, publicada no D.O.U n°198, de 16 de outubro de 2015

ÁREAS <sup>(1)</sup>	TODOS OS TIPOS DE OPERAÇÃO				
	Categoria de Performance de Aeronave <sup>(2)</sup>				
	H	A	B	C	D e E
<b>ÁREA 1</b>					
Altura mínima do circuito de tráfego (m)	H <sup>(1)</sup>	-	-	-	-
Longitude (m)	2350	-	-	-	-
Buffer (m)	470	-	-	-	-
Comprimento (m)	2350	-	-	-	-
<b>Seção de Través</b>					
Altura (m)	H - 76	-	-	-	-
<b>Seção de Aproximação e Decolagem</b>					
Altura (m)	H - 99	-	-	-	-
<b>ÁREA 2</b>					
Altura mínima do circuito de tráfego (m)	-	H <sup>(4)</sup>	H <sup>(4)</sup>	H <sup>(4)</sup>	-
Longitude (m)	-	2350	2780	4170	-
Buffer (m)	-	470	470	930	-
Comprimento (m)	-	2350	2780	4170	-
<b>Seção de Través</b>					
Altura (m)	-	H - 152	H - 152	H - 152	-
<b>Seção de Aproximação e Decolagem</b>					
Altura (m)	-	H - 198	H - 198	H - 198	-
<b>ÁREA 3</b>					
Altura mínima do circuito de tráfego (m)	-	-	-	-	457
Longitude (m)	-	-	-	-	7410
Buffer (m)	-	-	-	-	930
Comprimento (m)	-	-	-	-	5560
<b>Seção de Través</b>					
Altura (m)	-	-	-	-	305
<b>Seção de Aproximação e Decolagem</b>					
Altura (m)	-	-	-	-	259

(1) A não ser que exista proibição de operações de helicópteros, todos os aeródromos deverão possuir uma superfície de operação VFR para a categoria da aeronave de asa fixa de projeto e outra superfície de operação VFR para a categoria H.

(2) Para os aeródromos cuja a categoria da aeronave de projeto seja D ou E, serão aplicados os valores de altura das seções de través e de aproximação e decolagem somente a partir do limite da superfície de operação VFR para categoria C.

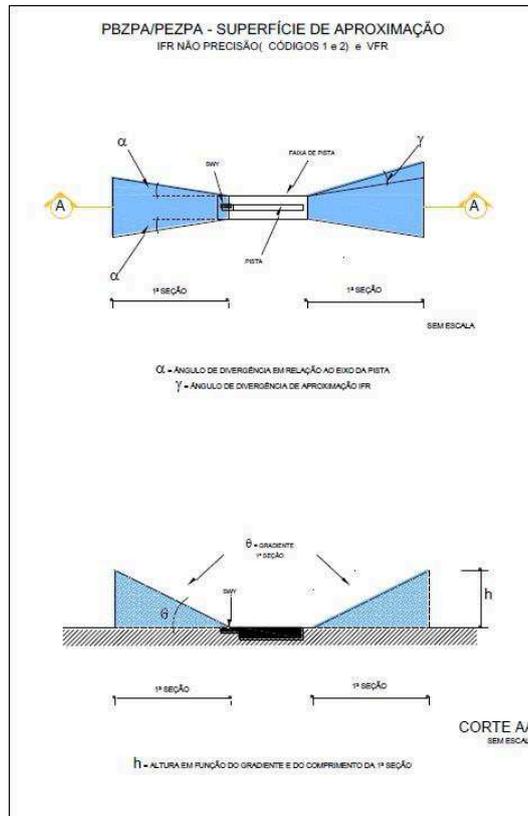
(3) O valor da altura mínima do circuito de tráfego pode ser 152 ou 183 metros.

(4) O valor da altura mínima do circuito de tráfego pode ser 305, 335, 366, 396, 427 ou 457 metros.

Fonte: Portaria 957/CG3 do Comando da Aeronáutica, de 9 de julho de 2015.

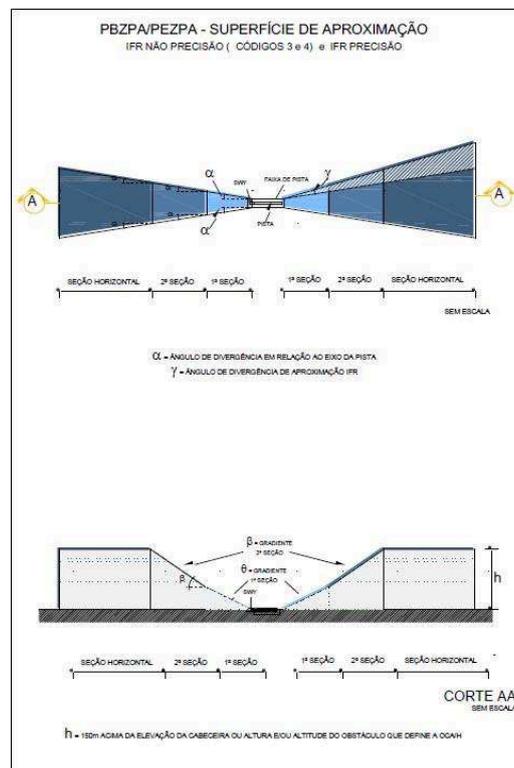
## Anexo B – Superfícies limitadoras de obstáculos

Figura 8: Superfície aproximação códigos 1 e 2



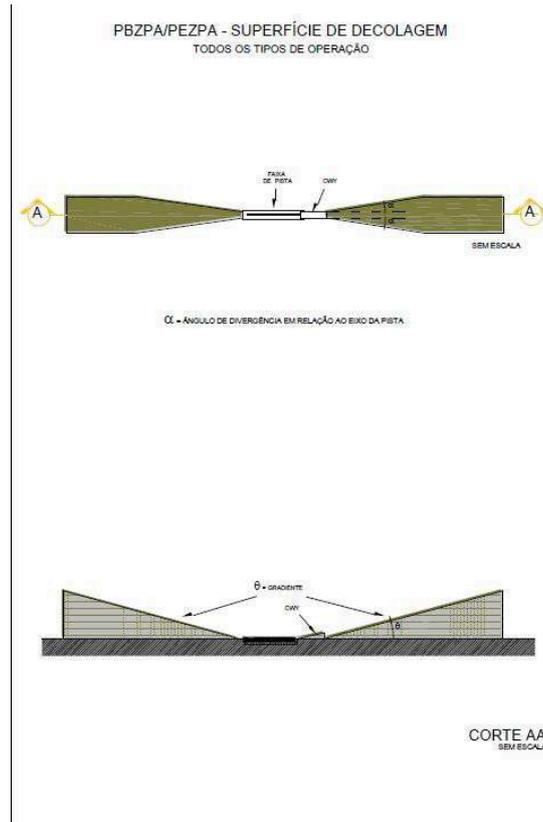
Fonte: Portaria 957/CG3 do Comando da Aeronáutica, de 9 de julho de 2015.

Figura 9: Superfície de aproximação códigos 3 e 4



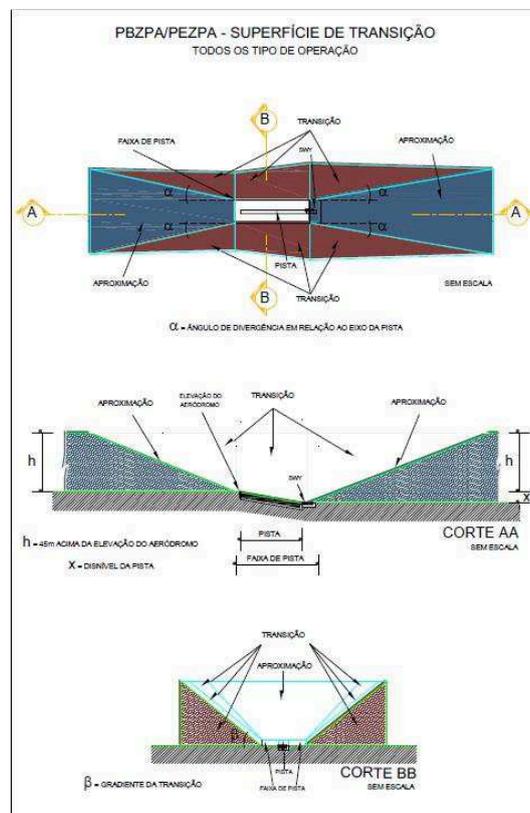
Fonte: Portaria 957/CG3 do Comando da Aeronáutica, de 9 de julho de 2015.

Figura 10: Superfície de decolagem



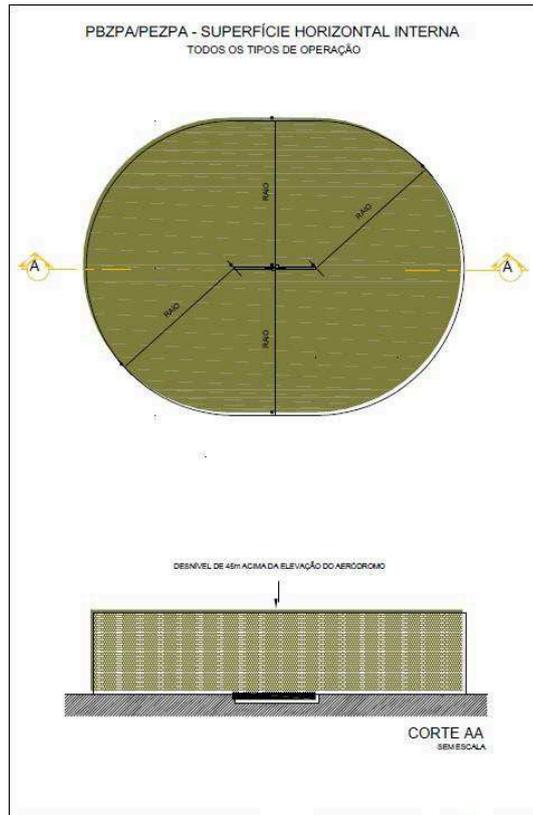
Fonte: Portaria 957/CG3 do Comando da Aeronáutica, de 9 de julho de 2015.

Figura 11: Superfície de transição



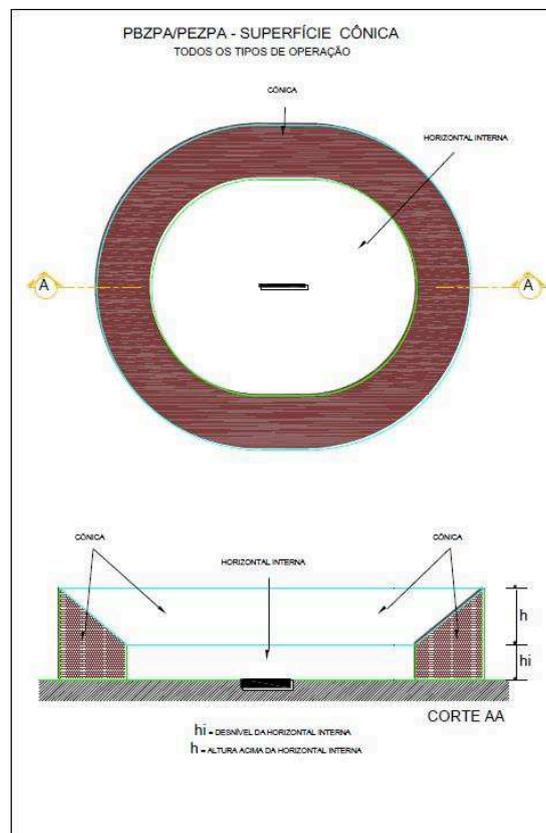
Fonte: Portaria 957/CG3 do Comando da Aeronáutica, de 9 de julho de 2015.

Figura 12: Superfície horizontal interna



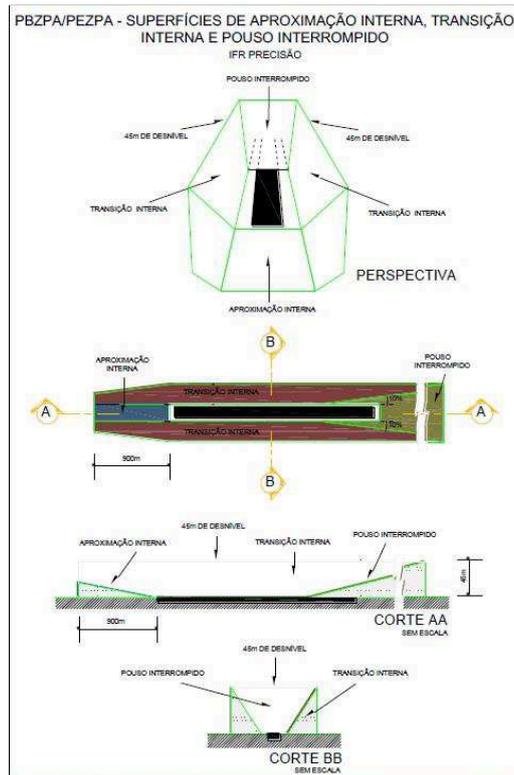
Fonte: Portaria 957/CG3 do Comando da Aeronáutica, de 9 de julho de 2015.

Figura 13: Superfície cônica



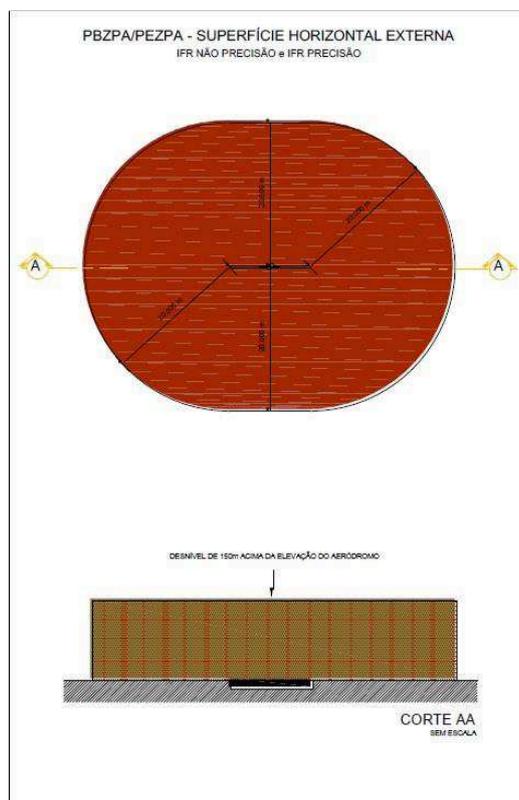
Fonte: Portaria 957/CG3 do Comando da Aeronáutica, de 9 de julho de 2015.

Figura 14: Superfície de aproximação interna, transição interna e pouso interrompido



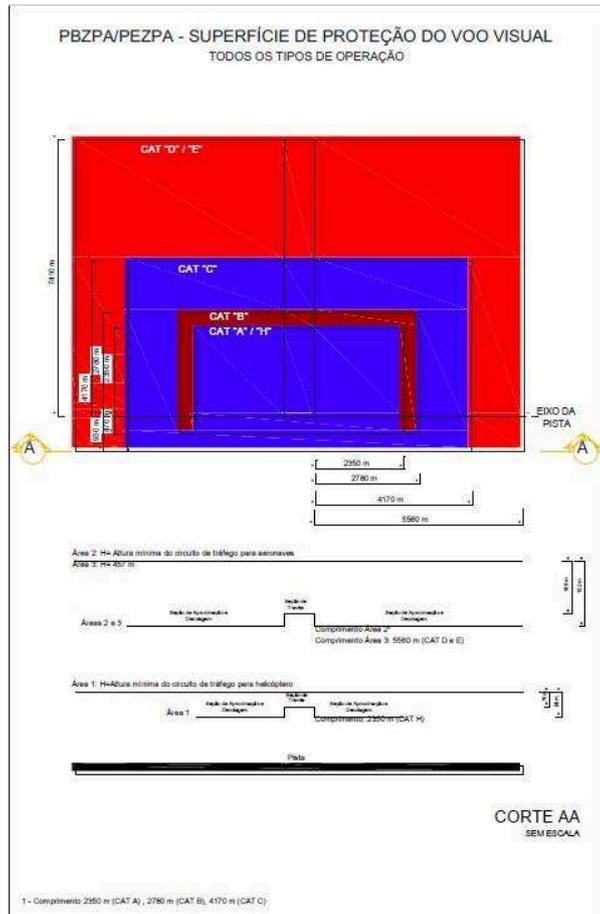
Fonte: Portaria 957/CG3 do Comando da Aeronáutica, de 9 de julho de 2015.

Figura 15: Superfície horizontal externa



Fonte: Portaria 957/CG3 do Comando da Aeronáutica, de 9 de julho de 2015.

Figura 16: Superfície de Proteção de Voo Visual



Fonte: Portaria 957/CG3 do Comando da Aeronáutica, de 9 de julho de 2015.

## Anexo C – Critérios para determinação das curvas do PBZR

Figura 17: Disposição das curvas de ruído do PBZR

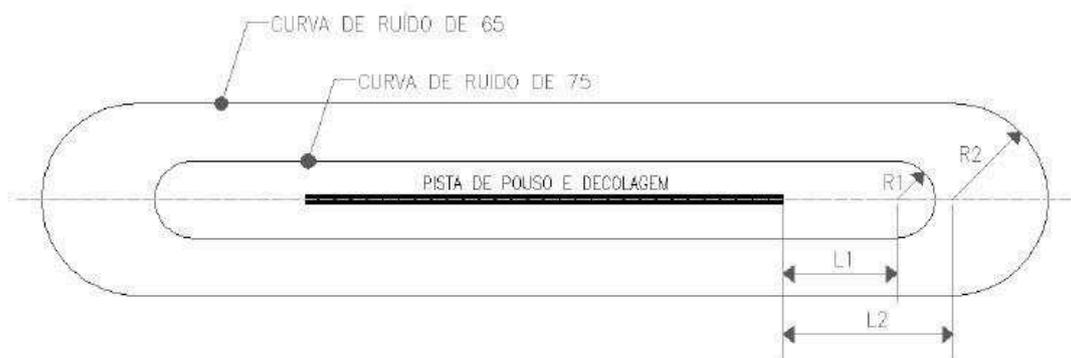


FIGURA C-1- Curvas de Ruído de 75 e 65

### Legenda:

**L1:** distância horizontal, medida sobre o prolongamento do eixo da pista, entre a cabeceira e o centro do semicírculo de raio R1.

**L2:** distância horizontal, medida sobre o prolongamento do eixo da pista, entre a cabeceira e o centro do semicírculo de raio R2.

**R1:** raio do semicírculo da curva de ruído de 75 com centro sobre o prolongamento do eixo da pista.

**R2:** raio do semicírculo da curva de ruído de 65 com centro sobre o prolongamento do eixo da pista.

Fonte: RBAC 161/2013 da ANAC, de 13 de setembro de 2013.

Tabela 11: Dimensões dos parâmetros que formam as curvas do PBZR

TABELA C-1- Dimensões (em metros) das Curvas de Ruído de 75 e 65

Movimento anual	Classe	L1	R1	L2	R2
Até 400	1	70	30	90	60
De 401 a 2.000	2	240	60	440	160
De 2.001 a 4.000	3	400	100	600	300
De 4.001 a 7.000	4	550	160	700	500

Fonte: RBAC 161/2013 da ANAC, de 13 de setembro de 2013.

## Anexo D – Usos compatíveis com as curvas de ruído do PBZR

Tabela 12: Usos compatíveis com as curvas de ruído do PBZR

Uso do Solo	Nível de ruído médio dia-noite (dB)		
	Abaixo de 65	65 – 75	Acima de 75
<b>Residencial</b>			
Residências uni e multifamiliares	S	N (1)	N
Alojamentos temporários (exemplos: hotéis, motéis e pousadas ou empreendimentos equivalentes)	S	N (1)	N
Locais de permanência prolongada (exemplos: presídios, orfanatos, asilos, quartéis, mosteiros, conventos, apart-hotéis, pensões ou empreendimentos equivalentes)	S	N (1)	N
<b>Usos Públicos</b>			
Educacional (exemplos: universidades, bibliotecas, faculdades, creches, escolas, colégios ou empreendimentos equivalentes)	S	N (1)	N
Saúde (exemplos: hospitais, sanatórios, clínicas, casas de saúde, centros de reabilitação ou empreendimentos equivalentes)	S	30	N
Igrejas, auditórios e salas de concerto (exemplos: igrejas, templos, associações religiosas, centros culturais, museus, galerias de arte, cinemas, teatros ou empreendimentos equivalentes)	S	30	N
Serviços governamentais (exemplos: postos de atendimento, correios, aduanas ou empreendimentos equivalentes)	S	25	N
Transportes (exemplos: terminais rodoviários, ferroviários, aeroportuários, marítimos, de carga e passageiros ou empreendimentos equivalentes)	S	25	35
Estacionamentos (exemplo: edifício garagem ou empreendimentos equivalentes)	S	25	N
<b>Usos Comerciais e serviços</b>			
Escritórios, negócios e profissional liberal (exemplos: escritórios, salas e salões comerciais, consultórios ou empreendimentos equivalentes)	S	25	N
Comércio atacadista - materiais de construção, equipamentos de grande porte	S	25	N
Comércio varejista	S	25	N

Serviços de utilidade pública (exemplos: cemitérios, crematórios, estações de tratamento de água e esgoto, reservatórios de água, geração e distribuição de energia elétrica, Corpo de Bombeiros ou empreendimentos equivalentes)	S	25	N
Serviços de comunicação (exemplos: estações de rádio e televisão ou empreendimentos equivalentes)	S	25	N
<b>Usos Industriais e de Produção</b>			
Indústrias em geral	S	25	N
Indústrias de precisão (Exemplo: fotografia, óptica)	S	25	N
Agricultura e floresta	S	S (3)	S (4)
Criação de animais, pecuária	S	S (3)	N
Mineração e pesca (exemplo: produção e extração de recursos naturais)	S	S	S
<b>Usos Recreacionais</b>			
Estádios de esportes ao ar livre, ginásios	S	S	N
Conchas acústicas ao ar livre e anfiteatros	S	N	N
Exposições agropecuárias e zoológicos	S	N	N
Parques, parques de diversões, acampamentos ou empreendimentos equivalentes	S	S	N
Campos de golf, hípicas e parques aquáticos	S	25	N

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

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

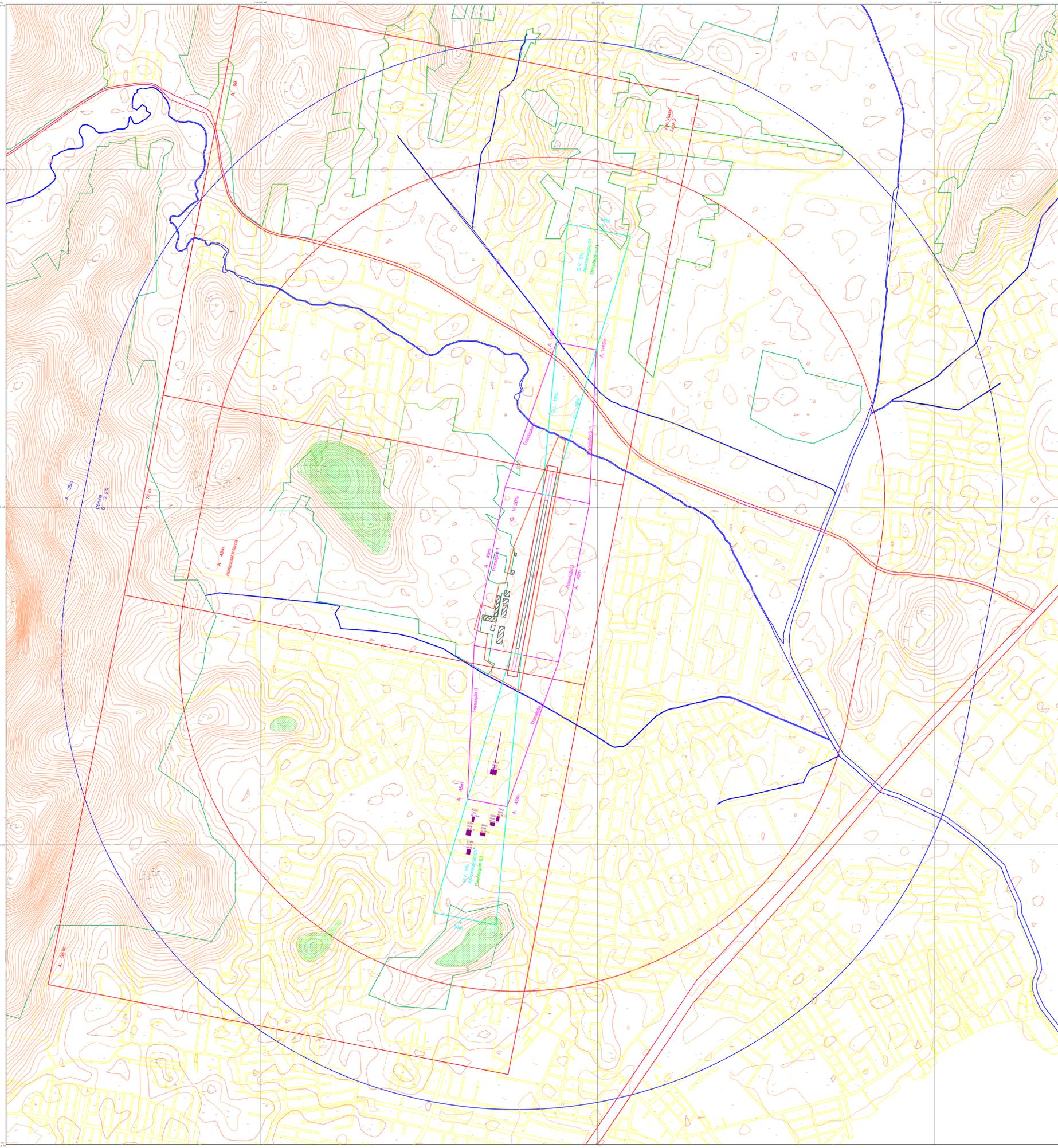
N (Não) = usos do solo e edificações relacionadas não compatíveis.

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.

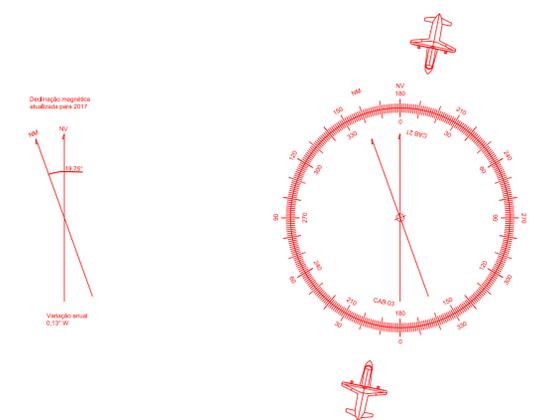
- (1) Sempre que os órgãos determinarem que os usos devam ser permitidos, devem ser adotadas medidas para atingir uma RR de pelo menos 25 dB.
- (2) Edificações residenciais requerem uma RR de 25 dB.
- (3) Edificações residenciais requerem uma RR de 30 dB.
- (4) Edificações residenciais não são compatíveis.

Fonte: RBAC 161/2013 da ANAC, de 13 de setembro de 2013.

## **Anexo E - Projeto do PBZPA e perfil longitudinal analisado**



Convenções Cartográficas

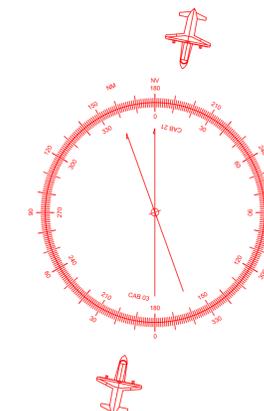


Legenda

- Edificações
- Edificações críticas para atingirem as superfícies limitadoras
- Área patrimonial
- Pista de pouso e decolagem
- Zona de parada (SWY)
- Faixa de pista
- Superfície de aproximação
- Superfície de decolagem
- Superfície de transição
- Superfície horizontal interna
- Superfície cônica
- Quadras edificadas ou com ocupação humana
- Rios ou cursos d'água
- Rodovias federais ou estaduais
- Mata preservada
- Grade UTM
- Curvas de nível
- Objeto natural com cota acima 51 m circunscrito pela sup. horizontal interna
- Superfície de aproximação acima da cota 51 m (limite da sup. horizontal interna)

Nome do aeródromo <b>Aeroclube de Santa Catarina</b>		Indicativo <b>SSKT</b>	
Título <b>Planta do Plano Básico de Zona de Proteção do Aeródromo (PBZPA)</b>			
Responsável técnico <b>Hugo Luiz Broering</b>		Assinatura	
Coordenadas geográficas do ARP <b>27°36'43,55" S / 048°40'24,12" W</b>		Município/Estado <b>São José/SC</b>	
Data <b>Junho de 2017</b>	Escala <b>1:12.000</b>	Elevação <b>5,892 m</b>	Folha <b>01/02</b>

Convenções Cartográficas



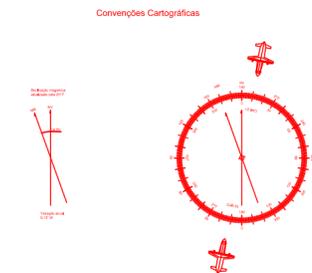
Legenda

- Edificações
- Edificações críticas para atingirem as superfícies limitadoras
- Área patrimonial
- Pista de pouso e decolagem
- Zona de parada (SWY)
- Faixa de pista
- Superfície de aproximação
- Superfície de decolagem
- Superfície de transição
- Superfície horizontal interna
- Superfície cônica
- Quadras edificadas ou com ocupação humana
- Rios ou cursos d'água
- Rodovias federais ou estaduais
- Mata preservada
- Grade UTM
- Curvas de nível
- Objeto natural com cota acima 51 m, circunscrito pela sup. horizontal interna
- Superfície de aproximação acima da cota 51 m (limite da sup. horizontal interna)



Nome do aeródromo <b>Aeroclube de Santa Catarina</b>		Indicativo <b>SSKT</b>	
Título <b>Perfil longitudinal da pista e superfícies limitadoras em relação à cabeceira 03</b>			
Responsável técnico <b>Hugo Luiz Broering</b>		Assinatura	
Coordenadas geográficas do ARP <b>27°36'43,55" S / 048°40'24,12" W</b>		Município/Estado <b>São José/SC</b>	
Data <b>Junho de 2017</b>	Escala <b>1:5.000</b>	Elevação <b>5,892 m</b>	Folha <b>02/02</b>

**Anexo F - Projeto do PBZR**



**Legenda**

- Edificações integrantes do sítio aeroportuário
- Área patrimonial
- Pista de pouso e decolagem
- Zona de parada (SWY)
- Quadras edificadas ou com ocupação humana
- Lotes ou terrenos baldios
- Rios ou cursos d'água
- Rodovias federais ou estaduais
- Mata preservada
- Grade UTM
- Lote edificado com uso comercial
- Lote edificado com uso industrial
- Lote edificado com uso residencial
- Aeroparque
- Curva de ruído de 65 dB
- Curva de ruído de 75 dB

Nome do aeródromo <b>Aeroclub de Santa Catarina</b>		Indicativo <b>SSKT</b>	
Título <b>Planta do PBZR com edificações atingidas pelas curvas de 65 e 75 dB</b>			
Responsável técnico <b>Hugo Luiz Broering</b>		Assinatura	
Coordenadas geográficas do ARP <b>27°36'43,55" S / 048°40'24,12" W</b>		Município/Estado <b>São José/SC</b>	
Data <b>Junho de 2017</b>	Escala <b>1:8.000</b>	Elevação <b>5,892 m</b>	Folha <b>01/01</b>