



ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DOS AERÓDROMOS E HELIPORTOS - EXPANSÃO DO AEROPORTO DE MARINGÁ E IMPLANTAÇÃO DE UM HELIPORTO EM CAMPO MOURÃO

ADEMIR ROBERTO CONTI JÚNIOR

novembro de 2017

**ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DOS AERÓDROMOS E
HELIPORTOS – EXPANSÃO DO AEROPORTO DE MARINGÁ-PR E
IMPLANTAÇÃO DE UM HELIPORTO EM CAMPO MOURÃO-PR**

ADEMIR ROBERTO CONTI JUNIOR

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL – INFRAESTRUTURAS

Orientador: Tiago Sarmento Sabino Domingues

Co-Orientador: Roberto Widderski (UTFPR-CM)

NOVEMBRO DE 2017

ÍNDICE GERAL

| | |
|---|------|
| Índice Geral | iii |
| Resumo..... | v |
| Abstract | vii |
| Índice de Texto | ix |
| Índice de Figuras..... | xi |
| Índice de Tabelas..... | xv |
| Abreviaturas | xvii |
| CAPÍTULO 1 Introdução..... | 1 |
| CAPÍTULO 2 Características geométricas dos aeródromos e heliportos | 5 |
| CAPÍTULO 3 Análise sobre os locais | 58 |
| CAPÍTULO 4 Projetos Geométricos | 68 |
| CAPÍTULO 5 Conclusão | 78 |
| Referências Bibliográficas | 81 |
| Anexo..... | 85 |

RESUMO

O presente trabalho aborda o estudo das características geométricas do lado aéreo em aeródromos e heliportos, baseado nas normas internacionais estabelecidas pela Organização da Aviação Civil Internacional (ICAO) – Anexo 14 Volumes I e II – e nas normas brasileiras da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) – Regulamento Brasileiro da Aviação Civil, números 154 e 155.

Também são realizados dois estudos de caso, sendo o primeiro uma análise de viabilidade e apresentação dos projetos geométricos para a expansão do Aeroporto Regional de Maringá. Tal análise é feita a partir de dados atuais e previsões sobre a movimentação no aeroporto em questão.

Já o segundo, consiste em uma análise de viabilidade e no desenvolvimento dos projetos geométricos para a implantação de um heliporto na cidade de Campo Mourão-PR. A análise é feita de acordo com a necessidade pontual do Hospital Santa Casa de Campo Mourão.

Palavras-chave: Aeródromo. Heliporto. Características geométricas.

ABSTRACT

The present thesis deals with the study of the geometric characteristics of the aerial side in aerodromes and heliports, based on the international standards established by the International Civil Aviation Organization (ICAO) – Annex 14 Volumes I and II – and in the Brazilian standards of the National Civil Aviation Agency (ANAC) – Brazilian Civil Aviation Regulation, numbers 154 and 155.

There are also two case studies, the first one being a feasibility analysis and presentation of the geometric projects for the expansion of the Maringá Regional Airport. This analysis is based on current data and forecasts of the movement at the airport in question.

The second one consists of a feasibility analysis and the development of the geometric projects for the implementation of a heliport in the city of Campo Mourão-PR. The analysis is done according to the precise need of the Hospital Santa Casa de Campo Mourão.

Keywords: Aerodrome. Heliport. Geometric characteristics.

ÍNDICE DE TEXTO

| | | |
|-------|---|----|
| 1.1 | Enquadramento | 1 |
| 1.2 | Objetivos | 2 |
| 1.3 | Metodologia..... | 2 |
| 1.4 | Estrutura do Trabalho | 3 |
| 2.1 | Geometria dos aeródromos..... | 5 |
| 2.1.1 | Código de Referência do Aeródromo (ARC) | 5 |
| 2.1.2 | Dados do Aeródromo | 6 |
| 2.1.3 | Características Físicas do Aeródromo..... | 16 |
| 2.1.4 | Restrição e remoção de obstáculos no espaço aéreo ao redor do aeródromo | 30 |
| 2.1.5 | Conclusões da seção | 37 |
| 2.2 | Geometria dos Heliportos..... | 37 |
| 2.2.1 | Sistemas comuns de referência..... | 37 |
| 2.2.2 | Dados do Heliporto..... | 38 |
| 2.2.3 | Características Físicas do Heliporto | 44 |
| 2.2.4 | Restrição e remoção de obstáculos no espaço aéreo ao redor do heliporto | 49 |
| 2.2.5 | Auxílios visuais em heliportos | 52 |
| 2.2.6 | Conclusões da seção..... | 57 |
| 3.1 | Maringá-PR | 58 |
| 3.2 | Aeroporto Regional de Maringá | 59 |
| 3.3 | Expansão do Aeroporto Regional de Maringá | 62 |
| 3.4 | Campo Mourão-PR..... | 65 |
| 3.5 | Implantação de um heliporto em Campo Mourão | 66 |

ÍNDICE DE TEXTO

| | | |
|-----|---|----|
| 3.6 | Conclusões do capítulo | 67 |
| 4.1 | Aeroporto de Maringá | 68 |
| 4.2 | Heliporto Hospital Santa Casa de Campo Mourão | 73 |
| 5.1 | Considerações Finais | 78 |
| 5.2 | Desenvolvimentos Futuros | 79 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 2-1 Distâncias declaradas: exemplo 1 (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)..... | 13 |
| Figura 2-2 Distâncias declaradas: exemplo 2 (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)..... | 13 |
| Figura 2-3 Distâncias declaradas: exemplo 3 (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)..... | 14 |
| Figura 2-4 Distâncias declaradas: exemplo 4 (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)..... | 14 |
| Figura 2-5 Distâncias declaradas: exemplo 5 (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)..... | 14 |
| Figura 2-6 Designação de pista de pouso e decolagem ^[4] | 15 |
| Figura 2-7 Disposição típica de uma área de giro de pista de pouso e decolagem (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)..... | 19 |
| Figura 2-8 Esquema ilustrando faixa de pista de pouso e decolagem e RESA (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)..... | 21 |
| Figura 2-9 Largura adicional em curvas de pista de táxi (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)..... | 25 |
| Figura 2-10 Pista de táxi de saída rápida (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)..... | 27 |
| Figura 2-11 Superfícies limitadoras de obstáculos: horizontal interna, cônica, transição, aproximação e subida de decolagem (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)..... | 31 |
| Figura 2-12 Superfícies limitadoras de obstáculos: aproximação interna, transição interna e de pouso interrompido (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)..... | 33 |
| Figura 2-13 Área de segurança da FATO para aproximações por instrumento (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume II)..... | 45 |
| Figura 2-14 Superfícies limitadoras de obstáculos em heliportos (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume II).... | 50 |
| Figura 2-15 Superfície livre de obstáculos em heliporto de plataforma (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume II)..... | 51 |
| Figura 2-16 Sinais de identificação em heliporto público (fonte: Portaria nº 18/GM5)..... | 52 |
| Figura 2-17 Sinais de identificação em heliporto privado (fonte: Portaria nº 18/GM5)..... | 53 |

| | |
|--|----|
| Figura 2-18 Sinais de identificação em heliporto hospitalar (fonte: Portaria nº 18/GM5)..... | 53 |
| Figura 2-19 Sinais de identificação em heliporto militar (fonte: Portaria nº 18/GM5)..... | 54 |
| Figura 2-20 Sinais de identificação em heliporto emergencial (fonte: Portaria nº 18/GM5) | 54 |
| Figura 2-21 Indicador de direção do vento em heliporto de superfície (fonte: ICAO Heliport Manual Doc 9261-NA/903)..... | 55 |
| Figura 2-22 Sinais delimitadores da área de pouso e decolagem (fonte: Portaria nº 18/GM5)..... | 56 |
| Figura 2-23 Indicadores de direção do eixo de aproximação e saída (fonte: Portaria nº 18/GM5) | 57 |
| Figura 3-1 Localização Maringá ^[7] | 58 |
| Figura 3-2 Aeroporto Regional de Maringá ^[13] | 59 |
| Figura 3-3 Área total do Aeroporto Regional de Maringá (Fonte: Google Maps)..... | 60 |
| Figura 3-4 Carta aeronáutica Aeroporto de Maringá ^[14] | 61 |
| Figura 3-5 Sistema de Pátio de Aeronaves (fonte: Plano Diretor Aeroportuário: Volume I)..... | 62 |
| Figura 3-6 Campo Mourão-PR ^[16] | 65 |
| Figura 3-7 Localização Campo Mourão ^[17] | 66 |
| Figura 4-1 Projeto de expansão Aeroporto de Maringá – Vista geral (fonte: Plano Diretor Aeroportuário: Volume II) | 68 |
| Figura 4-2 Projeto de expansão Aeroporto de Maringá – Áreas de segurança (fonte: Plano Diretor Aeroportuário: Volume II) | 69 |
| Figura 4-3 Projeto de expansão Aeroporto de Maringá: Zonas de Proteção – Superfícies Limitadoras de Obstáculos (fonte: Plano Diretor Aeroportuário: Volume II)..... | 71 |
| Figura 4-4 Localização do heliporto..... | 73 |
| Figura 4-5 Dimensões do heliporto (escala 1:1250)..... | 73 |
| Figura 4-6 Helicóptero condicionante ^[18] | 74 |
| Figura 4-7 Planta baixa heliporto | 75 |
| Figura 4-8 Superfícies de aproximação e subida de decolagem em planta (cota em metros) | 75 |
| Figura 4-9 Superfície de aproximação e subida de decolagem em corte (cota em metros)..... | 76 |
| Figura 4-10 Mapa com as superfícies de aproximação e subida de decolagem (inclinação 1:8) do Heliporto do Hospital Santa Casa (cota em metros)..... | 76 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 2-1 Código de Referência do Aeródromo (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)..... | 6 |
| Tabela 2-2 Latitude e longitude (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I) | 7 |
| Tabela 2-3 Elevação/Altitude/Altura (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I) | 8 |
| Tabela 2-4 Declinação e variação magnética (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)..... | 8 |
| Tabela 2-5 Orientação (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)..... | 9 |
| Tabela 2-6 Comprimento / Distância / Dimensão (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I) | 9 |
| Tabela 2-7 Largura de pistas de pouso e decolagem (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)..... | 17 |
| Tabela 2-8 Afastamento entre roda do trem de pouso e a borda da área de giro (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)..... | 20 |
| Tabela 2-9 Afastamento entre a roda externa do trem de pouso principal e a borda da pista de táxi (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I) | 23 |
| Tabela 2-10 Largura das partes retilíneas da pista de táxi (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I) | 24 |
| Tabela 2-11 Distâncias mínimas de separação para pistas de táxi (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I).... | 26 |
| Tabela 2-12 Distância mínima do eixo da pista de pouso e decolagem para uma baía de espera (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)..... | 30 |
| Tabela 2-13 Dimensões superfícies limitadoras – Aproximação visual e por instrumentos de não precisão. (Fonte: Portaria Nº256 da ANAC). | 34 |
| Tabela 2-14 Dimensões superfícies limitadoras – Aproximação por instrumentos de precisão (Fonte: Portaria Nº256 da ANAC). | 35 |
| Tabela 2-15 Dimensões superfícies limitadoras – Superfície de subida de decolagem (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I) | 36 |
| Tabela 2-16 Latitude e longitude (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume II) | 39 |
| Tabela 2-17 Elevação/ altitude/ altura (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume II) | 40 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 2-18 Declinação / variação (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume II) | 41 |
| Tabela 2-19 Orientação (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume II)..... | 41 |
| Tabela 2-20 Comprimento / Distância / Dimensão (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume II)..... | 42 |
| Tabela 2-21 Largura pista de táxi terrestre (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume II)..... | 46 |
| Tabela 2-22 Distância de separação entre pistas de táxi terrestres e aéreas – expresso em múltiplos da largura total máxima do helicóptero com o rotor girando (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume II)..... | 46 |
| Tabela 2-23 Distância mínima de separação de uma área de pouso e decolagem – FATO (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume II) | 48 |
| Tabela 2-24 Requisitos para as superfícies limitadoras de obstáculos em heliportos (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume II) | 51 |
| Tabela 2-25 Dimensões de um indicador de direção do vento (fonte: ICAO Heliport Manual Doc 9261-NA/903) | 55 |
| Tabela 3-1 Faixas de Aeronaves de Passageiros (fonte: Plano Diretor Aeroportuário: Volume I)..... | 63 |
| Tabela 3-2 Faixas de Aeronaves de Carga (fonte: Plano Diretor Aeroportuário: Volume I) | 63 |
| Tabela 3-3 Projeção de Composição de Frota – Hora-pico na Pista (fonte: Plano Diretor Aeroportuário: Volume I) | 64 |
| Tabela 3-4 Projeção de movimentos no Aeroporto Regional de Maringá (fonte: Plano Diretor Aeroportuário: Volume I) | 64 |

ABREVIATURAS

| | |
|-------|---|
| ANAC | Agência Nacional de Aviação Civil |
| DECEA | Departamento de Controle do Espaço Aéreo |
| IATA | International Air Transport Association |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| ICAO | International Civil Aviation Organization |
| RBAC | Regulamento Brasileiro de Aviação Civil |

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO

A busca por meios eficientes para o transporte de pessoas e de bens evoluiu consideravelmente ao longo das últimas décadas no mundo todo, gerando um avanço da globalização e conseqüente encurtamento das distâncias entre diferentes países. Com isso, a importância da aviação para tais fins também progrediu, com emprego de novas tecnologias e novas ferramentas em seu benefício, buscando suprir as necessidades do mercado mundial, que tende a quase dobrar nos próximos 20 anos segundo o IATA ^[1].

Tendo em vista tal expansão, tornou-se necessária uma padronização internacional e a criação de normas a serem seguidas na aviação mundial, em seus vários setores, e que sejam atualizadas de acordo com as evoluções tecnológicas na área.

Criado em 1944 pela ONU, o ICAO (International Civil Aviation Organization) é um dos órgãos internacionais existentes responsáveis por produzir padrões e normas que visam a organização e o progresso dos transportes aéreos, garantindo integração eficiente entre todos aqueles que as seguem.

O transporte aéreo no Brasil, que é regulado pela ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil) e segue os padrões estabelecidos pelo ICAO, também apresentou grande crescimento nos últimos anos (número de passageiros mais que triplicou nos últimos 15 anos ^[2]), com aumento do investimento na infraestrutura do setor tanto por parte governamental quanto privada.

O presente trabalho, visando acompanhar tal crescimento do transporte aéreo brasileiro, busca abordar as normas e padrões existentes no país, juntamente com a análise de viabilidade de expansão em dois ramos: aviação regional e heliportos.

1.2 OBJETIVOS

Os objetivos do presente trabalho são:

- Analisar as normas e padrões fornecidas pelo ICAO e pela ANAC para a execução de projeto geométrico de aeródromos e heliportos, destacando as principais etapas.
- Apresentar informações que busquem comprovar a viabilidade da execução de um projeto de expansão do aeroporto da cidade de Maringá-PR e a implantação de um heliporto na cidade de Campo Mourão-PR.
- Apresentar os projetos geométricos de expansão do aeroporto de Maringá e da implantação do heliporto em Campo Mourão, utilizando as recomendações e padrões do ICAO e da ANAC analisados, sendo que o tamanho da expansão e o local do heliporto serão definidos pelos estudos de viabilidade.

1.3 METODOLOGIA

A metodologia para a produção desta dissertação se divide em três etapas:

- Pesquisa bibliográfica das normas e padrões recomendados pela ANAC e pelo ICAO para projetos geométricos do espaço aéreo dos aeródromos (RBAC nº154 e Anexo 14 Volume 1) e heliportos (Anexo 14 Volume 2), destacando os principais pontos que devem ser analisados ao executar tais projetos.
- Análise dos números do tráfego aéreo da cidade de Maringá apresentados pelo Plano Diretor Aeroportuário, com levantamentos dos últimos anos, e estudo de previsões feitas para o setor, apresentando justificativas para a ampliação do aeroporto.
- Análise das necessidades de utilização do transporte aéreo via helicópteros em Campo Mourão, indicando locais com viabilidade para implantação do heliporto.
- Análise dos projetos geométricos da expansão do espaço aéreo do aeroporto de Maringá propostos pelo Plano Diretor Aeroportuário e produção dos projetos geométricos da implantação do heliporto em Campo Mourão, de acordo com os padrões exigidos pelo ICAO e pela ANAC, com o uso do AutoCAD como ferramenta.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Os capítulos estão organizados conforme explicado a seguir.

O capítulo 1 traz uma introdução ao que será abordado na dissertação, juntamente com seus objetivos e metodologias aplicadas.

O capítulo 2 consiste em uma revisão das normas e padrões estabelecidas pelo ICAO para a produção de projetos geométricos de aeródromos e heliportos, destacando suas principais metodologias.

O capítulo 3 apresenta um estudo sobre as cidades de Maringá-PR e Campo Mourão-PR, avaliando o tráfego aéreo atual, buscando dados que viabilizem a expansão do uso da aviação nessas cidades.

O capítulo 4 apresenta os projetos geométricos de expansão do aeroporto de Maringá, e também de implantação de um heliporto na cidade de Campo Mourão, aplicando todas as normas destacadas pelo ICAO e pela ANAC.

Por fim, o capítulo 5 traz as conclusões alcançadas a partir do estudo feito, e recomendações para projetos futuros.

CAPÍTULO 2

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DOS AERÓDROMOS E HELIPORTOS

Neste ponto do trabalho, será feita uma análise sobre as normas e recomendações do ICAO para projetos geométricos de aeródromos e heliportos. Para isso, serão destacados os principais pontos, características e metodologias para execução de projetos de aeródromos abordadas no Anexo 14 – Volume 1 do ICAO e na Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Nº154 da ANAC (a qual se baseia também nas normas do ICAO), e para execução de projetos de heliportos referidos no Anexo 14 – Volume 2 do ICAO.

2.1 GEOMETRIA DOS AERÓDROMOS

O Anexo 14 – Volume 1 do ICAO é dividido em 9 capítulos mais os apêndices de apoio. Aqui serão revisados os principais pontos e metodologias deste anexo, assim como os do RBAC Nº154, de acordo com a ordem apresentadas neles.

2.1.1 Código de Referência do Aeródromo (ARC)

O Código de Referência do Aeródromo (*Aerodrome Reference Code* – ARC) é usado como base para muitos critérios a serem adotados num projeto de aeródromo. Expressa uma relação entre o aeródromo e a aeronave que ali irá operar.

É composto por dois elementos relacionados a características de desempenho e dimensões da aeronave. O elemento 1 é um número baseado no comprimento básico de pista de aeronave e o elemento 2 é uma letra baseada na envergadura da aeronave e na distância entre as rodas externas do trem de pouso principal. Deve-se analisar e apontar a aeronave crítica (ou a combinação de aeronaves que apresentem os elementos críticos) que servirá de base para o código.

A tabela 2.1.1-1 indica os intervalos para os elementos 1 e 2 do Código. Serão selecionados os valores mais altos para as aeronaves que irão operar na pista (nos dois elementos).

É importante alertar que a determinação do comprimento básico de pista de aeronave (elemento 1) é unicamente para a seleção de um número de código e não se propõe a influenciar no comprimento real de pista fornecido.

Tabela 2-1 Código de Referência do Aeródromo (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)

| Número de código (1) | Elemento 1 do código | | Elemento 2 do código | |
|----------------------|---|---------------------|------------------------|---|
| | Comprimento básico de pista de aeronave (2) | Letra de código (3) | Envergadura (4) | Distância entre as rodas externas do trem de pouso principal ^a (5) |
| 1 | Até 800 m, exclusive | A | Até 15 m, exclusive | Até 4,5 m, exclusive |
| 2 | 800 m a 1200 m, exclusive | B | 15 m a 24 m, exclusive | 4,5 m a 6 m, exclusive |
| 3 | 1200 m a 1800 m, exclusive | C | 24 m a 36 m, exclusive | 6 m a 9 m, exclusive |
| 4 | Acima de 1800 m | D | 36 m a 52 m, exclusive | 9 m a 14 m, exclusive |
| | | E | 52 m a 65 m, exclusive | 9 m a 14 m, exclusive |
| | | F | 65 m a 80 m, exclusive | 14 m a 16 m, exclusive |

a. Distância entre bordas externas das rodas do trem de pouso principal

2.1.2 Dados do Aeródromo

2.1.2.1 Dados Aeronáuticos

A determinação e a comunicação de dados aeronáuticos relacionados a aeródromos devem estar em conformidade com os requisitos de integridade e acurácia dispostos nas tabelas 2-2 a 2-6. Os requisitos de precisão para dados aeronáuticos se baseiam em um nível de confiança de 95% e, nesse aspecto, três tipos de dados posicionais devem ser identificados: pontos levantados (como a cabeceira da pista), pontos calculados (cálculos matemáticos a partir dos pontos levantados conhecidos de pontos no espaço, fixos) e pontos declarados (como pontos de contorno de regiões de informação de vôo).

Os requisitos de integridade dos dados aeronáuticos devem se basear no risco potencial resultante da corrupção dos dados e no uso que se fará dos dados em questão. O método de classificação deve ser o seguinte:

- dados críticos, nível de integridade 1×10^{-8} : ao se utilizar dados críticos corrompidos, existe alta probabilidade de que a segurança de voo e pousos, realizados de forma continuada, seja submetida a riscos elevados, com potencial de catástrofes;

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DOS AERÓDROMOS E HELIPORTOS

- dados essenciais, nível de integridade 1×10^{-5} : ao se utilizar dados essenciais corrompidos, existe baixa probabilidade de que a segurança de voo e pousos, realizados de forma continuada, seja submetida a riscos elevados, com potencial de catástrofes;
- dados rotineiros, nível de integridade 1×10^{-3} : ao se utilizar dados rotineiros corrompidos, há muito baixa probabilidade de que a segurança de voo e pousos, realizados de forma continuada, seja submetida a riscos elevados, com potencial de catástrofes.

A seguir estão as tabelas que descrevem os requisitos de qualidade de dados aeronáuticos.

Tabela 2-2 Latitude e longitude (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)

| Latitude e Longitude | Precisão Tipo de dados | Classificação Integridade |
|--|-------------------------------|---------------------------------|
| Ponto de referência do aeródromo..... | 30 m levantados/calculados | rotina 1×10^{-3} |
| Auxílios à navegação (NAVAIDS) localizados no aeródromo..... | 3 m levantados | essencial 1×10^{-5} |
| Obstáculos no entorno e no aeródromo..... | 3 m levantados | essencial 1×10^{-5} |
| Obstáculos significativos nas áreas de aproximação e decolagem..... | 3 m levantados | essencial 1×10^{-5} |
| Cabeceira de pista de pouso e decolagem..... | 1 m levantados | crítica 1×10^{-8} |
| Extremidade de pista de pouso e decolagem (ponto de alinhamento da trajetória de voo)..... | 1 m levantados | crítica 1×10^{-8} |
| Pontos do eixo de pista de pouso e decolagem..... | 1 m levantados | crítica 1×10^{-8} |
| Pontos do eixo de pista de táxi..... | 0,5 m levantados | essencial 1×10^{-3} |
| Posições de estacionamento de aeronaves/ pontos de teste de INS..... | 0,5 m levantados | rotina 1×10^{-3} |

Tabela 2-3 Elevação/Altitude/Altura (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)

| Elevação/Altitude/Altura | Precisão Tipo de dados | Classificação Integridade |
|---|------------------------------|---------------------------------|
| Elevação do aeródromo..... | 0,5 m ou 1 pé levantados | essencial 1×10^{-5} |
| Ondulação do geóide (WGS-84) na posição de elevação do aeródromo..... | 0,5 m ou 1 pé levantados | essencial 1×10^{-5} |
| Cabeceira da pista de pouso e decolagem, aproximações de não-precisão..... | 0,5 m ou 1 pé levantados | essencial 1×10^{-5} |
| Ondulação do geóide (WGS-84) na cabeceira da pista de pouso e decolagem, aproximações de não-precisão | 0,5 m ou 1 pé levantados | essencial 1×10^{-5} |
| Cabeceira da pista de pouso e decolagem, aproximações de precisão | 0,25 m ou 1 pé levantados | crítica 1×10^{-8} |
| Ondulação do geóide (WGS-84) na cabeceira da pista de pouso e decolagem em aproximações de precisão | 0,25 m ou 1 pé levantados | crítica 1×10^{-8} |
| Obstáculos nas áreas de aproximação e decolagem..... | 1 m ou 1 pé levantados | essencial 1×10^{-5} |
| Obstáculos nas áreas de entorno e no aeródromo..... | 1 m ou 1 pé levantados | essencial 1×10^{-5} |
| Equipamentos de medição de distância/precisão (DME/P)..... | 3 m (10 pés) levantados | essencial 1×10^{-5} |

Tabela 2-4 Declinação e variação magnética (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)

| Declinação / variação | Precisão Tipo de dados | Classificação Integridade |
|---|---------------------------|---------------------------------|
| Variação magnética do aeródromo..... | 1 grau levantados | essencial 1×10^{-5} |
| Variação magnética da antena do localizador do ILS..... | 1 grau levantados | essencial 1×10^{-5} |
| Variação magnética da antena do azimute do MLS..... | 1 grau levantados | essencial 1×10^{-5} |

Tabela 2-5 Orientação (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)

| Orientação | Precisão Tipo de dados | Classificação Integridade |
|---|---------------------------|---------------------------------|
| Alinhamento do localizador do ILS..... | 1/100 grau levantados | essencial 1×10^{-5} |
| Alinhamento do azimute zero do MLS..... | 1/100 grau levantados | essencial 1×10^{-5} |
| Orientação da pista de pouso e decolagem..... | 1/100 grau levantados | rotina 1×10^{-3} |

Tabela 2-6 Comprimento / Distância / Dimensão (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)

| Comprimento / Distância / Dimensão | Precisão Tipo de dados | Classificação Integridade |
|--|----------------------------|---------------------------------|
| Comprimento da pista de pouso e decolagem..... | 1 m ou 1 pé levantados | crítica 1×10^{-8} |
| Comprimento da zona de parada (stopway)..... | 1 m ou 1 pé levantados | crítica 1×10^{-8} |
| Distância de pouso disponível..... | 1 m ou 1 pé levantados | crítica 1×10^{-8} |
| Antena do localizador do ILS - extremidade de pista de pouso e decolagem, distância..... | 3 m (10 pés) calculados | rotina 1×10^{-3} |
| Antena da Rampa de Planeio do ILS - cabeceira de pista de pouso e decolagem, distância ao longo do eixo..... | 3 m (10 pés) calculados | rotina 1×10^{-3} |
| Marcadores do ILS - cabeceira de pista de pouso e decolagem, distância..... | 3 m (10 pés) calculados | essencial 1×10^{-5} |
| Antena do DME do ILS - cabeceira de pista de pouso e decolagem, distância ao longo do eixo..... | 3 m (10 pés) calculados | essencial 1×10^{-5} |
| Azimute da antena do MLS - extremidade da pista de pouso e decolagem, distância..... | 3 m (10 pés) calculados | rotina 1×10^{-3} |
| Elevação da antena do MLS - cabeceira de pista de pouso e decolagem, distância ao longo do eixo..... | 3 m (10 pés) calculados | rotina 1×10^{-3} |
| Antena do DME/P do MLS - cabeceira de pista de pouso e decolagem, distância ao longo do eixo..... | 3 m (10 pés) calculados | essencial 1×10^{-5} |

Os dados aeronáuticos eletrônicos devem ser protegidos, e o monitoramento disso, tanto em seu armazenamento quanto na transferência, é feito pela checagem de redundância cíclica (CRC), que é um algoritmo matemático aplicado à expressão digital de dados que oferece um nível de garantia contra perda ou alteração de dados.

2.1.2.2 Ponto de referência do aeródromo

Um ponto de referência deverá ser estabelecido para o aeródromo, localizado no centro geométrico da pista de pouso e decolagem, permanecendo, normalmente, onde for estabelecido inicialmente. Tal posição deve ser medida e comunicada ao DECEA em graus, minutos e segundos.

2.1.2.3 Elevações do aeródromo e da pista de pouso e decolagem

É a elevação do ponto mais alto da área de pouso, deve ser medida (juntamente com ondulação do geóide na posição da elevação) com uma acurácia de, ao menos, meio metro.

Para um aeródromo utilizado pela aviação civil internacional em aproximações de não-precisão, a elevação e a ondulação do geóide em cada cabeceira, a elevação do fim da pista e quaisquer pontos significativos intermediários, altos ou baixos, ao longo da pista devem ser medidos com acurácia de, pelo menos, 0,5 m, e comunicados ao DECEA.

Em caso de pistas de aproximação de precisão, o mesmo deve ser feito com acurácia de, pelo menos, 0,25m.

2.1.2.4 Temperatura de referência do aeródromo

A temperatura de referência do aeródromo, determinada em graus Celsius, deve ser a média mensal das temperaturas máximas diárias para o mês mais quente do ano (sendo que o mês mais quente será o mês com maior temperatura mensal média). Essa temperatura deve ser calculada ao longo de um período de alguns anos.

2.1.2.5 Dimensões do aeródromo e informações relacionadas

Alguns dados sobre o aeródromo devem ser descritos ou medidos na seguinte forma:

- pista de pouso e decolagem – azimute verdadeiro com precisão de um centésimo de grau, número de designação das cabeceiras, extensão, largura, localização da cabeceira recuada com precisão de um metro, declividade, tipo de superfície do pavimento, tipo de pista de pouso e decolagem e, para pistas de aproximação de precisão Categoria I, a existência de uma zona livre de obstáculos (OFZ), se houver;
- faixa de pista/área de segurança de fim de pista (RESA)/zona de parada (*stopway*) – comprimento, largura, com precisão de um metro, tipo de superfície do pavimento;
- pista de táxi – designação, largura, tipo de superfície do pavimento;

- pátio de aeronaves – tipo de superfície do pavimento, posições de estacionamento de aeronaves;
- limites do serviço de controle de tráfego aéreo;
- zona desimpedida (*clearway*) – extensão com precisão de um metro, perfil do terreno;
- auxílios visuais para procedimentos de aproximação, sinalização horizontal e luminosa da pista(s) de pouso e decolagem, pista(s) de táxi e pátios de aeronaves, outros auxílios de orientação visual e de controle em pista(s) de táxi e pátios de aeronaves, incluindo posições de espera em pista(s) de táxi e barras de parada, além da localização e tipo dos sistemas de orientação visual para estacionamento;
- localização e frequência de auxílio-rádio de qualquer ponto de teste de VOR do aeródromo;
- localização e designação de rotas padrão de táxi;
- distâncias, com precisão de um metro, dos elementos do localizador e do indicador de trajetória de planeio que integram o sistema de pouso por instrumento (ILS), ou o azimute e a antena de elevação do sistema de pouso por microondas (MLS) em relação às extremidades da respectiva pista de pouso e decolagem.

2.1.2.6 Resistência de pavimentos

A resistência de pavimentos destinados a aeronaves com peso de rampa superior a 5.700 kg deve ser disponibilizada utilizando-se o método do Número de Classificação da Aeronave – Número de Classificação do Pavimento (ACN-PCN). Tal método estabelece uma relação entre a carga da aeronave e o efeito relativo que esta tem sobre o pavimento, avaliando a compatibilidade entre eles, sendo que o PCN publicado indica e permite que uma aeronave com um valor de ACN igual ou inferior a este possa operar no pavimento. ^[3]

A realização do método ACN-PCN requer os seguintes dados:

- Número de Classificação do Pavimento (PCN);
- tipo de pavimento para a determinação ACN-PCN:
 - Pavimento Flexível (F)
 - Pavimento Rígido (R)
- categoria de resistência do subleito:
 - Alta resistência (A): apresenta K (módulo de reação de subleito) acima de 120 MN/m³ para pavimentos rígidos, e CBR (California Bearing Ratio) acima de 13 para pavimentos flexíveis.

- Resistência média (B): K entre 60 MN/m³ e 120 MN/m³ e CBR entre 8 e 13.
- Resistência baixa (C): K entre 25 MN/m³ e 60 MN/m³ e CBR entre 4 e 8.
- Resistência muito baixa (D): K abaixo de 25 MN/m³ e CBR abaixo de 4.
- categoria de pressão máxima, ou o valor máximo de pressão, permitida nos pneus:
 - Alta (W): sem limite de pressão.
 - Média (X): pressão limitada a 1,50 Mpa.
 - Baixa (Y): pressão limitada a 1,00 Mpa.
 - Muito Baixa (Z): pressão limitada a 0,50 Mpa.
- método de avaliação
 - Avaliação técnica (T): representa um estudo específico das características do pavimento e a aplicação de método de avaliação de pavimentos.
 - Utilizando a experiência com aeronaves (U): representa o conhecimento do tipo e da massa de uma aeronave específica que opera regularmente e de forma satisfatória no aeródromo.

Como exemplo, se a resistência de um pavimento rígido, sobre um subleito de resistência média, tiver sido avaliada pelo método técnico de avaliação como tendo PCN 80 e não há limite na pressão admissível dos pneus, então a informação a ser reportada deverá ser: PCN 80 / R / B / W / T.

2.1.2.7 Ponto de teste de altímetro antes do voo

Um ou mais pontos de teste de altímetro pré-voo, situados em um pátio de aeronaves, devem ser definidos em um aeródromo e notificados ao DECEA para divulgação na AIP (Publicação de Informação Aeronáutica). Tal localização é importante para possibilitar a realização do teste antes da aeronave ter a autorização para o táxi e elimina a necessidade de parar para esse fim após ter deixado o pátio de manobras.

A elevação de um ponto de teste de altímetro antes do voo deve ser dada como a elevação média, arredondada com precisão de um metro (ou um pé), da área na qual esse ponto se encontra. A elevação de qualquer porção de um ponto de teste de altímetro antes do voo deve estar dentro de 3 m da elevação média desse ponto.

2.1.2.8 Distâncias declaradas

Quatro distâncias devem ser calculadas em metros ou pés arredondados para pistas, e são elas:

- distância de rolagem de decolagem disponível (TORA);
- distância de decolagem disponível (TODA);
- distância de aceleração-parada disponível (ASDA);
- distância de pouso disponível (LDA).

Quando uma pista de pouso e decolagem não for dotada de uma zona de parada (*stopway*) ou zona desimpedida (*clearway*) e se a cabeceira estiver localizada na extremidade da pista, as quatro distâncias declaradas deveriam ser normalmente iguais ao comprimento da pista de pouso e decolagem, conforme mostrado no exemplo 1.

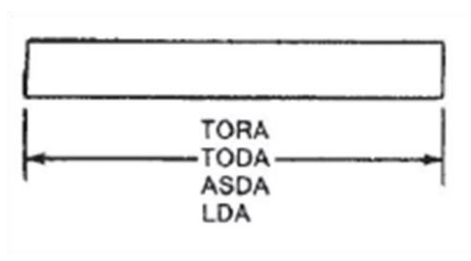


Figura 2-1 Distâncias declaradas: exemplo 1 (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)

Quando uma pista de pouso e decolagem for dotada de uma zona desimpedida (CWY), então a TODA incluirá o comprimento da zona desimpedida, conforme mostrado no exemplo 2.

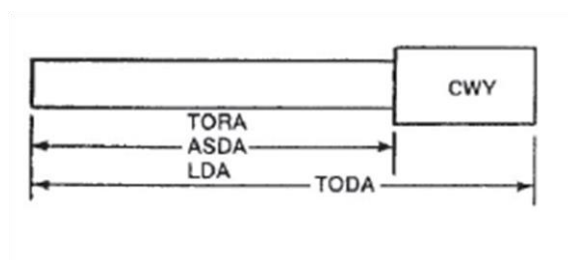


Figura 2-2 Distâncias declaradas: exemplo 2 (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)

Quando uma pista de pouso e decolagem for dotada de uma zona de parada (SWY), então a ASDA incluirá o comprimento da zona de parada, conforme mostrado no exemplo 3.

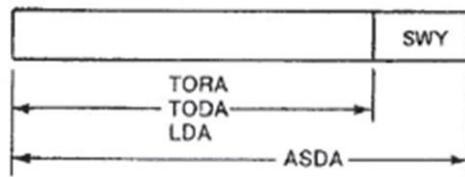


Figura 2-3 Distâncias declaradas: exemplo 3 (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)

Quando uma pista de pouso e decolagem tiver uma cabeceira deslocada, então a LDA será reduzida na distância que a cabeceira estiver deslocada, conforme mostrado no exemplo 4. Uma cabeceira deslocada afeta somente a LDA para as aproximações feitas naquela cabeceira; nenhuma das distâncias declaradas para operações na direção contrária é afetada.

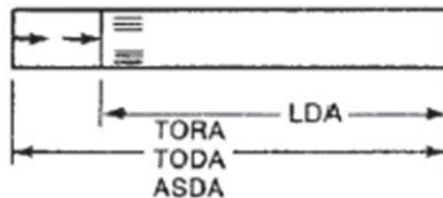


Figura 2-4 Distâncias declaradas: exemplo 4 (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)

Os exemplos 2, 3 e 4 ilustram uma pista de pouso e decolagem dotada de uma zona desimpedida (*clearway*) e uma zona de parada (*stopway*) ou tendo uma cabeceira deslocada. Quando existir mais do que uma dessas características, então mais que uma das distâncias declaradas serão modificada – porém a modificação seguirá o mesmo princípio ilustrado, como mostrado no exemplo 5.

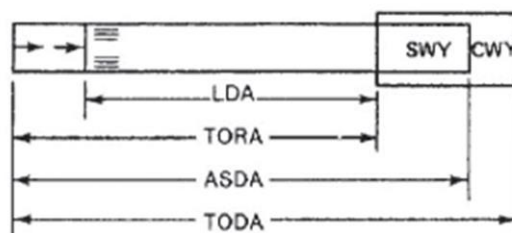


Figura 2-5 Distâncias declaradas: exemplo 5 (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)

Todos os exemplos dados são para operações da esquerda para direita.

2.1.2.9 Sinalização horizontal de designação de pista de pouso e decolagem

A sinalização horizontal de designação de pista de pouso e decolagem deve estar localizada na cabeceira, de cor branca e constituída por um número de dois dígitos (podendo ser complementada com uma letra em pistas de pouso e decolagem paralelas).

O número de dois dígitos é um número inteiro decimal mais próximo do Norte Magnético, quando visto da direção de aproximação. Em casos de número com um único dígito, este deve ser precedido por um zero.

A figura a seguir indica um caso de pista de pouso e decolagem direcionada a 270º do norte magnético (tornando-se 27) e a outra extremidade à 90º (tornando-se 9, e assim, adicionando-se um 0 à sua esquerda).

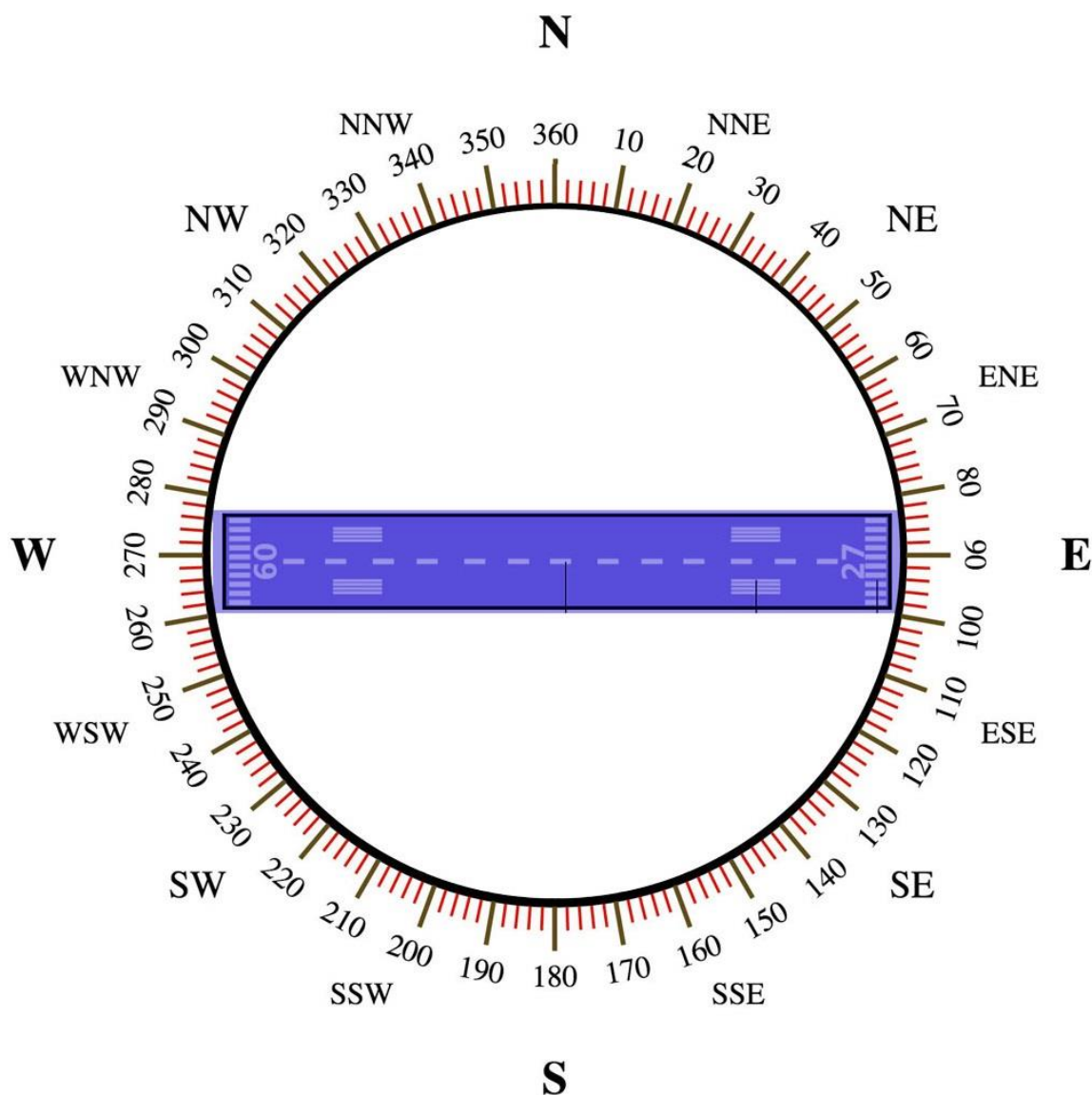


Figura 2-6 Designação de pista de pouso e decolagem ^[4]

No caso de pistas de pouso e decolagem paralelas, cada número de designação de pista deve ser complementado com uma letra, como segue, na ordem demonstrada da esquerda para a direita, quando vistas da direção de aproximação:

- duas pistas paralelas: “L” “R”
- três pistas paralelas: “L” “C” “R”
- quatro pistas paralelas: “L” “R” “L” “R”

2.1.3 Características Físicas do Aeródromo

Nesta seção, serão apresentadas as principais recomendações do ICAO e da ANAC para projetos das áreas pavimentadas de aeródromos.

2.1.3.1 Pistas de pouso e decolagem (*runway*)

É definida como uma área retangular situada em um aeródromo em terra preparada para pousos e decolagens de aeronaves, e para a determinação de sua orientação e localização é importante a especificação de dois fatores: fator de utilização (determinado pela distribuição do vento) e o alinhamento da pista (para facilitar a provisão de aproximações). Para a determinação do número de pistas a ser provido em cada direção analisa-se o número de movimentos de aeronaves realizados no aeródromo.

Para o fator de utilização recomenda-se que seja maior que 95% para as aeronaves a que está previsto atender, e deve ser assumido que o pouso ou decolagem de aeronaves são, em circunstâncias normais, comprometidos quando o componente de vento de través exceder 37 km/h (20 nós) no caso de aeronaves cujo comprimento básico de pista for maior ou igual a 1.500 m, 24 km/h (13 nós) no caso de aeronaves cujo comprimento básico de pista for maior ou igual a 1.200 m e menor que 1.500 m e 19 km/h (10 nós) no caso de aeronaves cujo comprimento básico de pista for menor que 1.200 m.

Os dados analisados são de ventos médios, observados ao menos 8 vezes por dia em intervalos de tempo iguais, num período de no mínimo 5 anos.

O alinhamento de pista deve estar de acordo com as normas sobre o vento na região, e com as especificações de superfície de aproximação (superfícies limitadoras de obstáculos, uso atual e futuro do solo, comprimentos atuais e futuros da pista, custos de construção e possibilidade de instalações de auxílios visuais).

Além do número e orientação da pista de pouso e decolagem, é importante definir:

- Localização da cabeceira

A cabeceira fica normalmente localizada na extremidade da pista caso não haja obstáculos que ultrapassem a superfície de aproximação (1200m longitudinalmente e largura não inferior a 150m). Caso isso ocorra, a cabeceira deve ser deslocada.

- Comprimento real de pistas de pouso e decolagem

Deve atender os requisitos operacionais das aeronaves para as quais a pista é destinada, garantindo uso nos seus dois sentidos e considerando condições locais que incluem a elevação, temperatura, inclinação da pista, umidade e características da superfície da pista. Tais recomendações são tanto para pista principal quanto secundária, sendo que a última pode diferir da primeira de acordo com as aeronaves que nela operam.

Para pistas de pouso e decolagem com zonas de parada (*stopways*) ou zonas desimpedidas (*clearways*) aplicam-se as recomendações, podendo diminuir o tamanho da pista em si (caso continue em conformidade com as normas).

- Largura de pistas de pouso e decolagem

A largura de uma pista de pouso e decolagem não deve ser inferior à dimensão apropriada especificada na seguinte tabela:

Tabela 2-7 Largura de pistas de pouso e decolagem (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)

| Número de código | Letra de código | | | | | |
|------------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | A | B | C | D | E | F |
| 1 | 18m | 18m | 18m | – | – | – |
| 2 | 23m | 23m | 23m | – | – | – |
| 3 | 30m | 30m | 30m | 45m | – | – |
| 4 | – | – | 45m | 45m | 45m | 60m |

Outros fatores que influenciam a largura da pista de pouso e decolagem podem ser encontrados no Manual de Projeto de Aeródromos, Parte 1.

- Distância mínima entre pistas de pouso e decolagem paralelas

Onde pistas paralelas de não-instrumento forem utilizadas simultaneamente, as distâncias mínimas entre seus eixos devem ser:

- 210 m onde o maior número de código for 3 ou 4;

- 150 m onde o maior número de código for 2; e
- 120 m onde o maior número de código for 1.

Onde pistas paralelas por instrumento forem utilizadas simultaneamente, a distância mínima entre seus eixos deve ser:

- 1.035 m para aproximações paralelas independentes;
- 915 m para aproximações paralelas dependentes;
- 760 m para decolagens paralelas independentes;
- 760 m para operações paralelas segregadas.

- Declividades em pistas de pouso e decolagem

- Declividade longitudinal:

A declividade computada dividindo-se a diferença entre a elevação máxima e mínima ao longo do eixo da pista pelo comprimento da pista não deve exceder 1 por cento onde o número de código for 3 ou 4; e 2 por cento onde o número de código for 1 ou 2.

Ao longo de qualquer trecho de uma pista de pouso e decolagem, a declividade longitudinal não deve exceder 1,25 por cento onde o número de código for 4; 1,5 por cento onde o número de código for 3 e 2 por cento onde o número de código for 1 ou 2.

- Declividade transversal:

Para realizar uma drenagem mais rápida da água, a superfície da pista deve, se possível, ser inclinada, salvo quando um único declive transversal de cima para baixo, na direção do vento mais frequentemente associado com a chuva, garantir uma drenagem rápida. A declividade transversal deve ser, de 1,5 por cento onde a letra de código for C, D, E ou F; e 2 por cento onde a letra de código for A ou B; mas em nenhuma hipótese deve exceder 1,5 por cento ou 2 por cento, conforme for o caso, nem ser inferior a 1 por cento, salvo em intersecções de pista de pouso e decolagem ou de táxi, onde possam ser necessárias declividades mais aplainadas.

Para superfícies inclinadas, a declividade transversal em cada um dos lados do eixo deve ser simétrica.

A declividade transversal deve ser substancialmente a mesma ao longo do comprimento de uma pista de pouso e decolagem, salvo em intersecções com outra pista ou com uma pista de táxi,

onde deveria haver uma transição uniforme considerando-se a necessidade de drenagem adequada.

2.1.3.2 Acostamentos de pista de pouso e decolagem

Os acostamentos de pista de pouso e decolagem devem ser implantados em pistas de código D, E ou F.

- Largura dos acostamentos de pista de pouso e decolagem

Devem estender-se simetricamente em cada um dos lados da pista, de modo que a largura total da pista e de seus acostamentos não seja inferior a 60 m onde a letra de código for D ou E; e 75 m onde a letra de código for F.

- Declividades dos acostamentos de pista de pouso e decolagem

Deve estar alinhada com a superfície da pista de pouso e decolagem e sua declividade transversal não deveria exceder 2,5 por cento.

2.1.3.3 Área de giro de pista de pouso e decolagem

Uma área de giro de pista de pouso e decolagem deve ser provida nas cabeceiras que não são servidas por uma pista de táxi, ou não dispõem de uma área de giro de pista de táxi, quando a letra do código for D, E ou F, para facilitar uma curva de 180° e alinhamento das aeronaves na cabeceira. Pode ser colocada em qualquer um dos lados da pista, adjacente a ambas cabeceiras e em algumas locações intermediárias, conforme necessário.



Figura 2-7 Disposição típica de uma área de giro de pista de pouso e decolagem (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)

O ângulo de intercessão da área de giro com a pista de pouso não deve exceder 30 °, e o ângulo de guiagem da roda do nariz da aeronave a ser usado no projeto da área de giro na pista de pouso e decolagem não deve exceder 45 °. Além disso o afastamento entre qualquer roda do trem de pouso da aeronave e a borda da área de giro deve ser igual ou superior àquela indicada na tabela a seguir:

Tabela 2-8 Afastamento entre roda do trem de pouso e a borda da área de giro (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)

| Letra do Código | Afastamento |
|-----------------|--|
| A | 1,5m |
| B | 2,25m |
| C | 3m, se a área de giro é destinada a aeronaves com base de rodas inferior a 18m, ou 4,5 m, se a área de giro é destinada a aeronaves com base de rodas igual ou superior a 18 m |
| D | 4,5m |
| E | 4,5m |
| F | 4,5m |

2.1.3.4 Faixas de pista de pouso e decolagem

Uma área definida que inclui a pista de pouso e decolagem e a zona de parada (stopway), se houver, com o propósito de reduzir o risco de danos a aeronaves que saem da pista e proteger aeronaves que sobrevoam a pista durante operações de pouso ou decolagem.

- Comprimento de faixas de pista de pouso e decolagem

Uma faixa de pista deve estender-se antes da cabeceira e após o fim da pista ou da zona de parada a uma distância de, no mínimo: 60 m onde o número de código for 2, 3 ou 4; 60 m onde o número de código for 1 e a pista for por instrumento; e 30 m onde o número de código for 1 e a pista for de não instrumento.

- Largura de faixas de pista de pouso e decolagem

Uma faixa de pista contendo uma pista de aproximação de precisão deve, onde quer que seja viável, estender-se lateralmente ao eixo da pista a uma distância de, no mínimo: 150 m onde o número de código for 3 ou 4; e 75 m onde o número de código for 1 ou 2.

Uma faixa de pista contendo uma pista de aproximação de não-precisão deveria estender-se lateralmente ao eixo da pista a uma distância de, no mínimo: 150 m onde o número de código for 3 ou 4; e 75 m onde o número de código for 1 ou 2.

Ambas as recomendações são para largura de cada lado do eixo da pista e do seu prolongamento ao longo de todo comprimento da faixa de pista.

Já uma faixa de pista contendo uma pista de não-instrumento deveria estender-se em cada um dos lados do eixo da pista e do seu prolongamento ao longo de todo comprimento da faixa em uma distância de, no mínimo: 75 m onde o número de código for 3 ou 4; 40 m onde o número de código for 2; e 30 m onde o número de código for 1.

2.1.3.5 Áreas de segurança de fim de pista (RESA)

Área simétrica ao longo do prolongamento do eixo da pista de pouso e decolagem e adjacente ao fim da faixa de pista, utilizada primordialmente para reduzir o risco de danos a aeronaves que realizem o toque antes de alcançar a cabeceira ou que ultrapassem acidentalmente o fim da pista.

Deve estar presente em pistas de número de código 3 ou 4, e em pistas de aproximação por instrumentos de número de código 1 ou 2.

Em suas dimensões, deve se estender a partir do final de uma faixa de pista a uma distância de, no mínimo, 90 m, e sua largura ser, no mínimo, o dobro da largura da pista a que está associada.

A figura abaixo ilustra, fora de escala, a área de segurança de fim de pista e a faixa da pista de pouso e decolagem.^[5]

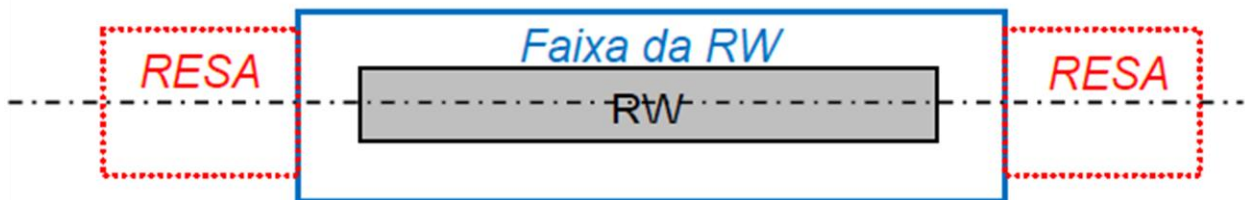


Figura 2-8 Esquema ilustrando faixa de pista de pouso e decolagem e RESA (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)

2.1.3.6 Zonas desimpedidas (*clearways*)

Área retangular definida no solo ou na água sob controle da autoridade competente, selecionada ou preparada como uma área adequada sobre a qual uma aeronave pode realizar sua decolagem, cuja localização deve se iniciar no final da TORA. A inclusão de zonas desimpedidas, assim como de zonas de parada, em pistas de pouso e decolagem dependem das características físicas da área além da

extremidade da pista de pouso e decolagem e das exigências de desempenho operacional das aeronaves previstas.

O comprimento de uma zona desimpedida não deve exceder metade do comprimento da TORA e sua largura deve se estender a uma distância de, no mínimo, 75 m de cada lado do prolongamento do eixo da pista de pouso e decolagem.

2.1.3.7 Zonas de parada (*stopways*)

Área retangular definida no solo no fim da distância de rolagem de decolagem disponível (TORA) e preparada como uma área adequada na qual uma aeronave pode ser parada em caso de decolagem abortada.

Sua largura deve ser a mesma da pista de pouso e decolagem, e sua superfície pavimentada deve ser construída de modo a oferecer um bom coeficiente de atrito, compatível com aquele da pista à qual está associada, quando a zona de parada estiver molhada.

2.1.3.8 Área de operação de rádio-altímetro

Uma área de operação de rádio-altímetro deve ser estabelecida na área de pré-cabeceira de uma pista de aproximação de precisão.

Deve apresentar um comprimento de, no mínimo, 300m à frente da cabeceira, e uma largura de 60m para cada lado do prolongamento do eixo da pista de pouso e decolagem, ressalvando-se que, quando circunstâncias especiais permitirem, essa distância pode ser reduzida a não menos que 30 m, caso um estudo aeronáutico indique que essa redução não afeta a segurança das operações das aeronaves.

Além disso, em uma área de operação de rádio-altímetro, mudanças de declividade devem ser evitadas ou mantidas a um número mínimo. Onde não puderem ser evitadas, as mudanças de declividade devem ser as mais graduais possíveis, não devendo haver mudanças abruptas ou reversões repentinas de declividades. A taxa de mudança entre duas declividades consecutivas não deve exceder 2 por cento por 30 m.

2.1.3.9 Pistas de táxi (*taxiway*)

Uma trajetória definida em um aeródromo em terra, estabelecida para taxiamento de aeronaves e com a função de oferecer uma ligação entre as partes do aeródromo, sendo que as pistas de táxi de entrada e saída de pistas de pouso e decolagem devem ser disponibilizadas em número suficiente para agilizar a movimentação de aeronaves entrando e saindo da pista de pouso e decolagem, considerando-se a possibilidade de pistas de saída rápida quando os volumes de tráfego forem altos.

O projeto de uma pista de táxi deve ser tal que, o afastamento entre a roda externa do trem de pouso principal e a borda da pista de táxi não seja inferior à distância apresentada na seguinte tabela:

Tabela 2-9 Afastamento entre a roda externa do trem de pouso principal e a borda da pista de táxi
(fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)

| Letra do Código | Afastamento |
|-----------------|--|
| A | 1,5m |
| B | 2,25m |
| C | 3m, se a pista de taxi é destinada a aeronaves com base de rodas inferior a 18m, ou 4,5 m, se a pista de taxi é destinada a aeronaves com base de rodas igual ou superior a 18 m |
| D | 4,5m |
| E | 4,5m |
| F | 4,5m |

- Largura de pistas de taxi

As partes retilíneas da pista de táxi não devem ter largura inferior às larguras apresentadas na seguinte tabela:

Tabela 2-10 Largura das partes retilíneas da pista de táxi (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)

| Letra do Código | Largura da pista de táxi |
|-----------------|--|
| A | 7,5m |
| B | 10,5m |
| C | 15 m, se a pista de táxi for destinada a aeronaves com distância entre eixos menor que 18 m; 18 m, se a pista de táxi for destinada a aeronaves com distância entre eixos maior que 18 m |
| D | 18 m, se a pista de táxi for destinada a aeronaves com largura do trem de pouso principal menor que 9 m; 23 m, se a pista de táxi for destinada a aeronaves com largura do trem de pouso principal igual ou maior que 9 m |
| E | 23m |
| F | 25m |

- Curvas de pista de táxi

Mudanças na direção das pistas de táxi devem ser mínimas e as mais suaves possíveis. Os raios das curvas devem ser compatíveis com a capacidade de manobra e as velocidades normais de táxi das aeronaves para as quais a pista de táxi é destinada. O traçado da curva deve ser tal que, quando a cabine de comando da aeronave permanecer sobre a sinalização horizontal do eixo da pista de táxi, o afastamento entre as rodas externas do trem de pouso principal e a borda da pista de táxi não seja menor que a distância apresentada na tabela 2-9.

Para isso, pode ocorrer o alargamento da pista de táxi na curva para alcançar o afastamento da roda especificado, como visto na figura a seguir:

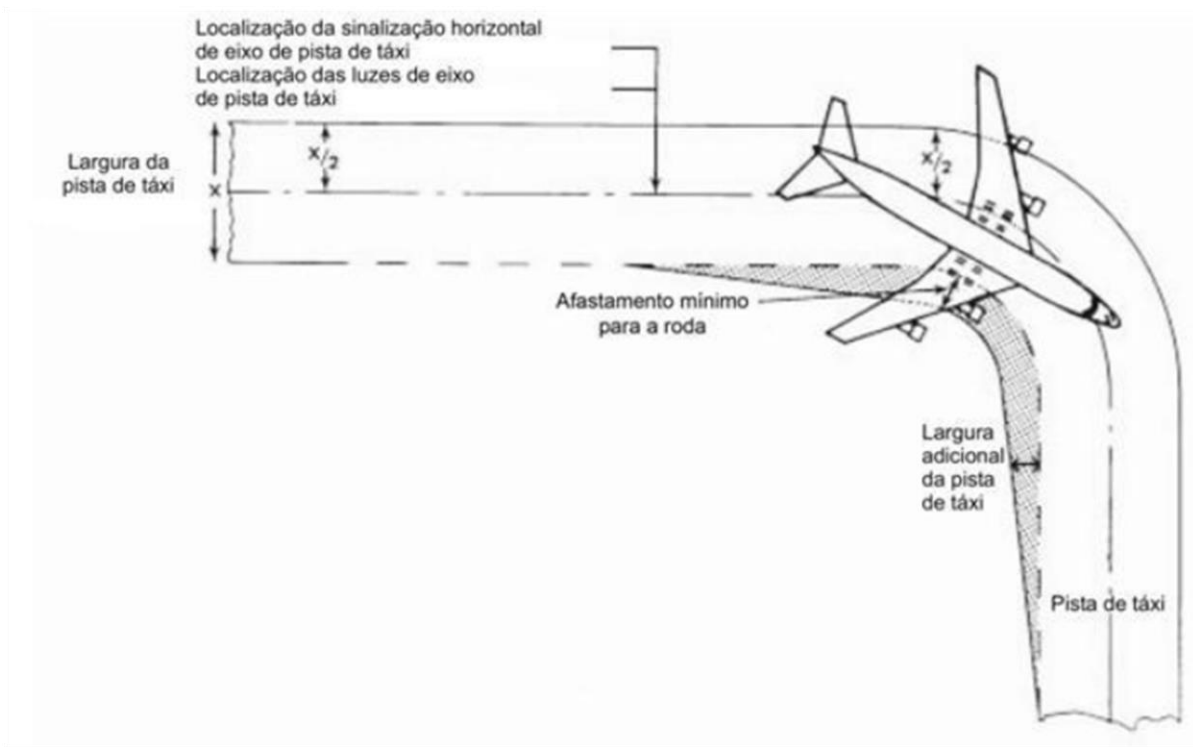


Figura 2-9 Largura adicional em curvas de pista de táxi (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)

- Junções e interseções

Para facilitar a movimentação das aeronaves, as junções e interseções entre pistas de táxi com pistas de pouso e decolagem, com pátios de manobras e com outras pistas de táxi devem receber superfícies de suavização (*fillets*). O projeto das superfícies de suavização deve garantir que os afastamentos mínimos das rodas especificados na tabela 2-9 sejam mantidos quando as aeronaves estiverem manobrando pelas junções ou interseções, e deve levar em consideração os dados de comprimento de aeronaves.

- Distâncias mínimas de separação para pistas de táxi

A distância de separação entre o eixo de uma pista de táxi e o eixo de uma pista de pouso e decolagem, o eixo de uma pista de táxi paralela ou um objeto, não deve ser menor que as dimensões especificadas na tabela 2-11, ressalvando-se que pode ser permitido operar com distâncias de separação menores em um aeródromo existente, se um estudo aeronáutico indicar que essas distâncias não irão afetar a segurança ou a regularidade das operações das aeronaves.

Tabela 2-11 Distâncias mínimas de separação para pistas de táxi (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)

| Letra de código (1) | Distância entre eixo de pista de táxi e eixo de pista de pouso e decolagem (metros) | | | | | | | | Eixo de pista de táxi para eixo de pista de táxi (m) (10) | Eixo de pista de táxi, que não seja uma pista de táxi de estacionamento de aeronaves, até objeto (m) (11) | Eixo de pista de táxi de estacionamento de aeronaves até objeto (m) (12) |
|------------------------|---|----------|----------|----------|---------------------------|----------|----------|----------|---|---|--|
| | Pistas por instrumento | | | | Pistas de não-instrumento | | | | | | |
| | Número de código | | | | Número de código | | | | | | |
| | 1 (2) | 2 (3) | 3 (4) | 4 (5) | 1 (6) | 2 (7) | 3 (8) | 4 (9) | | | |
| A | 82,5 | 82,5 | - | - | 37,5 | 47,5 | - | - | 23,75 | 16,25 | 12 |
| B | 87 | 87 | - | - | 42 | 52 | - | - | 33,5 | 21,5 | 16,5 |
| C | - | - | 168 | - | - | - | 93 | - | 44 | 26 | 24,5 |
| D | - | - | 176 | 176 | - | - | 101 | 101 | 66,5 | 40,5 | 36 |
| E | - | - | - | 182,5 | - | - | - | 107,5 | 80 | 47,5 | 42,5 |
| F | - | - | - | 190 | - | - | - | 115 | 97,5 | 57,5 | 50,5 |

- Declividades em pistas de táxi

A declividade longitudinal em pistas de táxi não deve ser maior que:

- 1,5%, onde a letra de código for C, D, E ou F;
- 3%, onde a letra de código for A ou B.

Quando não puder ser evitado uma mudança de declividade, a mesma deve ocorrer de forma que não exceda 1% por 30m (onde a letra de código for C, D, E ou F) e 1% por 25m (onde a letra de código for A ou B).

Já as declividades transversais devem ser suficientes para prevenir o acúmulo de água na superfície da pista de táxi, mas não devem ser maiores que:

- 1,5% onde a letra de código for C, D, E ou F;
- 2% onde a letra de código for A ou B.

- Pistas de táxi de saída rápida

É uma pista de táxi conectada a uma pista de pouso e decolagem em um ângulo agudo e designada para permitir que aeronaves em pouso saiam da pista em velocidades mais altas do que em outras pistas de saída e, dessa forma, minimizando o tempo de ocupação da pista de pouso e decolagem.

Deve ser projetada com um raio de curva de saída de, no mínimo:

- 550 m onde o número de código for 3 ou 4; e
- 275 m onde o número de código for 1 ou 2.

E, para permitir saídas rápidas em condições de pista molhada, com velocidades de:

- 93 km/h onde o número de código for 3 ou 4; e
- 65 km/h onde o número de código for 1 ou 2.

Uma pista de táxi de saída rápida deve incluir uma distância retilínea após a curva de saída de modo que permita à aeronave fazer uma parada total antes de qualquer interseção com outras pistas de táxi e o raio da superfície de suavização (*fillet*) na parte interna da curva de saída rápida deve ser suficiente para oferecer uma abertura maior na pista de táxi de modo a facilitar o reconhecimento imediato da entrada e da curva de saída para a pista de táxi. O ângulo de interseção de uma pista de táxi de saída rápida com a pista de pouso e decolagem não deve ser maior que 45°, nem menor que 25°, sendo, preferencialmente, de 30°. A figura a seguir detalha uma pista de táxi de saída rápida.

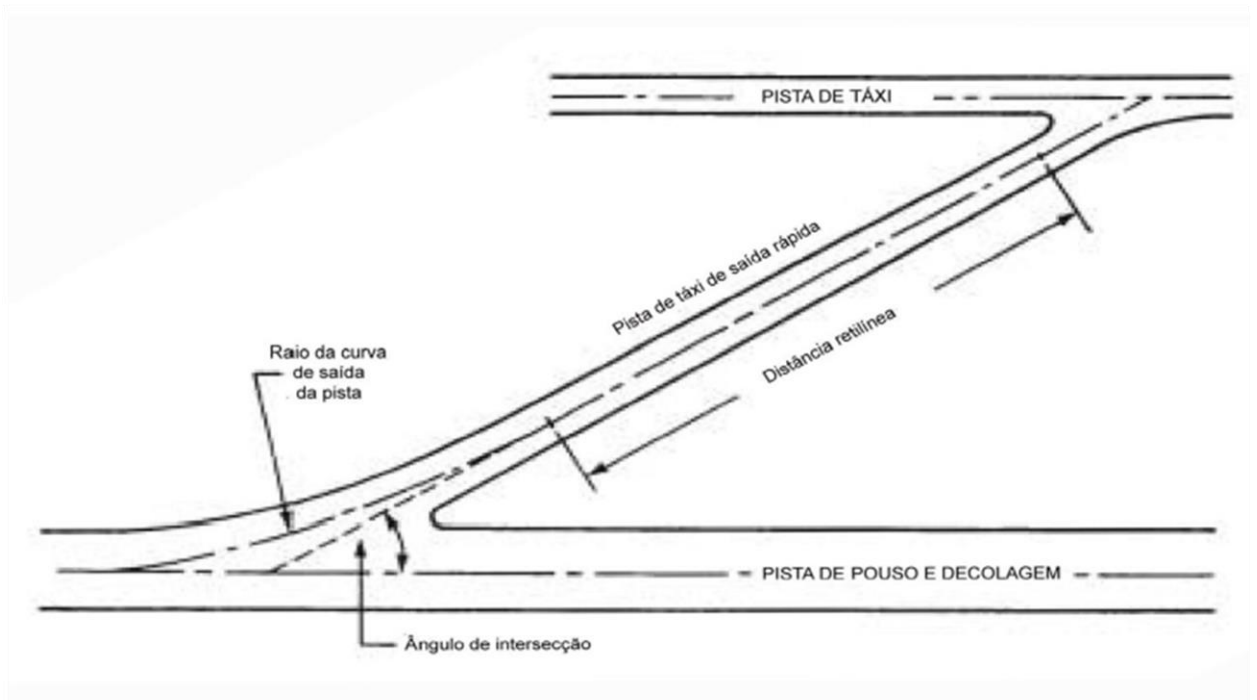


Figura 2-10 Pista de táxi de saída rápida (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)

- Pistas de táxi em pontes

Caso o aeródromo necessite, pistas de táxi poderão ser feitas em pontes.

A largura da parte da ponte capaz de suportar as aeronaves não deve ser menor que a largura da área nivelada da faixa de pista de táxi, e devem ser construídas em trechos retilíneos dessas pistas,

com trechos retos nas duas extremidades da ponte para facilitar o alinhamento das aeronaves que se aproximam da ponte.

Mais orientações sobre o formato das pistas de táxi podem ser encontradas no Manual de Projeto de Aeródromos, Parte 2.

2.1.3.10 Acostamentos de pista de táxi

Em trechos retilíneos de uma pista de táxi onde a letra de código for C, D, E ou F devem existir acostamentos que se estendam simetricamente nos dois lados da mesma, de modo que a largura total da pista de táxi com seus acostamentos em trechos retilíneos não seja inferior a:

- 60 m onde a letra de código for F;
- 44 m onde a letra de código for E;
- 38 m onde a letra de código for D; e
- 25 m onde a letra de código for C.

A largura dos acostamentos em curvas de pistas de táxi e em junções ou interseções, não deve ser inferior à largura daqueles dos trechos retilíneos adjacentes da pista de táxi.

Além disso, a superfície dos acostamentos deve ser preparada para resistir à erosão e à ingestão do material da superfície pelos motores da aeronave (jet blast).

2.1.3.11 Faixas de pista de táxi

É definida como uma área com o propósito de proteger uma aeronave em operação na pista de táxi e reduzir o risco de danos a aquela que saia acidentalmente da pista de táxi.

Sua largura deve estender-se simetricamente para cada lado do eixo da pista de táxi ao longo de seu comprimento a uma distância mínima do eixo da pista de táxi descrita na coluna 11 da Tabela 2-11.

As faixas de pista de táxi também devem apresentar um nivelamento em sua porção central, a uma distância do eixo da pista de no mínimo:

- 11 m, onde a letra de código for A;
- 12,5 m, onde a letra de código for B ou C;
- 19 m, onde a letra de código for D;
- 22 m, onde a letra de código for E;
- 30 m, onde a letra de código for F.

Deve ocorrer nivelamento com as bordas da pista ou acostamentos, obedecendo uma declividade transversal ascendente menor que 2,5% (onde a letra de código for C, D, E ou F) e 3% (onde a letra de código for A ou B).

2.1.3.12 Baías de espera, posições de espera de pista de pouso e decolagem, posições intermediárias de espera e posições de espera em via interna de veículos

Baias de espera são áreas definidas onde uma aeronave pode ser retida ou contornada, de modo a facilitar o movimento eficiente dela na superfície. Devem existir quando a densidade do tráfego for média (número de movimentos na hora-pico média entre 16 e 25 por pista de pouso e decolagem) ou alta (número de movimentos na hora-pico média de 26 ou mais por pista de pouso e decolagem).

Uma posição de espera de pista de pouso e decolagem é designada com o propósito de proteger uma pista na qual aeronaves taxiando e veículos devem parar e esperar, a menos que autorizados pela Torre de Controle do aeródromo. Em interseções entre uma pista de táxi e uma pista de pouso e decolagem, ou entre duas pistas de pouso e decolagem (quando a primeira for parte de uma circulação padrão de táxi), devem ser estabelecidas posições de espera de pista de pouso e decolagem.

Uma posição intermediária de espera é designada para o controle de tráfego na qual a aeronave que esteja taxiando e os veículos devem parar e esperar até que lhes seja autorizado, pela Torre de Controle do aeródromo, prosseguir. Deve ser estabelecida em qualquer ponto de uma pista de táxi, que não seja uma posição de espera de pista de pouso e decolagem.

Uma posição de espera em via interna de veículos é uma área na qual os veículos podem ser solicitados a aguardar. Deve ser estabelecida na intersecção de uma via interna de veículos com uma pista de pouso e decolagem.

Em relação a localização das posições de espera de aeronave ou veículo, temos que a distância entre elas e o eixo de uma pista de pouso e decolagem deve estar em conformidade com as tabelas 2-11 e 2-12 e, no caso de uma pista de aproximação de precisão, deve ser tal que um veículo ou uma aeronave em espera não interfiram nas operações dos rádio-auxílios à navegação.

Tabela 2-12 Distância mínima do eixo da pista de pouso e decolagem para uma baía de espera (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)

| Tipo de pista de pouso e decolagem | Número de Código | | | |
|--|-------------------|-------------------|---------------------|-----------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| De não instrumento | 30 m | 40 m | 75 m | 75 m |
| Aproximação não-precisão | 40 m | 40 m | 75 m | 75 m |
| Aproximação de precisão categoria I | 60 m ^b | 60 m ^b | 90 m ^{a,b} | 90 m ^{a,b,c} |
| Aproximação de precisão categoria II e III | - | - | 90 m ^{a,b} | 90 m ^{a,b,c} |
| Pista de decolagem | 30 m | 40 m | 75 m | 75 m |

a. Se uma baía de espera, posição de espera de pista de pouso e decolagem ou posição de espera em via interna de veículos estiverem situadas em uma elevação menor comparada à cabeceira, a distância pode ser diminuída em 5 m para cada metro abaixo da elevação da cabeceira, desde que não se infrinja a superfície de transição interna.

b. Essa distância pode ter que ser aumentada para evitar interferências em rádio-auxílios à navegação, especialmente as facilidades do indicador de trajetória de planeio (glide path) e do localizador.

c. Onde a letra de código for F, essa distância deveria ser de 107,5 m.

2.1.3.13 Pátios de manobras

É definido como uma área em um aeródromo em terra com o propósito de acomodar aeronaves para fins de embarque e desembarque de passageiros, carregamento ou descarregamento de cargas, correio, para abastecimento, estacionamento ou manutenção. Seu tamanho deve ser adequado para permitir o processamento rápido do tráfego do aeródromo em sua densidade máxima prevista, e a resistência do seu pavimento deve suportar níveis de compressão maiores que o da pista de pouso e decolagem, devido a lenta movimentação das aeronaves, ou mesmo paradas no local.

A declividade máxima não deve exceder 1 por cento (suficiente para evitar o acúmulo de água na superfície do pátio) e as aeronaves ali locadas devem apresentar um afastamento mínimo em relação aos objetos, construções e aeronaves adjacentes de: 3m (onde a letra do código for A ou B), 4,5m (onde a letra do código for C) e 7,5m (onde a letra do código for D, E ou F).

2.1.4 Restrição e remoção de obstáculos no espaço aéreo ao redor do aeródromo

Nesta seção será especificado o espaço aéreo ao redor do aeródromo a ser mantido livre de obstáculos, tal qual suas superfícies limitadoras, a fim de manter a segurança das operações e garantir que se mantenha em uso mesmo com o crescimento de obstáculos em torno de suas locações.

2.1.4.1 Superfícies limitadoras de obstáculos

São superfícies limitadoras de obstáculos: superfície horizontal interna, superfície cônica, superfície de aproximação, superfície de aproximação interna, superfície de transição, superfície de transição interna, superfície de pouso interrompido e superfície de subida de decolagem. Todas elas estão ilustradas nas figuras 2-10 e 2-11 e, em seguida, são descritas e caracterizadas. Suas dimensões, de acordo com o uso previsto para a pista, estão nas Tabelas 2-13, 2-14 e 2-15.

Além das superfícies já citadas, pode existir a necessidade de uma superfície horizontal externa, que é definida como parte especificada de um plano horizontal situada sobre as proximidades de um aeródromo e que se estende além dos limites horizontais da superfície cônica, caso exista. Esta superfície estabelece um nível acima do qual pode ser necessário considerar o controle de novas construções, para facilitar a possibilidade ou a eficiência dos procedimentos de aproximação por instrumentos.^[6]

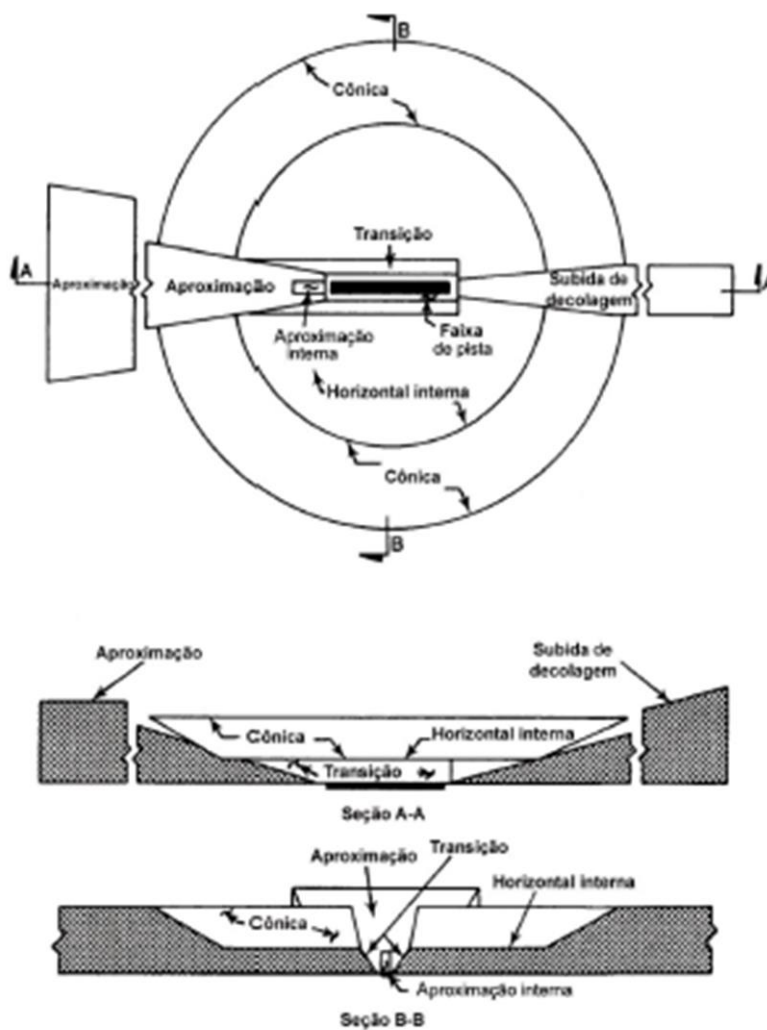


Figura 2-11 Superfícies limitadoras de obstáculos: horizontal interna, cônica, transição, aproximação e subida de decolagem (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)

– Superfície horizontal interna:

É uma superfície localizada em um plano horizontal acima de um aeródromo e de seu entorno. Seus limites externos são semicírculos, com centros nas cabeceiras das pistas, unidos por tangentes.

– Superfície cônica:

É uma superfície em rampa ascendente e a partir dos limites externos da superfície horizontal interna. Seus limites devem compreender uma borda inferior coincidente com a periferia da superfície horizontal interna e uma borda superior localizada em uma determinada altura acima da mesma. Sua declividade deve ser medida em relação a um plano vertical perpendicular à periferia da superfície horizontal interna.

– Superfície de aproximação:

É um plano inclinado ou uma combinação de planos anteriores à pista. Seus limites devem compreender uma borda interna de determinada extensão, horizontal e perpendicular ao prolongamento da linha central da pista de pouso e localizada a uma determinada distância anterior à cabeceira da pista; duas laterais originadas nas extremidades da borda interna e divergindo uniformemente a uma determinada razão a partir do prolongamento da linha central da pista de pouso; e uma borda externa paralela à borda interna.

Além disso, a elevação da borda interna deve ser igual à elevação do ponto médio da cabeceira.

– Superfície de aproximação interna:

É uma porção retangular da superfície de aproximação imediatamente anterior à cabeceira. Seus limites devem conter uma borda interna coincidente com a localização da borda interna da superfície de aproximação mas com sua extensão própria especificada; duas laterais originadas nas extremidades da borda interna e que se estendem paralelamente ao plano vertical que contém a linha central da pista de pouso; e uma borda externa paralela à borda interna.

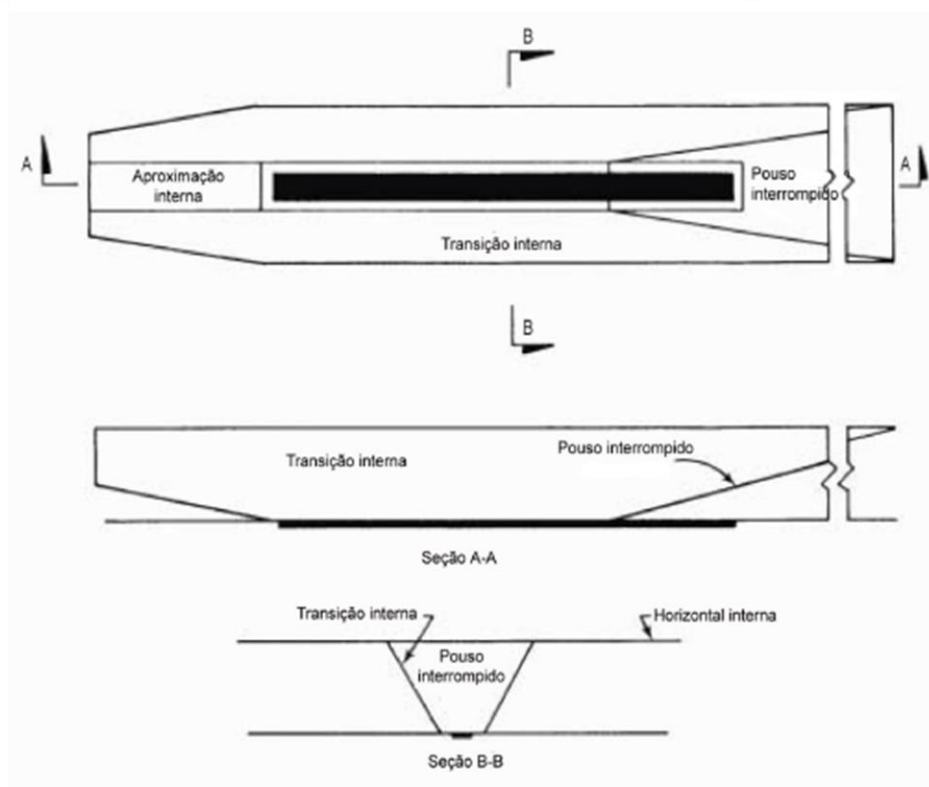


Figura 2-12 Superfícies limitadoras de obstáculos: aproximação interna, transição interna e de pouso interrompido (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)

– Superfície de transição:

É uma superfície complexa ao longo das laterais da faixa de pista e parte das laterais da superfície de aproximação, inclinando-se para cima e para fora em direção à superfície horizontal interna. Seus limites devem compreender uma borda inferior que se inicia na intersecção da lateral da superfície de aproximação com a superfície horizontal interna e que se estende para baixo da lateral da superfície de aproximação em direção à borda interna da superfície de aproximação e, deste ponto, ao longo do comprimento da faixa paralela ao eixo da pista de pouso; e uma borda superior localizada no plano da superfície horizontal interna.

– Superfície de transição interna:

É uma superfície semelhante à superfície de transição, porém mais próxima à pista. Seus limites devem compreender uma borda inferior que se inicia na extremidade da superfície de aproximação interna e que se estende para baixo pelo lado da superfície de aproximação interna, até a borda interna dessa superfície, a partir de onde se estende ao longo da faixa paralela à linha central da pista, em direção à borda interna da superfície de pouso interrompido e, deste ponto, para cima pelo lado da superfície de pouso interrompido, até o ponto onde a lateral intercepta a

superfície horizontal interna; e uma borda superior localizada no plano da superfície horizontal interna.

Tabela 2-13 Dimensões superfícies limitadoras – Aproximação visual e por instrumentos de não precisão. (Fonte: Portaria Nº256 da ANAC).

| Superfícies e dimensões | Visual | | | | Instrumento de não precisão | | | |
|------------------------------|-----------------|-------|--------|--------|-----------------------------|-------|--------|--------|
| | Código de pista | | | | Código de pista | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Horizontal Interna | | | | | | | | |
| Altura | 45m | 45m | 45m | 45m | 45m | 45m | 45m | 45m |
| Raio | 2000m | 2500m | 4000m | 4000m | 3500m | 3500m | 4000m | 4000m |
| Cônica | | | | | | | | |
| Declividade | 5% | 5% | 5% | 5% | 5% | 5% | 5% | 5% |
| Altura | 35m | 55m | 75m | 100m | 60m | 60m | 75m | 100m |
| Transição | | | | | | | | |
| Declividade | 20% | 20% | 14,30% | 14,30% | 20% | 20% | 14,30% | 14,30% |
| Transição Interna | | | | | | | | |
| Declividade | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Aproximação | | | | | | | | |
| Comprimento da borda interna | 60m | 80m | 150m | 150m | 150m | 150m | 300m | 300m |
| Distância da cabeceira | 30m | 60m | 60m | 60m | 60m | 60m | 60m | 60m |
| Abertura para cada lado | 10% | 10% | 10% | 10% | 15% | 15% | 15% | 15% |
| Aproximação Interna | | | | | | | | |
| Largura | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Distância da cabeceira | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Comprimento | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Declividade | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Pouso Interrompido | | | | | | | | |
| Comprimento da borda interna | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Distância da cabeceira | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Abertura para cada lado | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Declividade | - | - | - | - | - | - | - | - |

Tabela 2-14 Dimensões superfícies limitadoras – Aproximação por instrumentos de precisão
(Fonte: Portaria Nº256 da ANAC).

| Superfícies e dimensões | Instrumento de precisão (categoria 1) | | | | Instrumento de precisão (categoria 2 e 3) |
|------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|--------|--------|---|
| | Código de pista | | | | Código de pista |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 3 e 4 |
| Horizontal Interna | | | | | |
| Altura | 45m | 45m | 45m | 45m | 45m |
| Raio | 3500m | 3500m | 4000m | 4000m | 4000m |
| Cônica | | | | | |
| Declividade | 5% | 5% | 5% | 5% | 5% |
| Altura | 60m | 60m | 100m | 100m | 100m |
| Transição | | | | | |
| Declividade | 14,30% | 14,30% | 14,30% | 14,30% | 14,30% |
| Transição Interna | | | | | |
| Declividade | 40,00% | 40,00% | 33,30% | 33,30% | 33,30% |
| Aproximação | | | | | |
| Comprimento da borda interna | 150m | 150m | 300m | 300m | 300m |
| Distância da cabeceira | 60m | 60m | 60m | 60m | 60m |
| Abertura para cada lado | 15% | 15% | 15% | 15% | 15% |
| Aproximação Interna | | | | | |
| Largura | 90m | 90m | 120m | 120m | 120m |
| Distância da cabeceira | 60m | 60m | 60m | 60m | 60m |
| Comprimento | 900m | 900m | 900m | 900m | 900m |
| Declividade | 2,50% | 2,50% | 2% | 2% | 2% |
| Pouso Interrompido | | | | | |
| Comprimento da borda interna | 90m | 90m | 120m | 120m | 120m |
| Distância da cabeceira | Até o final da faixa de pista | Até o final da faixa de pista | 1800m | 1800m | 1800m |
| Abertura para cada lado | 10% | 10% | 10% | 10% | 10% |
| Declividade | 4% | 4% | 3,33% | 3,33% | 3,33% |

- Superfície de pouso interrompido:

É um plano inclinado localizado a uma determinada distância após a cabeceira, que se estende por entre a superfície de transição interna. Seus limites devem compreender uma borda interna horizontal e perpendicular ao eixo da pista e localizada a uma determinada distância após a

cabeceira; duas laterais que se originam nas extremidades da borda interna e divergem uniformemente a uma determinada razão, a partir do plano vertical que contém o eixo da pista de pouso; e uma borda externa paralela à borda interna e localizada no plano da superfície horizontal interna.

- Superfície de subida de decolagem:

É um plano inclinado ou outra superfície especificada além do fim de uma pista de decolagem ou de uma zona desimpedida (*clearway*). Seus limites devem compreender a borda interna horizontal e perpendicular ao eixo da pista de decolagem e localizada em uma determinada distância além do fim da pista ou no final da zona desimpedida (*clearway*), quando houver, e estender-se além da distância determinada; duas laterais que se originam nas extremidades da borda interna, divergindo uniformemente a uma determinada razão a partir da trajetória de decolagem e em direção a uma determinada largura final, continuando, de lá, nessa largura durante a extensão restante da superfície de subida de decolagem; e uma borda externa horizontal e perpendicular à trajetória de decolagem determinada.

Tabela 2-15 Dimensões superfícies limitadoras – Superfície de subida de decolagem (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume I)

| Superfícies e dimensões | Código de pista | | |
|------------------------------|-----------------|-------|--------|
| | 1 | 2 | 3 e 4 |
| Subida de decolagem | | | |
| Comprimento da borda interna | 60m | 80m | 180m |
| Distância do final da pista | 30m | 60m | 60m |
| Abertura para cada lado | 10% | 10% | 12,50% |
| Largura final | 380m | 580m | 1200m |
| Comprimento | 1600m | 2500m | 15000m |
| Declividade | 5% | 4% | 2% |

2.1.4.2 Objetos fora das superfícies limitadoras de obstáculos

No caso de construções fora das superfícies limitadoras, as autoridades competentes devem ser consultadas para analisar o efeito delas nas operações aéreas, levando em conta a natureza das operações previstas e se são diurnas ou noturnas. Recomenda-se que objetos com alturas maiores que 150m sejam vistos como obstáculos e passíveis de análise.

2.1.5 Conclusões da seção

Aqui foram revisadas os principais pontos de um projeto geométrico de um aeródromo e a relação entre as aeronaves que nele operam e suas características (código de referência, dados do aeródromo, características físicas e superfícies limitadoras). Também foram explicados os principais termos que constituem o lado aéreo de um aeródromo.

2.2 GEOMETRIA DOS HELIPORTOS

O Anexo 14 – Volume 2 do ICAO é dividido em 6 capítulos mais um apêndice de apoio. Nesta parte do trabalho serão revisados os principais pontos e metodologias deste anexo, de acordo com a ordem apresentada nele.

2.2.1 Sistemas comuns de referência

São utilizados três sistemas de referência para indicar as coordenadas geográficas de um heliporto: horizontal, vertical e temporal.

O sistema de referência horizontal utilizado para expressar a latitude e longitude do heliporto é o WGS-84 (*World Geodetic System - 1984*)

Já o sistema de referência vertical para indicar a altitude do heliporto é a relação ao nível médio do mar.

Por fim, o sistema de referência temporal utilizado é o calendário Gregoriano e o Tempo Universal Coordenado (*Coordinated Universal Time - UTC*)

2.2.2 Dados do Heliporto

2.2.2.1 Dados aeronáuticos

A determinação e a comunicação de dados aeronáuticos relacionados a heliportos devem estar em conformidade com os requisitos de integridade e acurácia dispostos nas tabelas 2-16 a 2-20. Os requisitos de precisão para dados aeronáuticos se baseiam, assim como nos aeródromos, em um nível de confiança de 95%. Nesse aspecto, três tipos de dados posicionais devem ser identificados: pontos levantados (como a área de pouso e decolagem - FATO), pontos calculados (cálculos matemáticos a partir dos pontos levantados conhecidos de pontos no espaço, fixos) e pontos declarados (como pontos de contorno de regiões de informação de vôo).

Os requisitos de integridade dos dados aeronáuticos dos heliportos são como nos aeródromos, e se baseiam no risco potencial resultante da corrupção dos dados e no seu uso, sendo classificados como críticos (nível de integridade 1×10^{-8}), essenciais (nível de integridade 1×10^{-5}) e rotineiros (nível de integridade 1×10^{-3}).

A seguir estão as tabelas que descrevem os requisitos de qualidade de dados aeronáuticos.

Tabela 2-16 Latitude e longitude (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume II)

| Latitude e longitude | Precisão Tipo de dados | Classificação Integridade |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
| Ponto de referência do heliporto | 30m levantados/calculados | 1×10^{-3} rotina |
| Auxílios à navegação (NAVAIDS) localizados no heliporto | 3m levantados | 1×10^{-5} essencial |
| Obstáculos no entorno e no heliporto | 0,5m levantados | 1×10^{-5} essencial |
| Obstáculos significativos nas áreas de aproximação e decolagem | 5m levantados | 1×10^{-5} essencial |
| Centro geométrico entre os limites da área de pouso e decolagem e área de toque | 1m levantados | 1×10^{-8} crítica |
| Pontos do eixo da pista de táxi terrestre, pista de táxi aérea e pontos de rota de trânsito | 0,5m levantados/calculados | 1×10^{-5} essencial |
| Linha de marcação de intersecção da pista de táxi terrestre | 0,5m levantados | 1×10^{-5} essencial |
| Linha de orientação de saída terrestre | 0,5m levantados | 1×10^{-5} essencial |
| Limites do pátio de aeronaves | 1m levantados | 1×10^{-3} rotina |
| Posições de estacionamento de helicópteros/ ponto de teste de INS | 0,5m levantados | 1×10^{-3} rotina |

Tabela 2-17 Elevação/ altitude/ altura (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume II)

| Elevação/ altitude/ altura | Precisão Tipo de dados | Classificação Integridade |
|---|---------------------------|---------------------------------|
| Elevação do heliporto | 0,5m levantados | 1×10^{-5} essencial |
| Ondulação do geóide (WGS-84) na posição de elevação do heliporto | 0,5m levantados | 1×10^{-5} essencial |
| Limites da área de pouso e decolagem, aproximações de não-precisão | 0,5m levantados | 1×10^{-5} essencial |
| Ondulação do geóide (WGS-84) na área de pouso e decolagem, aproximações de não-precisão | 0,5m levantados | 1×10^{-5} essencial |
| Limites da área de pouso e decolagem, aproximações de precisão | 0,25m levantados | 1×10^{-8} crítica |
| Ondulação do geóide (WGS-84) na área de pouso e decolagem, aproximações de precisão | 0,25m levantados | 1×10^{-8} crítica |
| Pontos do eixo da pista de táxi terrestre, pista de táxi aérea e pontos de rota de trânsito | 1m levantados | 1×10^{-5} essencial |
| Obstáculos nas áreas de aproximação e decolagem | 3m levantados | 1×10^{-5} essencial |
| Obstáculos nas áreas de entorno e no heliporto | 0,5m levantados | 1×10^{-5} essencial |
| Equipamentos de medição de distância/precisão (DME/P) | 3m levantados | 1×10^{-5} essencial |

Tabela 2-18 Declinação / variação (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume II)

| Declinação / variação | Precisão Tipo de dados | Classificação Integridade |
|--|---------------------------|---------------------------------|
| Variação magnética do heliporto | 1 grau levantados | 1×10^{-5} essencial |
| Variação magnética da antena do localizador do ILS | 1 grau levantados | 1×10^{-5} essencial |
| Variação magnética da antena do azimute do MLS | 1 grau levantados | 1×10^{-5} essencial |

Tabela 2-19 Orientação (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume II)

| Orientação | Precisão Tipo de dados | Classificação Integridade |
|---|---------------------------|---------------------------------|
| Alinhamento do localizador do ILS | 1/100 grau levantados | 1×10^{-5} essencial |
| Alinhamento do azimute zero do MLS | 1/100 grau levantados | 1×10^{-5} essencial |
| Orientação da área de aproximação final e decolagem | 1/100 grau levantados | 1×10^{-3} rotina |

Tabela 2-20 Comprimento / Distância / Dimensão (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume II)

| Comprimento / Distância / Dimensão | Precisão Tipo de dados | Classificação Integridade |
|--|---------------------------|---------------------------------|
| Comprimento da área de pouso e decolagem, dimensões da área de toque | 1m levantados | 1×10^{-8} crítica |
| Comprimento e largura da zona desimpedida | 1m levantados | 1×10^{-5} essencial |
| Distância de pouso disponível | 1m levantados | 1×10^{-8} crítica |
| Distância de decolagem disponível | 1m levantados | 1×10^{-8} crítica |
| Distância de decolagem rejeitada disponível | 1m levantados | 1×10^{-8} crítica |
| Largura da pista de táxi | 1m levantados | 1×10^{-5} essencial |
| Antena do localizador do ILS – extremidade da área de pouso e decolagem, distância | 3m calculados | 1×10^{-3} rotina |
| Antena da Rampa de Planeio do ILS - distância ao longo do eixo | 3m calculados | 1×10^{-3} rotina |
| Marcadores do ILS - distância | 3m calculados | 1×10^{-5} essencial |
| Antena do DME do ILS - distância ao longo do eixo | 3m calculados | 1×10^{-5} essencial |
| Azimute da antena do MLS - extremidade da área de pouso e decolagem, distância | 3m calculados | 1×10^{-3} rotina |
| Elevação da antena do MLS - distância ao longo do eixo | 3m calculados | 1×10^{-3} rotina |
| Antena do DME/P do MLS –distância ao longo do eixo | 3m calculados | 1×10^{-5} essencial |

2.2.2.2 Ponto de referência do heliporto

Para heliportos que não estão localizados juntos a aeródromos, deve ser estabelecido um ponto de referência, localizado próximo ao centro geométrico inicial ou planejado do heliporto. Tal posição do ponto de referência deve ser expressa em graus, minutos e segundos.

2.2.2.3 Elevação do heliporto

Para um heliporto utilizado pela aviação civil internacional, a elevação da área de toque e/ou a elevação dos limites da área de pouso e decolagem devem ser medidos e informados com precisão de:

- 0,5m para aproximações de não-precisão; e
- 0,25m para aproximações de precisão.

2.2.2.4 Dimensões do heliporto e informações relacionadas

Alguns dados sobre o heliporto devem ser descritos ou medidos na seguinte forma:

- Tipo do heliporto: de superfície, elevado ou *helideck* (heliporto de plataforma).
- Área de toque (TLOF): dimensões com precisão de um metro, declive, tipo de superfície, resistência do pavimento em toneladas.
- Área de pouso e decolagem (FATO): tipo de FATO, azimute verdadeiro com precisão de um centésimo de grau, número de designação, comprimento, largura com precisão de um metro, declive, tipo de superfície.
- Área de segurança: comprimento, largura e tipo de superfície.
- Pista de táxi terrestre para helicópteros, pista de táxi aérea e rota de deslocamento aéreo: designação, largura e tipo de superfície.
- Pátio de aeronaves: tipo de superfície, plataforma dos helicópteros.
- Zona desimpedida: comprimento, perfil do terreno.
- Auxílios visuais para procedimentos de aproximação, sinalização e iluminação da área de pouso e decolagem, área de toque, pista de táxi e pátios.
- Distâncias, com precisão de um metro, dos elementos do localizador e do indicador de trajetória de planeio que integram o sistema de pouso por instrumento (ILS), ou o azimute e a antena de

elevação do sistema de pouso por microondas (MLS) em relação às extremidades da respectiva área de pouso e decolagem ou área de toque.

2.2.2.5 Distâncias declaradas

As distâncias a seguir devem, com precisão de um metro, ser declaradas.

- Distância de decolagem disponível (TODAH): comprimento da área de pouso e decolagem mais o da zona desimpedida (caso exista) adequado para o helicóptero completar a decolagem.
- Distância de decolagem interrompida disponível (RTODAH): comprimento da área de pouso e decolagem adequada para que o helicóptero de classe de performance 1 completar uma decolagem interrompida.
- Distância de pouso disponível (LDAH): comprimento da área de pouso e decolagem mais qualquer área declarada adicional adequada para o helicóptero completar a manobra de pouso de uma determinada altura.

2.2.3 Características Físicas do Heliporto

2.2.3.1 Heliportos de superfície

É um heliporto localizado no chão ou em água, e apresenta as seguintes especificações.

- Área de pouso e decolagem (FATO)

Um heliporto de superfície deve ter ao menos uma área de pouso e decolagem, que pode estar localizada próxima ou na faixa de pista de taxi ou faixa de pista de pouso e decolagem.

Devem apresentar as seguintes dimensões:

- em heliportos para uso de helicópteros de classe de performance 1, largura 1,5 vezes maior que a do helicóptero de referência;
- em heliportos em água, o caso citado acima apresenta tolerância de 10%;
- em heliportos para uso de helicópteros de classe de performance 2 e 3, largura 1,5 vezes maior que a do helicóptero de referência; e
- em heliportos em água para uso de helicópteros de classe de performance 2 e 3, largura 2 vezes maior que a do helicóptero de referência.

A declividade total não pode superar os 3%, enquanto a declividade local onde serão usados helicópteros de classe de performance 1 não deve ser maior que 5% e onde serão usados helicópteros de classe de performance 2 e 3 não deve ser maior que 7%.

- Zona desimpedida para helicópteros

Quando é necessária uma zona desimpedida para helicópteros, ela deve estar localizada além da extremidade de contra vento da área de decolagem interrompida disponível. Sua largura não deve ser menor a largura da área de segurança relacionada e sua declividade menor que 3%.

- Área de toque (TLOF)

Um heliporto de superfície deve ter ao menos uma área de toque, que pode estar, ou não, dentro da área de pouso e decolagem. Pode ser feita em qualquer formato, e deve apresentar um tamanho suficiente para caber um círculo em que seu diâmetro seja 1,5 vezes a largura ou comprimento (aquele que for maior) do trem de pouso do maior helicóptero que será usado nele.

Seu declive deve ser o suficiente para que não ocorra acúmulo de água, mas não maior que 2% em qualquer direção.

- Áreas de segurança

Uma área de pouso e decolagem para aproximações visuais deve ser cercada por uma área de segurança, que se estende ao menos por 3 metros além do perímetro da primeira (ou 0,25 vezes a largura/comprimento, o que for superior, do helicóptero condicionante).

Já uma área de pouso e decolagem para aproximações por instrumento deve apresentar uma área de segurança que se estende 45m lateralmente e 60m longitudinalmente, como na figura abaixo:

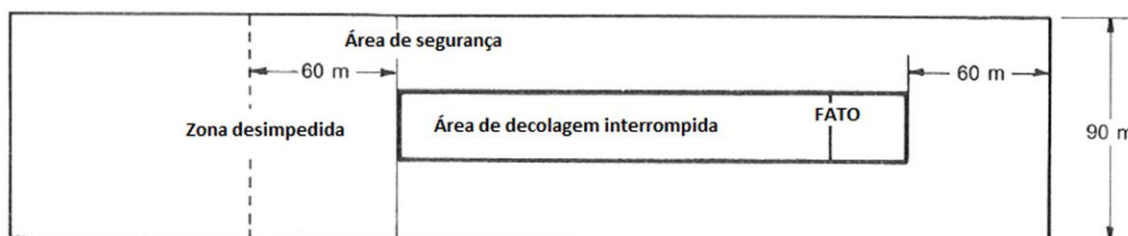


Figura 2-13 Área de segurança da FATO para aproximações por instrumento (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume II)

- Pista de táxi terrestre

Uma pista de táxi terrestre serve para permitir o movimento no chão dos helicópteros. Sua largura mínima está descrita na tabela abaixo:

Tabela 2-21 Largura pista de táxi terrestre (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume II)

| Comprimento do vão do trem de pouso principal | Largura da pista de táxi terrestre |
|---|------------------------------------|
| Menor que 4,5m | 7,5m |
| Entre 4,5m e 6m | 10,5m |
| Entre 6m e 10m | 15m |
| 10m ou mais | 20m |

Além disso, a pista de táxi terrestre deve apresentar uma declividade menor que 3%, e as distâncias que a separa de uma outra pista de táxi terrestre (ou pista de táxi aérea, um objeto ou estacionamento de helicóptero) estão na tabela abaixo:

Tabela 2-22 Distância de separação entre pistas de táxi terrestres e aéreas – expresso em múltiplos da largura total máxima do helicóptero com o rotor girando (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume II)

| Instalação | Pista de táxi terrestre | Pista de táxi aérea | Objeto | Estacionamento de helicóptero |
|-------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Pista de táxi terrestre | 2 (entre bordas) | 4 (entre eixos) | 1 (da borda ao objeto) | 2 (entre bordas) |
| Pista de táxi aérea | 4 (entre eixos) | 4 (entre eixos) | 1,5 (do eixo até o objeto) | 4 (do eixo até a borda) |

- Pista de táxi aérea

A pista de táxi aérea serve para o movimento de helicópteros a uma altura do solo (associada ao efeito terrestre) e a uma velocidade menor que 37km/h. Sua largura deve ser ao menos 2 vezes maior que a largura total máxima do helicóptero condicionante e sua superfície deve ser resistente aos efeitos das correntes de ar do rotor e a possíveis pousos emergenciais.

A declividade da superfície não deve ser maior que 10% (transversal) e 7% (longitudinal).

- Rota de trânsito aéreo

A rota de trânsito aéreo serve para o movimento de helicópteros a uma altura do solo (normalmente até 30m) e uma velocidade menor que 37km/h.

Deve apresentar uma largura de no mínimo 7 vezes o diâmetro do maior rotor previsto (se a rota for utilizada apenas durante o dia), ou 10 vezes o diâmetro, se for utilizada durante a noite.

Além disso, não deve apresentar variação na direção do eixo maior que 120º e deve ser projetada para não precisar de curvas com raio menor que 270m.

- Pátio de estacionamento

O pátio de estacionamento deve apresentar uma distância mínima entre um helicóptero em movimento e um estacionado (ou qualquer outro objeto) maior que a metade da largura do helicóptero condicionante. A declividade do pátio deve ser menor que 2% e seu tamanho deve ser maior que um círculo cujo diâmetro seja igual à largura do helicóptero condicionante.

- Localização de uma área de pouso e decolagem em relação a uma pista de pouso e decolagem ou pista de táxi

Onde a área de pouso e decolagem (FATO) estiver próxima a uma pista de pouso e decolagem ou pista de táxi, e forem previstos aproximações visuais, a distância de separação entre eles deve seguir a tabela abaixo.

Tabela 2-23 Distância mínima de separação de uma área de pouso e decolagem – FATO (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume II)

| Peso do helicóptero | Distância entre FATO e uma pista de pouso e decolagem (ou pista de táxi) |
|-------------------------|--|
| Até de 2720kg | 60m |
| Entre 2720kg e 5760kg | 120m |
| Entre 5760kg e 100000kg | 180m |
| Acima de 100000kg | 250m |

2.2.3.2 Heliportos elevados

É um heliporto localizado em uma estrutura elevada em terra.

- Área de pouso e decolagem e área de toque

Em um heliporto elevado, a FATO e a área de toque serão coincidentes, sendo que exista ao menos uma.

Sua largura deve ser de ao menos 1,5 vezes a do helicóptero condicionante e sua estrutura deve ser capaz de resistir ao tráfego planejado e a cargas adicionais como presença de pessoas, neve, equipamentos de incêndio, etc.

- Área de segurança

A área descrita acima deve ser cercada por uma área de segurança, que se estende perifericamente por ao menos 3m ou 0,25 vezes a largura do helicóptero condicionante.

A área de segurança não deve apresentar objetos fixos, e os objetos móveis que nela estão não devem permanecer durante as operações.

2.2.3.3 Heliportos de plataforma (*helidecks*)

É um heliporto localizado numa estrutura fixa ou flutuante no mar.

- Área de pouso e decolagem e área de toque

Em um heliporto de plataforma a FATO e área de toque serão coincidentes, sendo necessária a existência de ao menos uma.

Sua superfície pode assumir qualquer formato, em que seu tamanho seja superior a um círculo de diâmetro igual a maior dimensão do helicóptero condicionante.

Deve apresentar uma declividade que evite o acúmulo de água em sua superfície.

Os heliportos em navios devem seguir as mesmas orientações dos heliportos de plataforma.

2.2.4 Restrição e remoção de obstáculos no espaço aéreo ao redor do heliporto

Nesta seção será especificado o espaço aéreo ao redor do heliporto a ser mantido livre de obstáculos, tal qual suas superfícies limitadoras, a fim de manter a segurança das operações e garantir que se mantenha em uso mesmo com o crescimento de obstáculos em torno de suas locações.

2.2.4.1 Superfícies e setores limitadores de obstáculos

Em heliportos, as superfícies limitadoras de obstáculos são: superfície de aproximação, superfície de transição, superfície horizontal interna, superfície cônica e superfície de subida de decolagem. Todas elas estão ilustradas na figura 2-13.

Suas características são iguais as já descritas na seção sobre superfícies limitadoras de obstáculos em aeroportos.

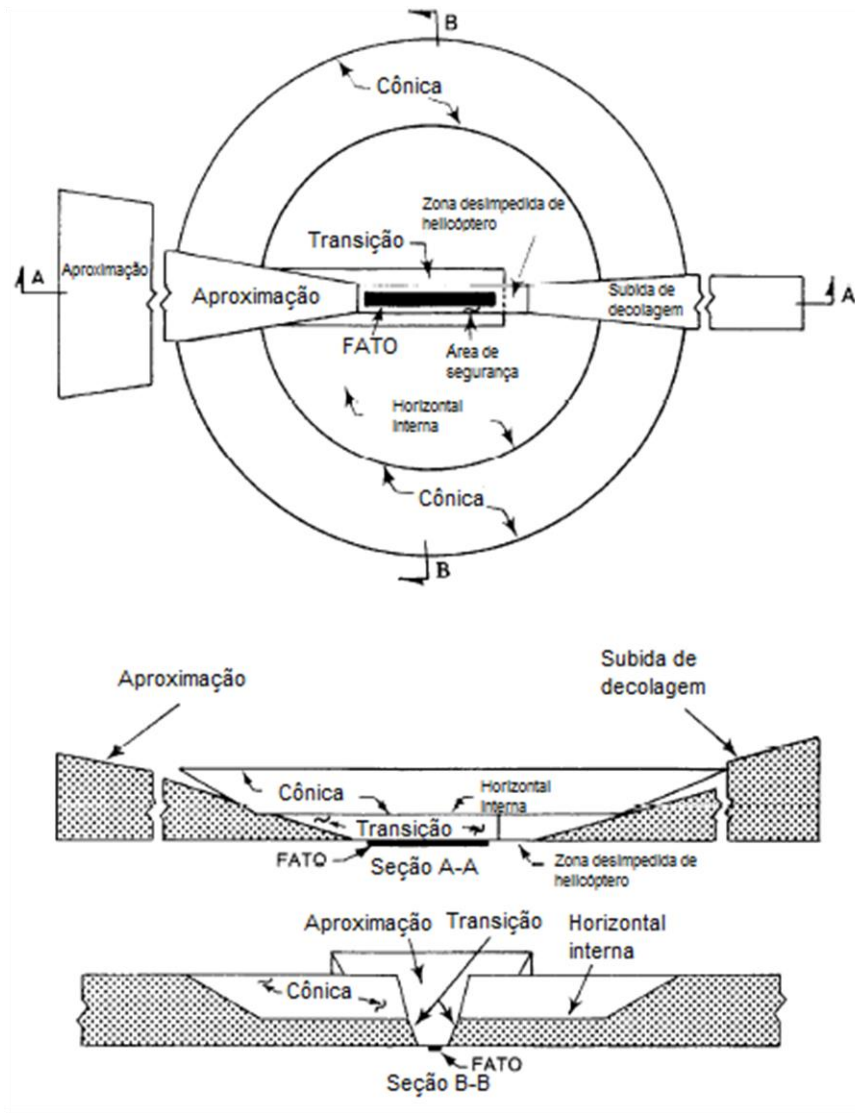


Figura 2-14 Superfícies limitadoras de obstáculos em heliportos (fonte: ICAO Anexo 14 – Volume II)

Além delas, em heliportos de plataforma são indicadas uma superfície/setor livre de obstáculos e uma superfície/setor de obstáculos limitados.

A superfície/setor livre de obstáculos consiste numa superfície complexa, que se inicia sobre a borda da FATO e abrange um arco de 210º ao nível da plataforma (e um arco de 180º ao nível da água). O arco restante além dos 210º corresponde a superfície de obstáculos limitados. As duas superfícies estão ilustradas na figura 2-14.

A tabela 2-24 é para heliportos de superfície e elevados que, além dessas especificações, devem apresentar ao menos duas superfícies de subida de decolagem e aproximação separadas 150º.

Para heliportos de plataforma, é requerido um setor livre de obstáculos e, se necessário, um setor limitador de obstáculos.

2.2.5 Auxílios visuais em heliportos

2.2.5.1 Sinais de identificação

Os heliportos são classificados de acordo com sua localização e, além disso, de acordo com seu uso. Para isso, ao centro da área de toque estão identificados símbolos específicos de cada tipo de heliporto. Nas imagens abaixo estão ilustrados os símbolos e suas características de projeto.

- H – Heliporto de uso público

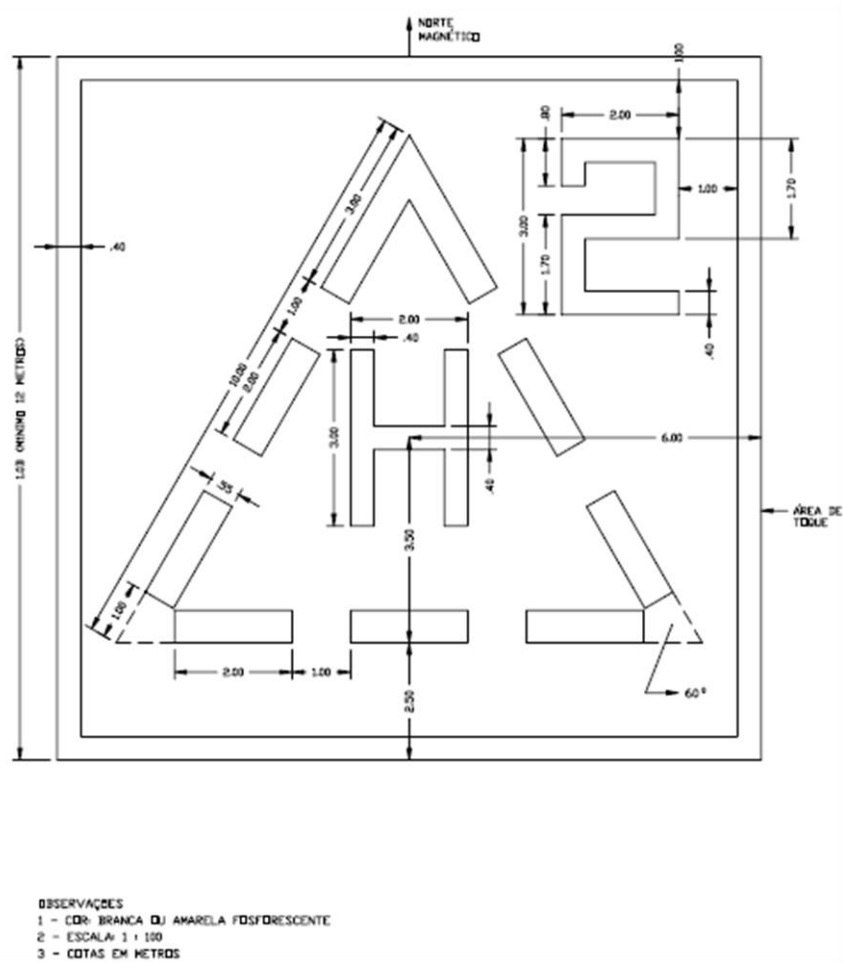


Figura 2-16 Sinais de identificação em heliporto público (fonte: Portaria nº 18/GM5)

As dimensões para os sinais de identificação dos heliportos citados com suas FATO em versões arredondados e retangulares podem ser verificadas também na Portaria nº 18/GM5 do Ministério da Aeronáutica.

O número indicador do máximo de toneladas correspondente à resistência do seu piso, colocado a direita do vértice pintado do triângulo e com a mesma orientação da letra (as frações de tonelada deverão ser arredondadas para o número inteiro inferior mais próximo). Suas dimensões estão ilustradas na figura 2-15.

2.2.5.2 Indicador de direção do vento

É necessária também a presença de um indicador de direção do vento (biruta) sobre a FATO, instalada em um local que não sofra influência do vento do rotor do helicóptero ou de outros objetos próximos. As dimensões do indicador devem seguir as demonstradas na tabela abaixo:

Tabela 2-25 Dimensões de um indicador de direção do vento (fonte: ICAO Heliport Manual Doc 9261-NA/903)

| | Heliporto de superfície | Heliportos elevados e de plataforma |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| Comprimento | 2,4m | 1,2m |
| Diâmetro (extremidade maior) | 0,6m | 0,3m |
| Diâmetro (extremidade menor) | 0,3m | 0,15m |

Para ilustrar as informações da tabela, segue abaixo a imagem de um indicador de direção do vento para heliporto de superfície, com suas dimensões indicadas, retirada do Manual de Heliportos do ICAO:

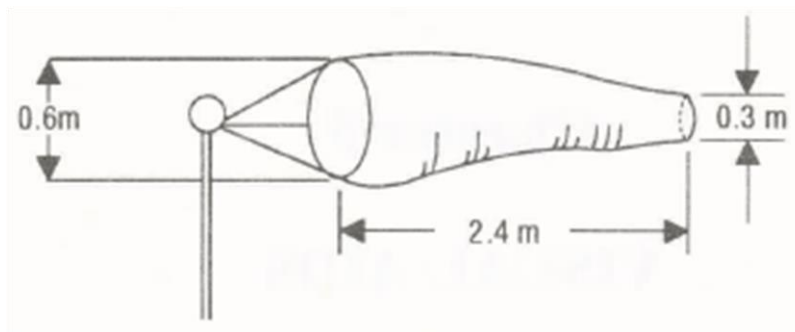


Figura 2-21 Indicador de direção do vento em heliporto de superfície (fonte: ICAO Heliport Manual Doc 9261-NA/903)

2.2.5.3 Sinais delimitadores

Assim como mostrado na seção 2.2.5.1 para a área de toque, também devem ser bem definidas as marcações que indiquem as outras áreas de um heliporto.

- Área de pouso e decolagem

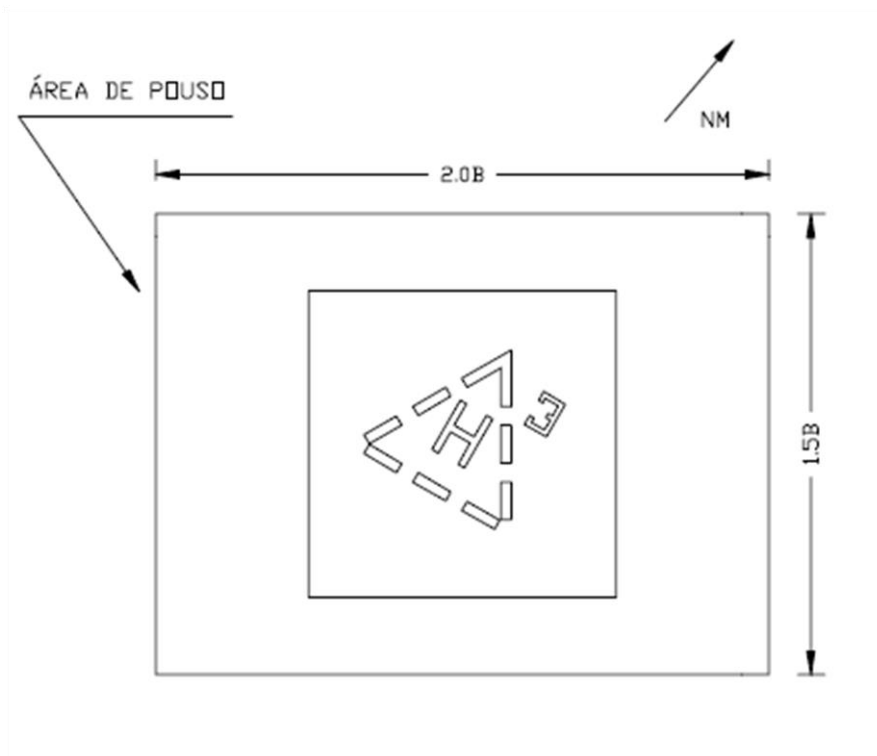


Figura 2-22 Sinais delimitadores da área de pouso e decolagem (fonte: Portaria nº 18/GM5)

- Pista de rolagem e pátio para estacionamento: as guias indicando a pista de rolagem e os locais para estacionamento num heliporto devem ser previstas visando a segurança das aeronaves e dos usuários. Seus sinais delimitadores devem ser feitos na cor amarela.
- Sinalização de obstáculos: qualquer objeto que possa causar alguma interferência nas superfícies de transição e de aproximação e saída devem ser considerados como obstáculos e, conseqüentemente, sinalizados.
- Indicador da direção do eixo de superfície de aproximação e de saída: em áreas de pouso retangular, devem ser indicadas pelo maior lado; em áreas de pouso quadradas, indicadas por setas a direita da aproximação; e em áreas de pouso circular, não haverá indicações, pois a aproximação pode ser feita em todas as partes (apresentando uma declividade 1:8).

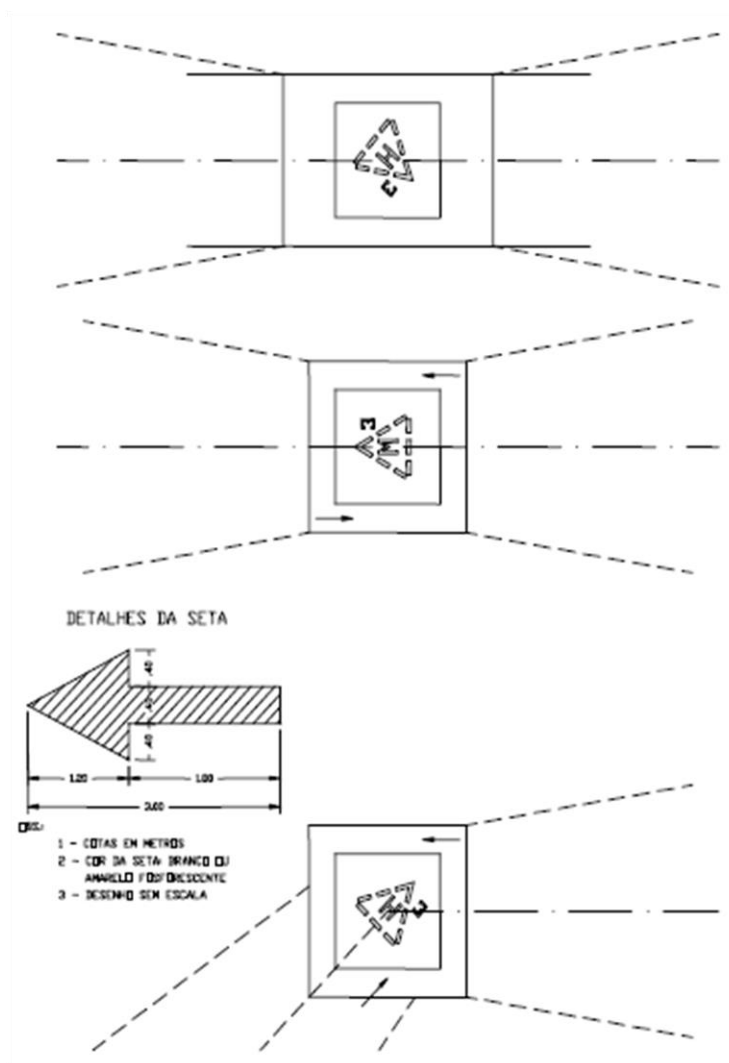


Figura 2-23 Indicadores de direção do eixo de aproximação e saída (fonte: Portaria nº 18/GM5)

2.2.6 Conclusões da seção

Nesta seção foram revisados os principais pontos de um projeto geométrico de um heliporto e suas particularidades de acordo com o seu local de implantação (superfície, elevado e plataforma) e seu uso.

Finalizando a análise das normas que envolvem projetos geométricos de aeródromos e heliportos, tais conteúdos serão utilizados na sequência do presente trabalho para a realização do estudo de caso.

CAPÍTULO 3

ANÁLISE SOBRE OS LOCAIS

Neste capítulo do trabalho, será apresentado um panorama sobre as cidades de Maringá e Campo Mourão, descrevendo fatores históricos, econômicos e sociais que justifiquem a viabilidade das obras de expansão e implantação dos aeródromos nas cidades.

3.1 MARINGÁ-PR

A cidade de Maringá está localizada ao norte do estado do Paraná, região sul do Brasil. Sua distância em relação a capital Curitiba é de 430km e em relação a cidade de São Paulo-SP é de 650km.

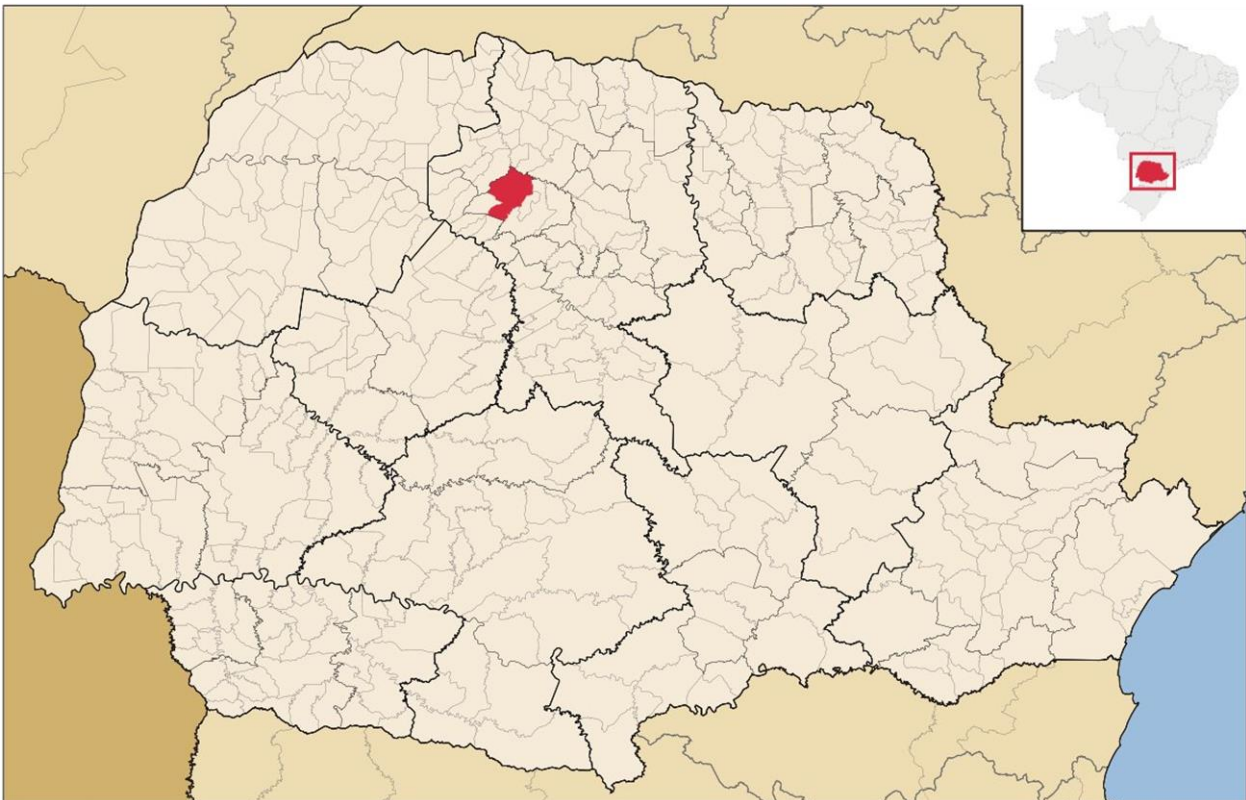


Figura 3-1 Localização Maringá ^[7]

É um município de porte médio que, segundo estimativa de 2016 do IBGE^[8], possui uma população de 403.063 habitantes (sua região metropolitana possui 764.906 habitantes) e seu território abrange uma área de 487,052 km².

Maringá foi fundada em 1947 e, diferente da maioria das cidades brasileiras, é uma cidade planejada, sendo a terceira maior do estado do Paraná, atrás apenas das cidades de Curitiba e Londrina.

Sua economia é baseada principalmente na agroindústria (soja) e no setor terciário (ramo de vestuário), apresentando um produto interno bruto de 14,2 bilhões de reais (em 2014), destacando-se entre os 60 maiores do Brasil.^[9]

Por ser uma cidade planejada, possui uma boa infraestrutura urbana e de mobilidade, com recentes investimentos do governo em sua ampliação, como o rebaixamento da linha férrea da cidade^[10], a construção de um terminal intermodal^[11] e a ampliação de seu aeroporto^[12].

3.2 AEROPORTO REGIONAL DE MARINGÁ

O Aeroporto Regional de Maringá – Silvio Name Júnior (IATA: MGF, ICAO: SBMG) está localizado a 12km do centro da cidade, à uma altitude de 545m e iniciou suas operações no ano de 2001.



Figura 3-2 Aeroporto Regional de Maringá^[13]

CAPÍTULO 3

Apresenta uma área total de 1.705.756,67 m², limitada por um lado pela rodovia estadual PR-317 e no restante pela zona rural de Maringá. Além disso, segundo o Decreto Municipal de nº 1.930/2014, deve haver proteção de uma área de preservação do entorno do sítio aeroportuário de aproximadamente 300 alqueires (aproximadamente 7.200.000m²) visando a expansão do aeroporto.



Figura 3-3 Área total do Aeroporto Regional de Maringá (Fonte: Google Maps)

O aeroporto atualmente conta com uma pista de pouso e decolagem de 2100m de comprimento e 45m de largura (números de cabeceira 10 e 28) e recebe tráfego aéreo de passageiros (doméstico regular, doméstico não regular e aviação geral) e de cargas (mercado internacional e doméstico). É aberto para operações VFR e IFR de não precisão diurnos e noturnos.

Seu código de referência é 4C, possuindo como aeronave crítica o Boeing 767-200.

Em relação as distâncias declaradas, são as seguintes:

- TORA: 2100m
- TODA: 2100m
- ASDA: 2160m
- LDA: 2100m

A pista de pouso e decolagem apresenta uma superfície PCN 41/F/A/X/T, ou seja, suporta cargas de até 41 toneladas, possui pavimento flexível, com alta resistência de subleito, valor máximo de pressão permitida nos pneus de 1,5Mpa, avaliados pelo método técnico.

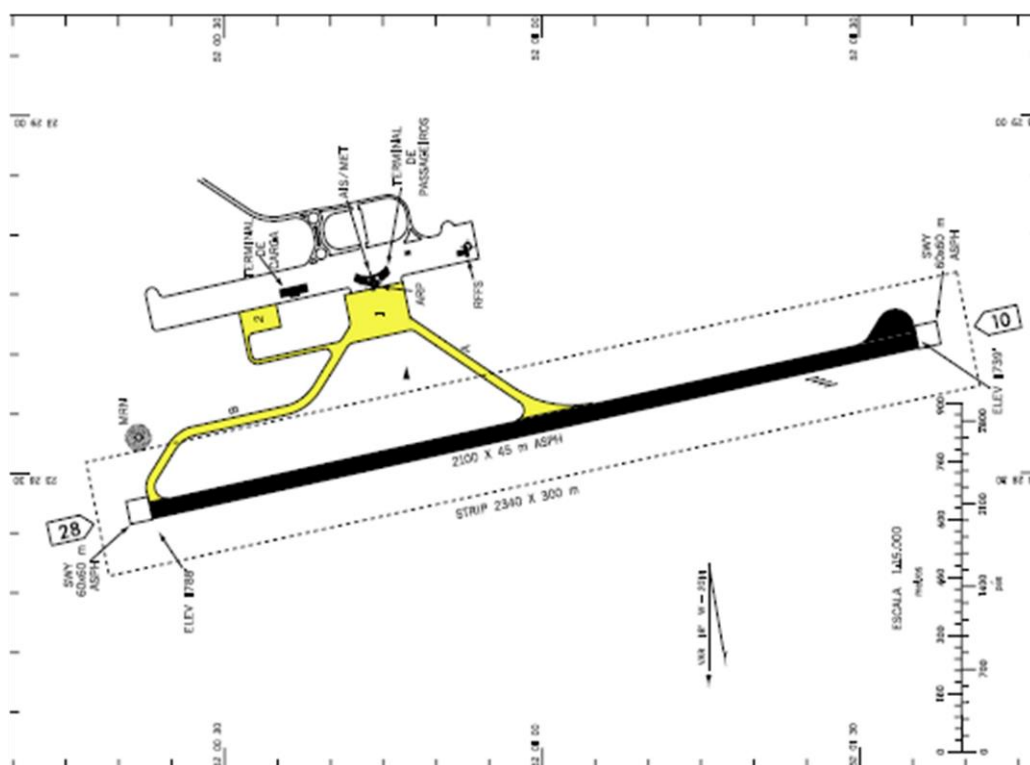


Figura 3-4 Carta aeronáutica Aeroporto de Maringá^[14]

Segundo o Relatório do Plano Diretor Aeroportuário de Maringá, o sistema atual de pista de táxi apresenta 3 pistas: Alfa “A” (de PCN 41/F/A/X/T, com saída diagonal a 1.015 m da cabeceira 10 interligando a pista de pouso e decolagem ao pátio de manobras com comprimento total de 394 m e largura da pista de 23 m), Bravo “B” (de PCN 41/F/A/X/T, com saída ortogonal na cabeceira 28 em um trecho de 45 m, seguindo pela diagonal em 150 m, percorrendo um trecho de 340 m paralelamente a pista de pouso e decolagem, distando 176 m desta, medido eixo a eixo, seguindo 180 m em diagonal daí encontrando com o pátio de aeronaves. Totalizando o comprimento de 715 m e largura da pista de 23 m.), e, por fim, PL-Charlie (de PCN 16/F/A/X/T, que liga o pátio de aeronaves ao pátio de estacionamento de aeronaves da Aviação Geral).

Além disso, o sistema atual de pátio de aeronaves inclui 3 pátios: o Principal (21.625 m² de área, suporte (PCN) 35/R/B/X/U, atende aviação regular e permite estacionamento simultâneo de 4 aeronaves do porte do B-737-800 ou A-320), o Novo (13.392 m² de área, suporte (PCN) 77/R/B/X/T, atende aviação regular e de carga e permite estacionamento simultâneo de 3 aeronaves do porte do B-737-800/A-320 ou 2 aeronaves cargueiras) e o de Aviação Geral (9.900 m² de área, suporte (PCN) 16/F/A/X/T, atende aviação geral e permite estacionamento de 14 aeronaves, sendo 4 de grande porte e 10 com envergadura até 13 m).



Figura 3-5 Sistema de Pátio de Aeronaves (fonte: Plano Diretor Aeroportuário: Volume I)

O movimento atual do Aeroporto de Maringá apresenta uma média diária de 44 operações, entre pousos e decolagens. Em 2014, ainda segundo o Relatório do Plano Diretor Aeroportuário de Maringá, o aeroporto registrou 19.580 movimentos de aeronaves, sendo a cabeceira 10 a mais utilizada, com 85% das operações, 8.308 pousos e 8.321 decolagens. A cabeceira 28 apresentou 15% das operações, sendo 1.523 pousos e 1.428 decolagens.

3.3 EXPANSÃO DO AEROPORTO REGIONAL DE MARINGÁ

Visto que existem possibilidades econômicas e de espaço, já foram projetados planos de expansão (Plano Diretor Aeroportuário) para o aeroporto encomendados por órgãos governamentais visando uma crescente no número de operações no mesmo, tal qual um dos objetivos iniciais do presente trabalho. Sendo assim, neste ponto, serão aqui apenas analisados os projetos já existentes.

O Plano apresenta previsões de demanda por transporte aéreo em Maringá para 2017, 2022, 2027 e 2032, demonstrando os tipos de aeronaves predominantes e as implantações necessárias. As tabelas a seguir indicam as características analisadas em aeronaves de passageiros e de cargas, e relacionam com o Código de Referência da Aeronave.

Tabela 3-1 Faixas de Aeronaves de Passageiros (fonte: Plano Diretor Aeroportuário: Volume I)

| Aeronaves de Passageiros | | | |
|--------------------------|-------------------|--------------------|----------------------|
| Faixas | Média de Assentos | Aeronaves Críticas | Código de Referência |
| Faixa 1 | 15 | EMB110 | 2B |
| Faixa 2 | 25 | EMB120 | 3B |
| Faixa 3 | 45 | EMB145/ATR42 | 3B/2C |
| Faixa 4 | 100 | A319/ERJ190 | 4C |
| Faixa 5 | 135 | A320/B737-800 | 4C |
| Faixa 6 | 210 | A321/B767 | 4D |
| Faixa 7 | 350 | A340/B747 | 4E |
| Faixa 8 | >450 | A380 | 4F |

Tabela 3-2 Faixas de Aeronaves de Carga (fonte: Plano Diretor Aeroportuário: Volume I)

| Aeronaves de Carga | | | |
|--------------------|------------------------|----------------------|----------------------|
| Faixas | Carga (Kg) | Aeronaves Críticas | Código de Referência |
| Faixa FC1 | Até 2.000 | Caravan (Cessna 208) | 1B |
| Faixa FC2 | Entre 2.001 e 6.000 | EMB120/ATR42 | 3C |
| Faixa FC3 | Entre 6.001 e 20.000 | B727-200 | 4C |
| Faixa FC4 | Entre 20.001 e 60.000 | B767/DC10 | 4D |
| Faixa FC5 | Entre 60.001 e 160.000 | B747/MD11 | 4E |
| Faixa FC6 | >160.000 | A380 | 4F |

As projeções a seguir mostram, ao decorrer dos anos de acordo com a movimentação no aeroporto, os tipos de aeronaves predominantes nos horários de pico na pista e as implantações necessárias na infraestrutura do mesmo.

Tabela 3-3 Projeção de Composição de Frota – Hora-pico na Pista (fonte: Plano Diretor Aeroportuário: Volume I)

| Ano | Participação da faixa na frota | | | | | | | |
|------|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | Faixa 1 | Faixa 2 | Faixa 3 | Faixa 4 | Faixa 5 | Faixa 6 | Faixa 7 | Faixa 8 |
| 2017 | 58% | - | - | 22% | 20% | - | - | - |
| 2022 | 59% | - | - | 17% | 24% | - | - | - |
| 2027 | 60% | - | - | 14% | 24% | 2% | - | - |
| 2032 | 60% | - | - | 12% | 24% | 4% | - | - |

Tabela 3-4 Projeção de movimentos no Aeroporto Regional de Maringá (fonte: Plano Diretor Aeroportuário: Volume I)

| Ano | 2017 | 2022 | 2027 | 2032 |
|--|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Capacidade anual de movimentos necessária | 37.469 | 47.055 | 54.931 | 140.000 |
| Aeronave crítica | B737-800 | B737-800 | B747-400 | B747-400 |
| Comprimento x largura (Pista de pouso e decolagem) | 2.100m x 45m | 2.380m x 45m | 3.750m x 60m | 3.750m x 60m |
| Área patrimonial | 1.705.756,67 m ² | 1.705.756,67 m ² | 3.316.386,91 m ² | 3.316.386,91 m ² |
| Área de pavimento da pista | 94.500 m ² | 107.100 m ² | 225.000 m ² | 225.000 m ² |

Portanto, ao final, com todas as expansões realizadas no aeroporto, o torna um aeródromo de código de referência 4E, habilitado a receber aeronaves maiores e, conseqüentemente, um maior e melhor fluxo de passageiros e cargas.

3.4 CAMPO MOURÃO-PR

A cidade de Campo Mourão está localizada à 90 Km sudoeste de Maringá, e também pertence ao estado do Paraná. Fundada em 1947, o território do município abrange uma área de 757,875 Km², e apresenta uma população de 94.153 pessoas, segundo o IBGE.^[15]

É considerada uma cidade pequena, com economia baseada na agroindústria (soja e milho), sendo sede da terceira maior cooperativa do mundo, a COAMO, que é responsável por boa parte do desenvolvimento econômico da cidade.



Figura 3-6 Campo Mourão-PR ^[16]

O município é banhado pelo Rio Mourão, pertencente à bacia hidrográfica do Rio Paraná, viabilizando a construção da Usina Hidrelétrica Mourão em seu território, sendo uma importante geradora de energia para o mesmo.

Campo Mourão apresenta um produto interno bruto atual de aproximadamente 2,8 bilhões de reais, tornando-se o 76º maior do estado do Paraná^[15].

Figura 3-7 Localização Campo Mourão ^[17]

3.5 IMPLANTAÇÃO DE UM HELIPORTO EM CAMPO MOURÃO

Por ser uma cidade de pequeno porte, o tráfego aéreo de Campo Mourão não apresenta um fluxo considerável, restringindo-se a voos não regulares (aviação geral, voos particulares) em seu pequeno aeródromo – Aeroporto Coronel Geraldo Guia de Aquino – e a esporádica utilização de helicópteros para voos particulares e de emergência.

Contudo, um ponto viabiliza a implantação de um heliporto hospitalar na cidade.

O Hospital Santa Casa de Campo Mourão é uma instituição que atua há 62 anos prestando serviços médicos hospitalares e atende 24 municípios de sua região, recebendo um grande fluxo de pacientes tanto por vias terrestres quanto aéreas (helicóptero do SAMU - Serviço de Atendimento Móvel de Urgência).

Além disso, foi reportado pelo Hospital Santa Casa que nos últimos anos houve um crescimento expressivo no recebimento de pacientes via aérea, mesmo sem haver no local um espaço preparado para receber tal serviço. Com isso, se faz viável e necessária a implantação de um heliporto no local, visando suprir essa demanda.

No Anexo I está a carta enviada pelo Hospital Santa Casa de Campo Mourão à UTFPR-CM, explicitando tais necessidades e solicitando o apoio para a realização da implantação do heliporto em suas dependências, inicialmente na parte dos projetos e, se possível, futuramente para a execução do mesmo.

3.6 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

Neste capítulo observou-se as características dos dois locais (Maringá e Campo Mourão), e foi comprovada a viabilidade tanto da expansão do Aeroporto de Maringá, quanto da implantação do heliporto no Hospital Santa Casa de Campo Mourão, de acordo com as necessidades apresentadas por cada um.

Com isso, foi reforçada a importância dos dois estudos de caso analisados no presente trabalho.

CAPÍTULO 4

PROJETOS GEOMÉTRICOS

Neste capítulo do trabalho, serão demonstrados os projetos geométricos existentes e os detalhes que indicam as expansões no Aeroporto Regional de Maringá, e serão produzidos os projetos e detalhes da implantação do heliporto hospitalar no Hospital Santa Casa de Campo Mourão.

4.1 AEROPORTO DE MARINGÁ

Neste momento, serão apresentadas os projetos elaborados no Volume II do Plano Diretor Aeroportuário, que descrevem a situação expandida do Aeroporto de Maringá.

à

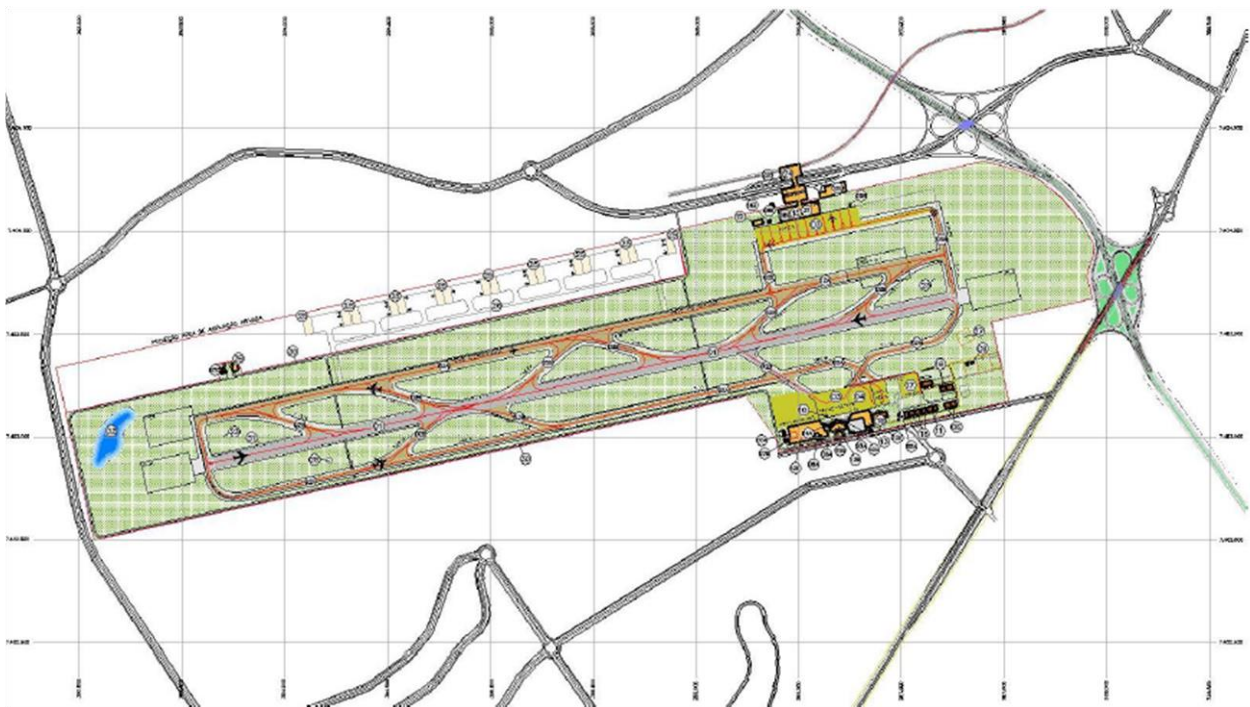


Figura 4-1 Projeto de expansão Aeroporto de Maringá – Vista geral (fonte: Plano Diretor Aeroportuário: Volume II)

O Anexo II contém imagens e tabelas que mostram os detalhes do projeto.

O projeto da expansão final do Aeroporto de Maringá foi elaborado prevendo uma demanda para 2032, e sua parte aérea conta com:

- Sistema de Pista de Pouso e Decolagem:
 - Pista de pouso e decolagem de comprimento 3750m e largura 60m
 - Faixa de pista de comprimento 3870m e largura 300m
 - Faixa preparada de comprimento 3870 e largura 210 metros na pista e 150 metros nas cabeceiras
 - Código de referência 4E
 - Tipo de Operação: VFR (diurno e noturno) e IFR precisão (diurno e noturno)
 - Resistencia da pista permanece a mesma: PCN 41/F/A/X/T
 - Designações das cabeceiras permanecem os mesmos: 10 e 28
 - Zona de parada (Stopway) de comprimento 75m e largura 60m em ambas as cabeceiras
 - Área de segurança de fim de pista de comprimento 240m e largura 150m
 - Distâncias declaradas para ambas as cabeceiras: TORA de 3750m, TODA de 3750m, ASDA de 3810m e LDA de 3750m

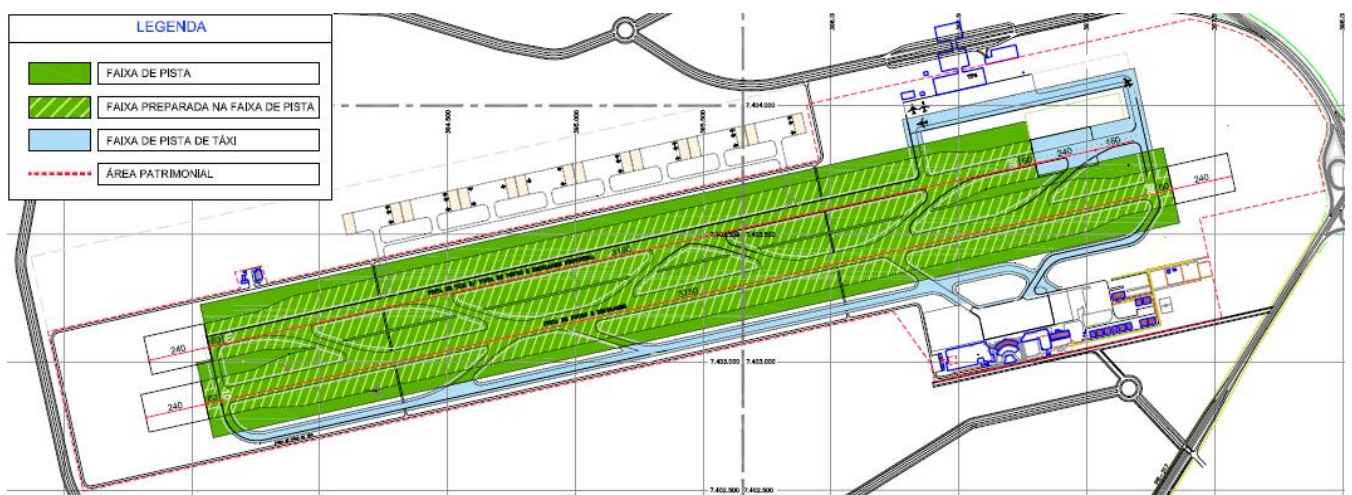


Figura 4-2 Projeto de expansão Aeroporto de Maringá – Áreas de segurança (fonte: Plano Diretor Aeroportuário: Volume II)

O Anexo III apresenta mais imagens das áreas de segurança.

CAPÍTULO 4

Além da pista de pouso e decolagem principal, o aeroporto expandido apresenta uma pista de táxi (TWY D/ PPD provisória) que pode ser utilizada como pista de pouso em eventuais ocasiões. As informações sobre a pista seguem abaixo.

- Pista de pouso e decolagem de comprimento 3190m e largura 45m
- Resistencia da pista: PCN 41/F/A/X/T
- Designações das cabeceiras permanecem os mesmos: 10 e 28
- Cabeceira 28 deslocada em 450m
- Zona de parada (Stopway) de comprimento 60m e largura 60m na cabeceira 10
- Área de segurança de fim de pista de comprimento 240m e largura 150m
- Distâncias declaradas cabeceira 10: TORA de 3640m, TODA de 3640m, ASDA de 3640m e LDA de 3640m
- Distâncias declaradas cabeceira 28: TORA de 3640m, TODA de 3640m, ASDA de 3700m e LDA de 3190m

- Sistema de Pista de Táxi:
 - Alfa (A): dimensões 2.912,50 m x 23m, com acostamento de 10,5m
 - Alfa Quatro (A4): dimensões 484,8 m x 23 m, com acostamento de 7,5m
 - Bravo (B): dimensões 720 m x 23 m, com acostamento de 10,5m
 - PL – Charlie (C): dimensões 200m x 9m, sem acostamento.
 - Delta (D): dimensões 3.750 m x 45 m, com acostamento de 7,5m

- Sistema de Pátios de Aeronaves:
 - Primeiro pátio: para aeronaves de carga e aviação geral, localizado ao lado sul da pista de pouso e decolagem, distando 276 m do eixo da mesma, com comprimento de 566 m e largura de 124 m do lado direito e 154,50 m do lado esquerdo, com área total de 78.057 m².
 - Segundo pátio: para aviação geral, localizado ao lado sul da pista de pouso e decolagem, distando 323 m do eixo da mesma, e ao lado leste do primeiro pátio, distando 59,80 m. Tem 100 m de comprimento e 99 m de largura, com área total de 9.900 m².

- Terceiro pátio: para aeronaves de passageiros, localizado ao norte da pista de pouso e decolagem, distando 435 m da mesma. Possui 515,6 m de comprimento e 107,5 m de largura, com área total de 55.400 m².

Por fim, a imagem a seguir exhibe as zonas de proteção (superfícies limitadoras de obstáculos) do aeroporto expandido.

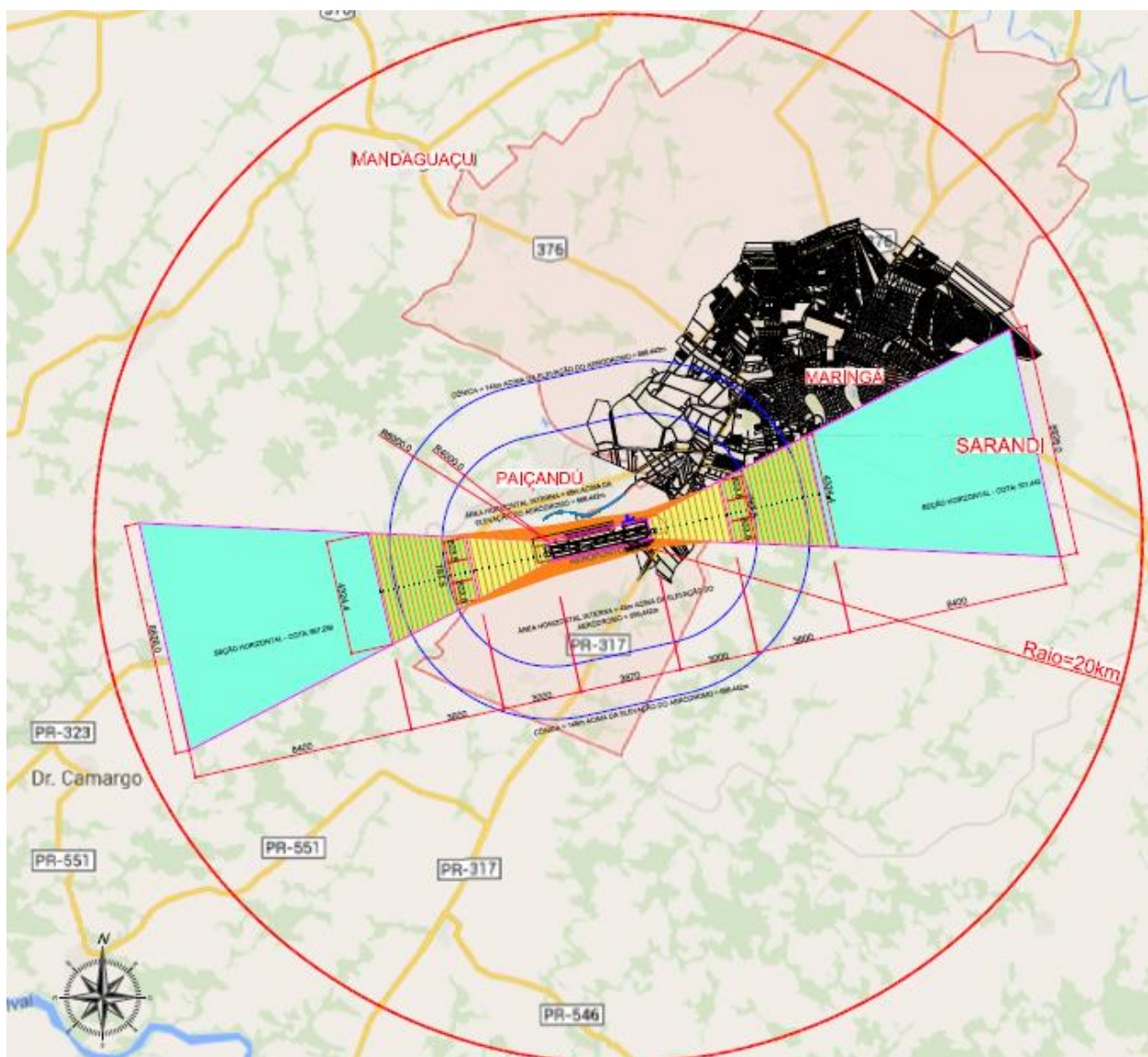


Figura 4-3 Projeto de expansão Aeroporto de Maringá: Zonas de Proteção – Superfícies Limitadoras de Obstáculos (fonte: Plano Diretor Aeroportuário: Volume II)

A zona de proteção possui um raio de 20km ao redor do aeroporto e, como ilustrado na figura anterior, apresenta as seguintes superfícies:

CAPÍTULO 4

- Superfície horizontal interna: com altura de 45m acima da elevação do aeroporto (somando 596,442m), e raio de 4000m.
- Superfície cônica: com altura de 100m acima da elevação da superfície horizontal interna (somando 696,442m), inclinação de 5% e um raio de 6000m.
- Superfície de aproximação: extensão total de 15000m, distanciada 60m da cabeceira, borda interna de 300m e bordas laterais divergidas em 15%. A superfície é dividida em três seções.
 - Primeira seção: extensão de 3000m, inclinação de 2% e borda de 2395,1m;
 - Segunda seção: extensão de 3600m, inclinação de 2,5% e borda de 4234,4m;
 - Seção horizontal: extensão de 8400m e borda de 8826m.
- Superfície de transição: com uma inclinação de 14,3%.

Todas as dimensões apresentadas estão de acordo com o Anexo 14 – Volume I do ICAO.

4.2 HELIPORTO HOSPITAL SANTA CASA DE CAMPO MOURÃO

O local para a implantação do heliporto possui uma área de 900m², num ponto de coordenadas 24°01'34.3"S e 52°24'04.2"W e de altitude 583,77m.



Figura 4-4 Localização do heliporto



Figura 4-5 Dimensões do heliporto (escala 1:1250)

Para o projeto de tal heliporto hospitalar de superfície, será designado como helicóptero condicionante o modelo Helibrás Esquilo AS350B, cujo comprimento (com rotor girando) "B" é de 12,94m e peso máximo de decolagem 2250Kg, comumente utilizado pelos serviços de resgate aéreo no Paraná.

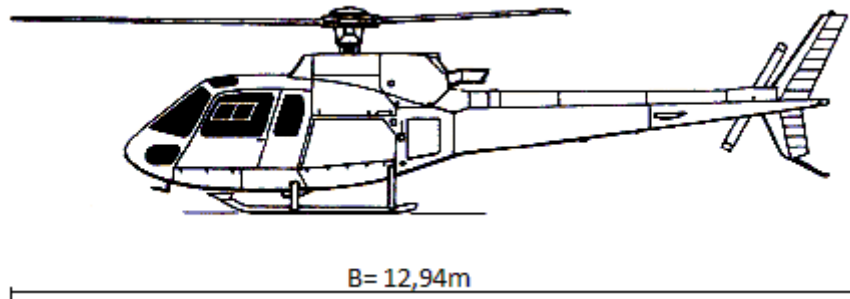


Figura 4-6 Helicóptero condicionante ^[18]

Sendo assim, de acordo com as normas observadas no "Anexo 14 – Volume II" do ICAO, "Instruções para Operação de Helicópteros para Construção e Utilização de Heliportos ou Heliportos" do Ministério da Aeronáutica e no "Regulamento Brasileiro de Aviação Civil nº155" da ANAC, podemos detalhar as características geométricas do heliporto:

- Área de toque (TLOF): quadrada, de lado 13m (mínimo igual a "B") e declividade de 1,5%;
- Área de pouso e decolagem (FATO): quadrada, de lado 19,5m (mínimo igual a 1,5 "B") e declividade 3%;
- Área de segurança: faixa de 3,5m de largura (mínimo igual à um quarto de "B") que envolve a FATO, seguindo a mesma declividade.

A superfície do heliporto será planejada para suportar até 5 toneladas, considerando os 2250Kg de peso máximo de decolagem do helicóptero condicionante, mais as cargas originadas de efeitos de refluxo do rotor e de fluxo de pessoas.

O eixo da cruz que indica o heliporto hospitalar está 8º a direita, indicando o norte magnético.

Na área de pouso e decolagem encontram-se duas setas que indicam a direção dos eixos das superfícies de aproximação e saída e, ao seu redor, estão 20 lâmpadas que indicam os limites da área de pouso.

Fora da área de segurança, a uma distância de 3m, será instalada uma biruta para indicar a direção do vento, tal qual a indicada na figura 2-20.

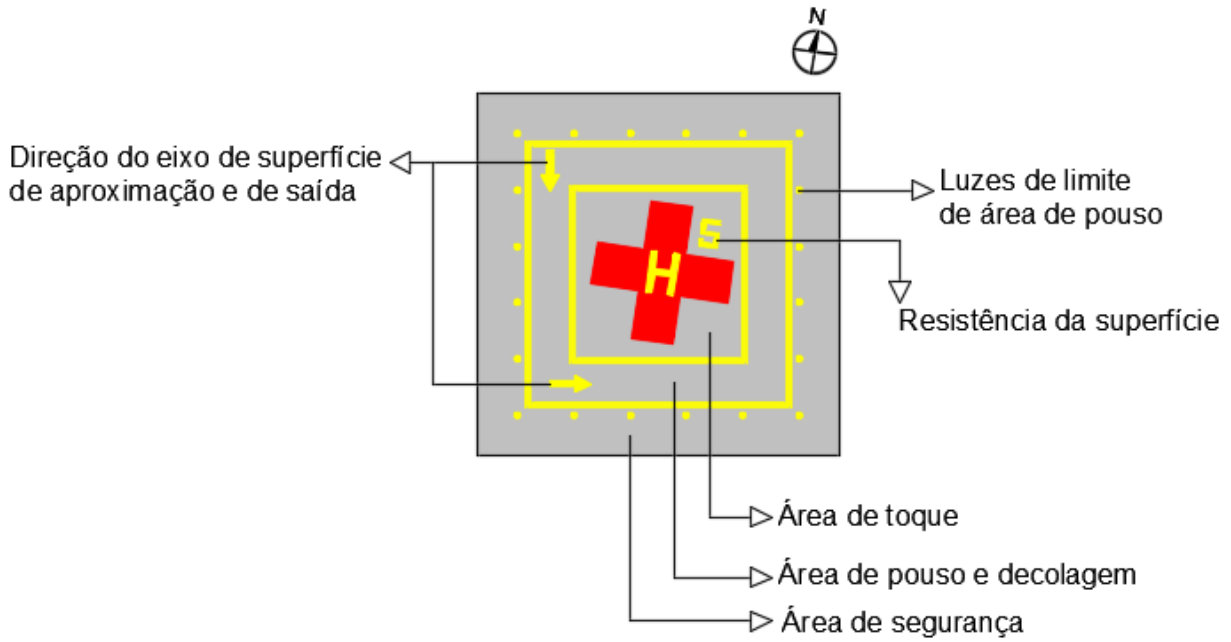


Figura 4-7 Planta baixa heliporto

No anexo IV estão representadas as cotas da planta baixa do heliporto.

Como indicado na tabela 2-24, o heliporto de aproximação visual (operações diurnas e noturnas) deve apresentar superfícies de aproximação e subida de decolagem. As figuras a seguir ilustram tais superfícies.

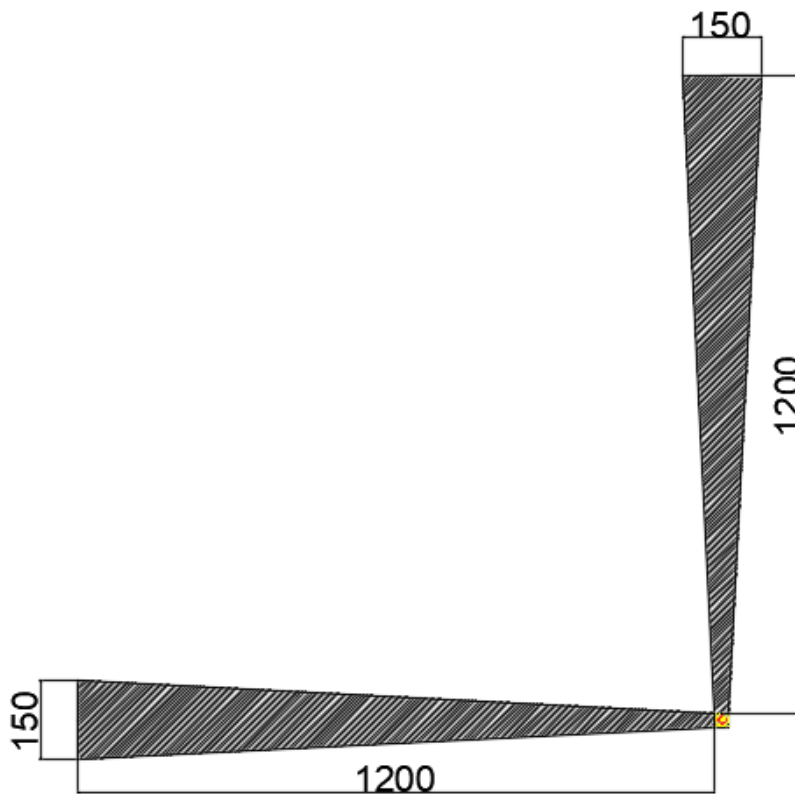


Figura 4-8 Superfícies de aproximação e subida de decolagem em planta (cota em metros)

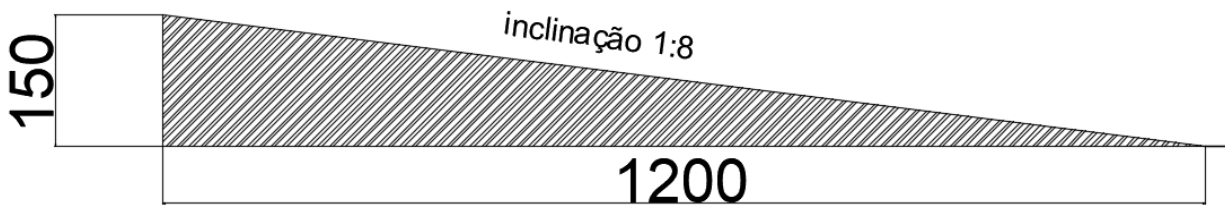


Figura 4-9 Superfície de aproximação e subida de decolagem em corte (cota em metros)

As superfícies de aproximação e subida de decolagem indicadas devem ser livres de obstáculos, para que haja segurança na operação de pouso ou decolagem do helicóptero.



Figura 4-10 Mapa com as superfícies de aproximação e subida de decolagem (inclinação 1:8) do Heliporto do Hospital Santa Casa (cota em metros)

Como indicado na figura anterior, as superfícies de aproximação e decolagem são respeitadas no heliporto em estudo, visto que, por ser rodeado por uma vasta área rural, não apresenta obstáculos de alturas consideráveis nas regiões indicadas, viabilizando completamente o projeto.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÃO

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho tratou sobre as características geométricas do lado aéreo em aeródromos e heliportos, fazendo uma revisão bibliográfica sobre o assunto. Usando como fontes principais as normas da Organização da Aviação Civil Internacional e da Agência Nacional de Aviação Civil, foram estudados os principais pontos apresentados por cada um, sabendo que muitas das orientações indicadas pelo órgão nacional eram baseadas nas normas internacionais do ICAO.

Para os aeródromos, foram analisados 4 partes principais: o código de referência, os dados do aeródromo, suas características físicas e suas superfícies de restrição e remoção de obstáculos.

Nos heliportos, as análises apresentavam muita semelhança em relação aos aeródromos vistos anteriormente. O estudo se dividiu em 5 partes: sistemas comuns para referenciar a localidade do heliporto, os dados do heliporto, suas características físicas, superfícies de restrição e remoção de obstáculos e auxílios visuais.

Após as revisões das normas, foram selecionados dois estudos de caso, nos quais seriam utilizadas as informações adquiridas nos primeiros passos do trabalho.

O primeiro estudo de caso foi a expansão do Aeroporto Regional de Maringá. Foram feitas pesquisas em busca de fatos que viabilizassem a produção dos projetos geométricos para o caso. Ao decorrer de tais estudos, foi constatada a viabilidade do projeto e a já existência dos mesmos, feitos por órgãos ligados à Prefeitura de Maringá e ao seu aeroporto.

Com isso, o objetivo inicial de produzir os projetos geométrico para a expansão do aeroporto deram lugar para a apresentação e análise dos já existentes, de acordo com o que foi estudado no capítulo 2.

São apresentados os dados de movimentação do aeroporto, e as previsões para até 2032, demonstrando as necessidades de ampliação de acordo com o tempo. Após isso, são analisados os projetos geométricos existentes no Plano Diretor Aeroportuário de Maringá: projeto de vista geral, projeto das áreas de segurança e projeto das superfícies livres de obstáculos.

Constatou-se que a expansão do aeroporto, além de viável, se faz necessária para atender as demandas futuras do tráfego aéreo da cidade e região, e os projetos demonstrados as atendem inteiramente.

O segundo estudo de caso, para evitar que ocorresse o mesmo que no primeiro, foi feito a partir de uma necessidade já declarada da execução de projetos para a implantação de um heliporto no Hospital Santa Casa de Campo Mourão.

A viabilidade do caso é comprovada com os dados enviados via carta pelo próprio Hospital Santa Casa, onde é descrito o aumento do uso do transporte aéreo (helicópteros de resgate) em situações de emergência no local, e a falta de um local seguro para tal movimentação.

Os projetos geométricos realizados no presente trabalho comprovam a possibilidade da implantação de um heliporto de superfície no Hospital Santa Casa, sendo apresentados os projetos da planta do heliporto; e da planta, corte e mapa com as superfícies de aproximação e subida de decolagem do heliporto.

Portanto, de modo geral, foi possível concluir com sucesso os principais pontos requisitados no trabalho.

5.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Com o presente trabalho foi visto que o domínio das normas que abordam as características geométricas dos aeródromos e heliportos ainda não é algo de fácil acesso e entendimento, devido à escassez de fontes em diversas línguas, e ao uso de termos técnicos pouco vistos durante o curso da engenharia civil. Sendo assim, pode ser de grande interesse a maior divulgação e análise sobre mais temas da aviação civil e o seu entorno, tal qual o que foi feito neste trabalho.

Sobre a cidade de Maringá, ficam abertas possibilidades de análises sobre a implantação de heliportos na cidade, principalmente em sua região central.

E em Campo Mourão, pode ser estudado o pequeno aeroporto já existente, buscando a viabilidade de torná-lo aberto a aviação regular e de cargas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). Regulamento brasileiro da aviação civil – RBAC nº 154. Emenda nº 01. Projeto de Aeródromos, de 12 de Junho de 2012.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). Regulamento brasileiro da aviação civil – RBAC nº 155, Helipontos.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC) – Portaria nº 256: Restrições aos objetos projetados no espaço aéreo.
- MINISTÉRIO DA AERONÁUTICA – COMANDO GERAL DE APOIO DIRETORIA DE ELETRÔNICA E PROTEÇÃO AO VÔO. Instruções para Operação de Helicópteros para Construção e Utilização de Helipontos ou Heliportos (Portaria nº 18/GM5, de 14 de Fevereiro de 1974).
- ORGANIZAÇÃO DE AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL (OACI). Annex 14 – Aerodromes: Volume I – Aerodrome Design and Operations. International Standards and Recommended Practices, Fourth Edition, July 2004.
- ORGANIZAÇÃO DE AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL (OACI). Annex 14 – Aerodromes: Volume II – Heliports. International Standards and Recommended Practices, Second Edition, July 1995.
- ORGANIZAÇÃO DE AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL (OACI). Heliport Manual (Doc 9261-NA/903), Third Edition, 1995.
- SBMG S.A. TERMINAIS AÉREOS DE MARINGÁ – Plano Diretor Aeroportuário (Aeroporto Regional de Maringá – Silvio Name Júnior): Volume I (Relatórios). Dezembro de 2015.
- SBMG S.A. TERMINAIS AÉREOS DE MARINGÁ – Relatório do Plano Diretor Aeroportuário (Aeroporto Regional de Maringá – Silvio Name Júnior): Volume II (Elementos Gráficos). Dezembro de 2015.
- ^[1] IATA Forecasts Passenger Demand to Double Over 20 Years. Disponível em: <<http://www.iata.org/pressroom/pr/Pages/2016-10-18-02.aspx>>. Acesso em 6 de abril de 2017.
- ^[2] Estudo Transporte e Economia – Transporte Aéreo de Passageiros. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/Estudo/estudo-transporte-economia-transporte-aereo-passageiros-cnt>>. Acesso em 6 de abril de 2017.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [3] JACOB, Angelo. Pavimentos rodoviários e aeroportuários: Aeroportos - Aula 14. 2016. Notas de Aula.
- [4] Designação de pista de pouso e decolagem. Disponível em: <<http://www.avioesemusicas.com/wp-content/uploads/2015/02/bussola-rnw.jpg>>. Acesso em 15 de abril de 2017.
- [5] SILVA, E. J. *Análise dos padrões e recomendações da ICAO e da FAA para o projeto geométrico de aeródromos*. 2012. Dissertação – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- [6] Superfície horizontal externa. Disponível em: <http://www2.anac.gov.br/anacpedia/por_esp/tr484.htm>. Acesso em 18 de abril de 2017.
- [7] Maringá no mapa. Disponível em: <http://vereadores.wikia.com/wiki/Maring%C3%A1_no_mapa>. Acesso em 14 de agosto de 2017.
- [8] IBGE cidades – Maringá. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=411520>>. Acesso em 14 de agosto de 2017.
- [9] Maringá cai quatro posições no ranking do PIB das cidades. Disponível em: <<http://paranaportal.uol.com.br/cidades/maringa-cai-quatro-posicoes-no-ranking-do-pib-das-cidades>>. Acesso em 15 de agosto de 2017.
- [10] Ministros inauguram obras de rebaixamento da linha férrea em Maringá. Disponível em: <<http://maringa.odiario.com/maringa/2012/12/ministros-inauguram-obras-de-rebaixamento-da-linha-ferrea-em-maringa/712982/>>. Acesso em 16 de agosto de 2017.
- [11] Prefeitura apresenta andamento das obras no terminal e corredor norte-sul. Disponível em: <<http://maringa.odiario.com/maringa/2017/05/prefeitura-apresenta-andamento-das-obras-no-terminal-e-corredor-norte-sul/2365843/>>. Acesso em 16 de agosto de 2017.
- [12] Terminal de Maringá (PR) recebe R\$ 120 mi para reforma. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2017/08/terminal-de-maringa-pr-recebe-r-120-mi-para-reforma>>. Acesso em 16 de agosto de 2017.
- [13] Imagem Aeroporto Regional de Maringá. Disponível em: <<https://kekanto.com.br/biz/aeroporto-regional-de-maringa-mgf--2/fotos>>. Acesso em 18 de agosto de 2017.
- [14] Carta aeronáutica Aeroporto Regional de Maringá. Disponível em: <<https://www.aisweb.aer.mil.br/?i=cartas&filtro=1&nova=1>>. Acesso em 19 de agosto de 2017.
- [15] IBGE cidades – Campo Mourão. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/campo-mourao/panorama>>. Acesso em 02 de setembro de 2017.

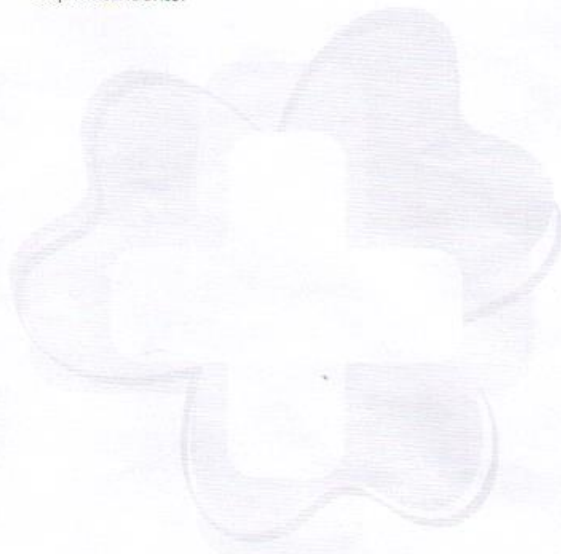
- ^[16] Imagem cidade de Campo Mourão. Disponível em: <<https://marcioantoniassi.files.wordpress.com/2016/08/campo-mourc3a3o-paranc3a1.jpg?w=640>>. Acesso em 02 de setembro de 2017
- ^[17] Campo Mourão no mapa. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Parana_Municip_CampoMourao.svg>. Acesso em 03 de setembro de 2017.
- ^[18] Dimensões helicóptero condicionante. Disponível em: <<https://www.naufragiosdobrasil.com.br/imagens/FNHelicoptero.jpg>>. Acesso em 21 de setembro de 2017.



Na oportunidade, aproveitamos para apresentar nossos protestos de estima e consideração.

Atenciosamente.

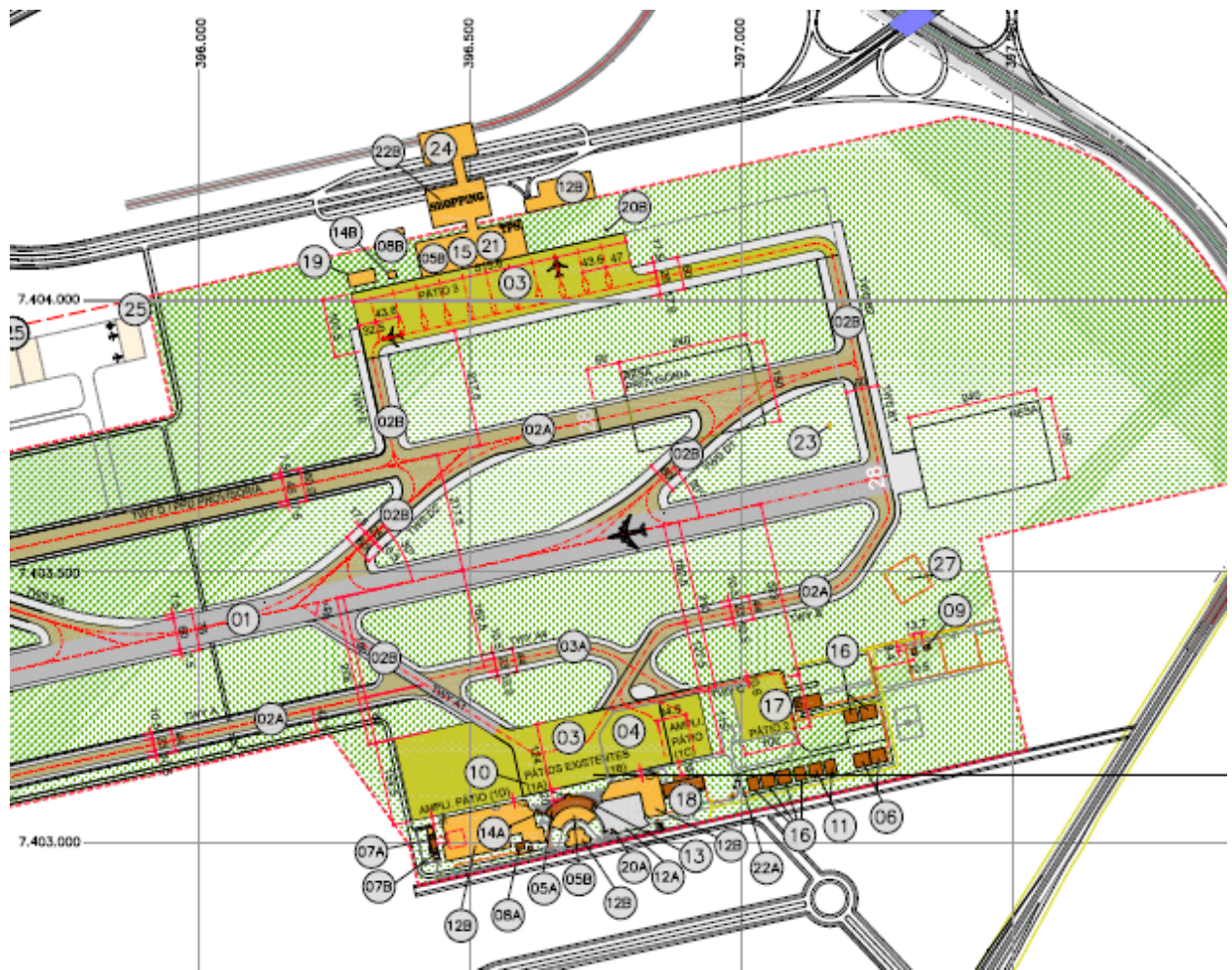
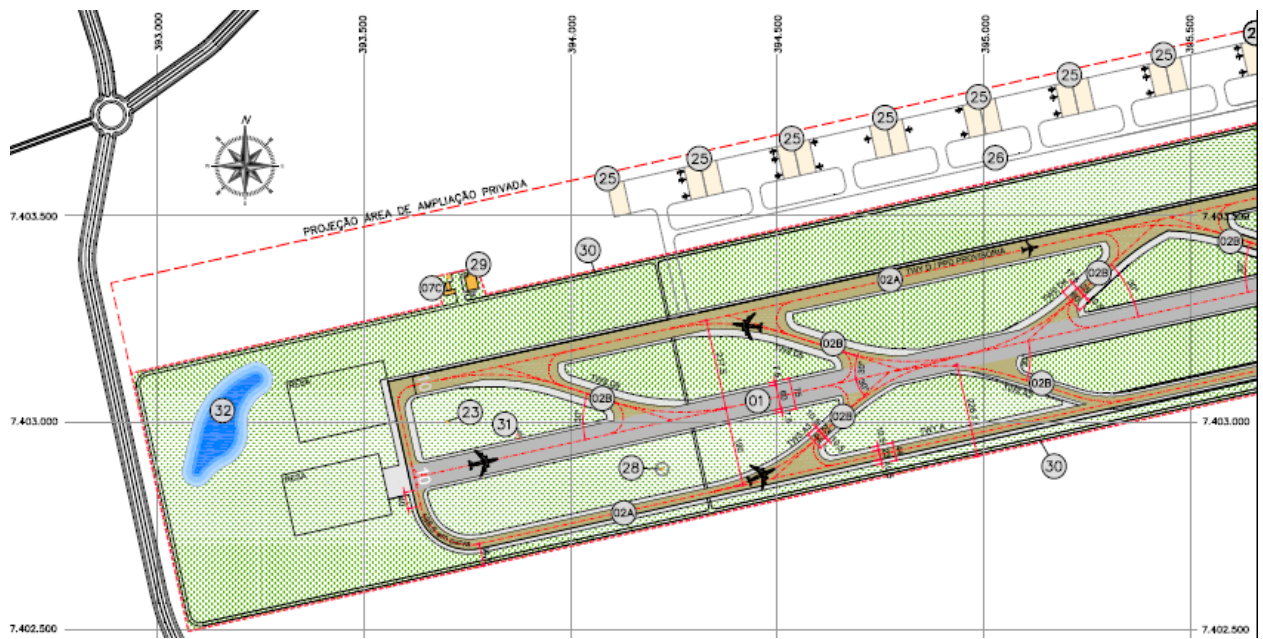
Ludinéia Marques de Souza Scheffer.
Superintendente.



Rodovia PR 558 km 05 | CEP: 87.302-215 | Campo Mourão - PR | Fone/Fax: [44] 3810-2100 | CNPJ: 80.612.294/0001-41

Ovidiana: [44] 3810-2100 | ovidiana@santacasacom.org.br | www.santacasacom.org.br

Anexo II – Detalhes Vista Geral



Descrição dos números indicados nas figuras do anexo II:

| | | | |
|-----|---|-----|--|
| 01 | Pista de pouso e decolagem (PPD) | 14B | Equipamento de rampa projetado |
| 02A | Pista de taxi (TWY) | 15 | Administração ABC |
| 02B | Saídas de pista | 16 | Hangaragem aviação geral |
| 03 | Pátio principal de aeronaves | 17 | Pátio de aviação geral |
| 03A | Pista de taxi | 18 | Terminal de cargas |
| 04 | Pátio de aviação geral | 19 | Manutenção geral |
| 05A | Terminal de passageiros existente | 20A | Depósito de lixo existente |
| 05B | Terminal de passageiros projetado | 20B | Depósito de lixo projetado |
| 06 | Hangar ABC | 21 | Auditório |
| 07A | Seção contra incêndio existente | 22A | Reservatório elevado existente |
| 07B | Seção contra incêndio ampliação | 22B | Reservatório elevado projetado |
| 07C | Posto avançado incêndio projetada | 23 | Estação meteorológica superfície |
| 08A | Casa de força existente (KF) | 24 | Terminal de ônibus |
| 08B | Casa de força projetada (KF) | 25 | Hangares particulares |
| 09 | Pátio abastecimento de aeronaves (PAA) | 26 | Pista de taxi auxiliar particulares |
| 10 | Torre de controle aéreo (TWR) | 27 | Antena NDB |
| 11 | Hangar aeroclube | 28 | Biruta |
| 12A | Estacionamento existente | 29 | Estação de tratamento de efluentes |
| 12B | Estacionamento projetado | 30 | Via de manutenção e segurança |
| 13 | Administração aeroporto | 31 | PAPI |
| 14A | Equipamento de rampa existente | 32 | Lagoa artificial de amortecimento e sedimentação |

