UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

ÁREA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TRANSPORTES

**ANÁLISE DOS PERFIS LONGITUDINAL E
TRANSVERSAL DE PISTAS DE POUSO E
DECOLAGEM COM A UTILIZAÇÃO DO
GPS EM AEROPORTOS DO DAESP**

Engº Antonio Carlos Dinato

*Dissertação apresentada à Escola de Engenharia
de São Carlos da Universidade de São Paulo,
como parte dos requisitos para obtenção do título
de Mestre em Engenharia Civil: Transportes.*

ORIENTADOR: Prof. Dr. Manoel Henrique Alba Sória

SÃO CARLOS
2001

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

D583a Dinato, Antonio Carlos
 Análise dos perfis longitudinal e transversal de
 pistas de pouso e decolagem com a utilização do GPS
 em aeroportos do DAESP / Antonio Carlos Dinato. -- São
 Carlos, 2001.

 Dissertação (Mestrado) -- Escola de Engenharia de
 São Carlos-Universidade de São Paulo, 2001.

 Área: Transportes.

 Orientador: Prof. Dr. Manoel Henrique Alba Sória.

 1. Aeródromo. 2. Pista. 3. GPS. 4. Coordenadas.
 5. Declividade. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: Engenheiro **ANTONIO CARLOS DINATO**

Dissertação defendida e julgada em 05-10-2001 perante a Comissão Julgadora:

Prof. Assoc. **MANOEL HENRIQUE ALBA SÓRIA (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP) APROVADO

Prof. Tit. **JOSÉ BERNARDES FELEX**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP) APROVADO

Prof. Dr. **SEGUNDO CARLOS LOPES**
(Universidade Federal de São Carlos - UFSCar) APROVADO

Prof. Dr. **EDSON MARTINS DE AGUIAR**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Transportes

JOSÉ CARLOS A. CINTRA
Presidente da Comissão de Pós-Graduação da EESC

Aos meus pais Walter e Amélia,

À minha esposa Kica,

Aos meus filhos, Bruno e Daniela.

AGRADECIMENTOS

Ao professor associado Doutor Manoel Henrique Alba Sória, orientador e incentivador deste trabalho.

Ao professor Doutor Romeu Corsini pelo incentivo prestado.

Aos diretores e colegas do DAESP pela colaboração prestada.

A DPO – Diretoria de Projetos e Obras do DAESP, em nome de todos os funcionários, meus agradecimentos pelas informações prestadas.

Aos professores da área de Mensuração, Dr. Segantine e Dr. Schall, pela valiosa colaboração no desenvolvimento do estudo.

Ao técnico do laboratório de mensuração, Paulinho e a Eng^a Ana Paula, pela presteza e ajuda constante.

Aos colegas do Departamento de Transportes por terem me aturado este tempo todo.

Ao amigo Roberto, à minha sogra Dola, ao Eng^o Rombola e a todos os funcionários do Aeroporto de Araraquara.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABELAS.....	iii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	vi
LISTA DE SÍMBOLOS.....	viii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	x
 CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	 1
1.1 Generalidades.....	1
1.2 Objetivo do trabalho.....	2
1.3 Justificativas do trabalho.....	3
1.4 Aeroportos que farão parte do trabalho.....	3
 CAPÍTULO 2 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	 7
2.1 Generalidades.....	7
 CAPÍTULO 3 - HISTÓRICO DOS AEROPORTOS DO ESTUDO.....	 12
3.1 Histórico da aviação.....	12
3.1.1 Generalidades.....	12
3.2 Aeroportos do estudo.....	15
3.2.1 Introdução.....	15
3.2.2 Aeroporto de Araraquara.....	16

3.2.3 Aeroporto de Bauru.....	22
3.2.4 Aeroporto de Marília.....	26
3.2.5 Aeroporto de São José do Rio Preto.....	29
CAPÍTULO 4 – MATERIAIS E MÉTODOS.....	33
4.1 Considerações iniciais.....	33
4.2 Métodos.....	33
4.2.1 GPS – Sistema de Posicionamento Global.....	33
4.2.2 Métodos utilizados para levantamento dos dados, utilizando o sistema GPS.....	34
4.2.3 Determinação das coordenadas e das altitudes com o uso do sistema GPS.....	35
CAPÍTULO 5 – RESULTADOS.....	37
5.1 Aeroporto de Araraquara.....	37
5.1.1 Altitudes obtidas para o cálculo da declividade longitudinal.....	39
5.1.2 Declividade transversal.....	45
5.2 Aeroporto de Bauru.....	48
5.2.1 Altitudes obtidas para o cálculo da declividade longitudinal.....	50
5.2.2 Declividade transversal.....	56
5.3 Aeroporto de Marília.....	57
5.3.1 Altitudes obtidas para o cálculo da declividade longitudinal.....	59
5.3.2 Declividade transversal.....	63
5.4 Aeroporto de São José do Rio Preto.....	67
5.4.1 Altitudes obtidas para o cálculo da declividade longitudinal.....	70
5.4.2 Declividade transversal.....	74
CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	77

ANEXO A.....	80
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DAS NORMAS.....	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	106
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR.....	108
ANEXO B	
ANEXO C	
ANEXO D	
ANEXO E	
GLOSSÁRIO	
APÊNDICE (CD)	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Rede de aeroportos do DAESP.....	6
Figura 2.1 – Divisão Geográfica do SERAC.....	11
Figura 3.1 – Aeroportos existentes no Estado de São Paulo em 1959.....	15
Figura 3.2 – Localização do Aeroporto de Araraquara - edição 2000.....	16
Figura 3.3 – Formato das duas pistas existentes em 1973.....	17
Figura 3.4 – Configuração das pistas existentes no ano de 1973.....	17
Figura 3.5 – Localização do aeródromo de Araraquara.....	19
Figura 3.6 – Configuração da pista do aeroporto de Araraquara Fonte CECIA – 1980.....	20
Figura 3.7 – Pátio de manobras em frente ao terminal de passageiros.....	21
Figura 3.8 – Configuração atual do aeroporto de Araraquara.....	21
Figura 3.9 – Localização do aeroporto da cidade de Bauru.....	22
Figura 3.10 – Pista projetada para futura ampliação.....	23
Figura 3.11 – Croqui do aeroporto de Bauru em 1980.....	24
Figura 3.12 – Croqui do aeroporto de Bauru DAESP – 2000.....	25
Figura 3.13 – Localização do aeroporto de Marília.....	26
Figura 3.14 – Configuração da pista de Marília em 1980.....	27
Figura 3.15 – Plano de desenvolvimento para o aeroporto de Marília.....	28
Figura 3.16 – Localização do aeroporto de São José do Rio Preto.....	29
Figura 3.17 – Projeto futuro de ampliação do aeroporto em 1959.....	30
Figura 3.18 – Configuração do aeroporto de São José do Rio Preto Fonte CECIA – 1980.....	31
Figura 3.19 – Plano de desenvolvimento da pista atual do aeroporto de São José do Rio Preto.....	32

Figura 5.1 – Gráfico do perfil longitudinal do eixo da pista do aeroporto de Araraquara – comparativo entre altitude de projeto, nivelamento geométrico e o GPS.....	40
Figura 5.2 – Comparativo entre nivelamento geométrico e GPS no aeroporto de Araraquara.....	41
Figura 5.3 – Gráfico das diferenças de altitudes da pista do aeroporto de Araraquara.....	42
Figura 5.4 – Perfil longitudinal da pista de pouso e decolagem do aeroporto de Araraquara com o GPS.....	44
Figura 5.5 – Declividade transversal da pista de Araraquara.....	45
Figura 5.6 – Perfil da declividade transversal em segmentos da pista do aeroporto de Araraquara.....	46
Figura 5.7 – Gráfico do perfil longitudinal do eixo da pista do aeroporto de Bauru – comparativo entre altitude de projeto e GPS.....	51
Figura 5.8 – Perfil longitudinal do eixo da pista do aeroporto de Bauru.....	53
Figura 5.9 – Perfil da declividade transversal da pista de Bauru.....	55
Figura 5.10 – Gráfico do perfil longitudinal do eixo da pista do aeroporto de Marília – comparativo entre altitude de projeto e GPS.....	60
Figura 5.11 – Perfil longitudinal do eixo da pista de pouso de Marília.....	62
Figura 5.12 – Perfil da declividade transversal em pontos da pista no aeroporto de Marília.....	63
Figura 5.13 – Perfil da declividade transversal em pontos da pista do aeroporto de Marília.....	65
Figura 5.14 – Gráfico do perfil longitudinal do eixo da pista do aeroporto de São José do Rio Preto – comparativo entre altitude de projeto e GPS.....	70
Figura 5.15 – Perfil longitudinal da pista de pouso e decolagem do aeroporto de São José do Rio Preto.....	73
Figura 5.16 – Perfil da declividade transversal em pontos da pista do aeroporto de São José do Rio Preto.....	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 – Características operacionais do aeroporto de Araraquara.....	4
Tabela 1.2 – Características operacionais do aeroporto de Bauru.....	4
Tabela 1.3 – Características operacionais do aeroporto de Marília.....	5
Tabela 1.4 – Características operacionais do aeroporto de São José do Rio Preto.....	5
Tabela 3.1 – Classificação de aeroportos pelo método do FAA.....	18
Tabela 3.2 – Classificação de aeroportos pelo método do FAA.....	19
Tabela 5.1 – Coordenadas GPS de partida do aeroporto de Araraquara.....	37
Tabela 5.2 – Coordenadas geográficas dos pontos da pista do aeroporto de Araraquara no sistema WGS-84.....	38
Tabela 5.3 – Coordenadas GPS de referência do aeroporto de Araraquara	38
Tabela 5.4 – Coordenadas GPS das cabeceiras da pista do aeroporto de Araraquara.....	39
Tabela 5.5 – Comparativo do comprimento da pista do aeroporto de Araraquara.....	39
Tabela 5.6 – Coordenadas de referência do aeroporto de Araraquara.....	39
Tabela 5.7 – Comparação dos resultados.....	40
Tabela 5.8 – Declividades em segmentos da pista de pouso e decolagem do aeroporto de Araraquara.....	43
Tabela 5.9 – Declividade em segmentos da pista do aeroporto de Araraquara.....	44
Tabela 5.10 – Declividade transversal da pista de pouso do aeroporto de Araraquara.....	47
Tabela 5.11 – Coordenadas GPS de partida do aeroporto de Bauru.....	48

Tabela 5.12 – Coordenadas geográficas dos pontos da pista do aeroporto de Bauru no sistema WGS-84.....	49
Tabela 5.13 – Coordenadas GPS de referência do aeroporto de Bauru.....	49
Tabela 5.14 – Coordenadas GPS das cabeceiras da pista de Bauru.....	49
Tabela 5.15 – Comparativo do comprimento da pista do aeroporto de Bauru.....	50
Tabela 5.16 – Coordenadas de referência do aeroporto de Bauru.....	50
Tabela 5.17 – Comparação de resultados do aeroporto de Bauru.....	51
Tabela 5.18 – Declividade em segmentos de pista do aeroporto de Bauru..	52
Tabela 5.19 – Declividade em segmentos de pista do aeroporto de Bauru..	53
Tabela 5.20 – Declividade transversal da pista de pouso do aeroporto de Bauru.....	56
Tabela 5.21 – Coordenadas GPS de partida do aeroporto de Marília.....	57
Tabela 5.22 – Coordenadas geográficas dos pontos da pista do aeroporto de Marília no sistema WGS-84.....	58
Tabela 5.23 – Coordenadas GPS de referência do aeroporto de Marília.....	58
Tabela 5.24 – Coordenadas GPS das cabeceiras da pista do aeroporto de Marília.....	58
Tabela 5.25 – Comparativo do comprimento da pista do aeroporto de Marília.....	59
Tabela 5.26 – Coordenadas de referência do aeroporto de Marília.....	59
Tabela 5.27 – Comparação de resultados do aeroporto de Marília.....	60
Tabela 5.28 – Declividades em segmentos da pista do aeroporto de Marília.....	61
Tabela 5.29 – Declividades em segmentos da pista do aeroporto de Marília.....	62
Tabela 5.30 – Declividade transversal da pista do aeroporto de Marília.....	66
Tabela 5.31 – Coordenadas GPS de partida do aeroporto de São José do Rio Preto.....	67
Tabela 5.32 – Coordenadas geográficas dos pontos da pista do aeroporto de São José do Rio Preto no sistema WGS-84.....	68
Tabela 5.33 – Coordenadas GPS de referência do aeroporto de São	

José do Rio Preto.....	68
Tabela 5.34 – Coordenadas GPS das cabeceiras da pista do aeroporto de São José do Rio Preto.....	69
Tabela 5.35 – Comparativo do comprimento da pista do aeroporto de São José do Rio Preto.....	69
Tabela 5.36 – Comparativo do comprimento da pista – cab recuada do aeroporto de São José do Rio Preto.....	69
Tabela 5.37 – Coordenadas de referência do aeroporto de São José do Rio Preto.....	69
Tabela 5.38 – Comparação de resultados do aeroporto de São José do Rio Preto.....	70
Tabela 5.39 – Declividade em segmentos da pista do aeroporto de São José do Rio Preto.....	71
Tabela 5.40 – Declividade em segmentos da pista do aeroporto de São José do Rio Preto.....	73
Tabela 5.41 – Declividade transversal da pista de pouso do aeroporto de São José do Rio Preto.....	76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBAer	- Código Brasileiro de Aeronáutica
CECIA	- Comissão de Estudos e Coordenação da Infra-estrutura Aeronáutica
CERNAI	- Comissão de Estudos Relativos à Navegação Aérea Internacional
CINA	- Comissão Internacional de Navegação Aérea
COMAR	- Comando Aéreo Regional
CONAC	- Conferência Nacional da Aviação Comercial
DAC	- Departamento de Aviação Civil
DAESP	- Departamento Aeroviário do Estado de São Paulo
DEPV	- Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Vôo
DIRENG	- Diretoria de Engenharia da Aeronáutica
DOD	- Department of Defense
FAA	- Federal Aviation Administration
GPS	- Global Positioning System
IAC	- Instituto de Aviação Civil
ICAO	- International Civil Aviation Organization
INFRAERO	- Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária
OACI	- Organização de Aviação Civil Internacional
ppm	- Partes por milhão
ROTAER	- Manual Auxiliar de Rotas Aéreas
S/A	- Selective Availability
SAC	- Serviço de Aviação Civil
SERAC	- Serviço Regional de Aviação Civil

SERENG	- Serviço Regional de Engenharia
SERSA	- Serviço Regional de Saúde
SITARs	- Sistema Integrado de Transportes Aéreos Regionais
SRPV	- Serviço Regional de Proteção ao Voo
WGS-84	- World Geodetic System 1984

LISTA DE SÍMBOLOS

h	- altura geométrica
H	- altura ortométrica
S	- Sul
W	- Oeste
°	- grau
'	- minuto
''	- segundo
%	- percentagem
ϕ	- latitude
λ	- longitude

RESUMO

DINATO, ANTONIO CARLOS (2001). Análise dos perfis longitudinal e transversal de pistas de pouso e decolagem com a utilização do GPS em aeroportos do DAESP.

Esta dissertação tem por objetivo testar procedimentos para análise da geometria dos aeródromos do estudo através de levantamento topográfico com o uso do nível e GPS (Global Positioning System). Os testes foram conduzidos em quatro aeródromos do Estado de São Paulo, administrados pelo DAESP (Departamento Aeroviário do Estado de São Paulo), a saber: Araraquara, Bauru, Marília e São José do Rio Preto. Foram analisados as declividades longitudinais, transversais, comprimento e largura da pista e a altitude do ponto de referência. O documento normativo usado como referência foi o “Anexo XIV” (Aerodromes) da ICAO (International Civil Aviation Organization). Foram feitos levantamentos cadastrais dos projetos originais dos aeródromos e levantamentos de campo. Em cada aeródromo o receptor GPS foi instalado em ponto de coordenadas e altitude conhecidas. Na etapa final foram comparados os dados de projeto com os valores encontrados no campo. Os valores encontrados mostraram algumas variações com os de projeto, principalmente quanto à declividade transversal onde a norma recomenda que seja de 1,5%. Foram encontrados valores com declividades menores que esse e até valores negativos. O sistema GPS mostrou-se, eficiente e preciso para esse tipo de levantamento.

Palavras-chave: aeródromo, pista, gps, coordenadas, declividade

ABSTRACT

DINATO, ANTONIO CARLOS (2001). Analysis of the longitudinal and transverse profiles of runways of landing and take-off with the use of GPS in airports of DAESP.

The objective of this work is to test procedures for analysis of the geometry of aerodromes, through topographical survey with level and GPS (Global Positioning System) instrument. The tests were led in four aerodromes of the São Paulo State, administered by DAESP (Departamento Aeroviário do Estado de São Paulo), namely: Araraquara, Baurú, Marília and São José do Rio Preto. The longitudinal slopes, transverse slopes, length of runway, width of runway, the elevation of reference point were analyzed. The normative document used as reference was the “Annex XIV” (Aerodromes) of ICAO (International Civil Aviation Organization). For each aerodrome it was made a cadastral research of the original project and field survey. For each aerodrome the GPS receiver was located in a point of known coordinates and altitude. In the final stage the original project data were compared with the ones found in the field survey. The values from field have some variations in relation to those found in the project mainly with in the case of transverse slope where the norm recommends that it must be 1,5%. The survey had shown values less than 1,5% and also negative slopes. The GPS system has shown to be efficient and enough accurate for this kind of survey.

Word-key: aerodrome, runway, gps, slope, coordinates

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1 - Generalidades

O objetivo do estudo da geometria de pista de pouso e decolagem, em especial a determinação dos perfis longitudinal e transversal é o de analisar a situação real de alguns aeroportos administrados pelo Departamento Aeroviário do Estado de São Paulo - DAESP. Com os itens que compõem o estudo do projeto geométrico de pista, após verificação “in-loco” será feita uma análise detalhada de cada aeroporto. As informações obtidas serão comparadas com a norma da International Civil Aviation Organization – ICAO que é o Annex 14 – Volume I (Aerodrome Design and Operations – Third Edition – July 1999).

A ICAO ou OACI (Organização da Aviação Civil Internacional) foi criada após a Conferência de Chicago (1944) em substituição à Comissão Internacional de Navegação Aérea – CINA (Convenção de Paris 1919). A diferença fundamental entre ICAO e as instituições que a precederam, é que ela foi criada para funcionar permanentemente, mantendo uma vigília diária sobre os problemas relacionados ao transporte aéreo internacional. Ao término dos trabalhos em Chicago e com todas as dificuldades e controvérsias existentes foi assinada, pelos países participantes, uma Ata Final contendo Resoluções e cinco apêndices.

Os cinco apêndices foram os seguintes:

- ☞ Acordo Provisório de Aviação Civil Internacional;
- ☞ Convenção de Aviação Civil Internacional;
- ☞ Acordo de Trânsito dos Serviços Aéreos;

- ☞ Acordo de Transporte Aéreo Internacional;
- ☞ Anexos Técnicos à Convenção de Aviação Civil Internacional.

Entre os apêndices acima, o que trata da Convenção sobre a Aviação Civil Internacional é o mais importante, pois suas disposições regem o funcionamento da aviação civil e é ratificada hoje por mais de 185 países, incluindo o Brasil.

Outro apêndice relevante é o que trata dos Anexos Técnicos, onde ficam definidas as normas técnicas que foram padronizadas para disciplinar o exercício do transporte aéreo. Esses anexos versam sobre Aeródromos, Comunicações, Regras do Ar, Serviços de Tráfego Aéreo, Meteorologia e Facilitação.

Com a evolução do transporte aéreo, estudos permanentes dos problemas da aviação civil na OACI foram intensificados e então outros anexos foram sendo criados, permitindo uma atualização e padronização constante das matérias.

1.2 - Objetivos do trabalho

- ➔ Verificar, através de levantamento com o sistema GPS (Global Positioning System), as declividades longitudinais e transversais da pista de pouso e decolagem;
- ➔ Verificar as coordenadas de referência do aeródromo, bem como das cabeceiras da pista;
- ➔ Verificar, com o sistema GPS, as larguras de faixas da pista e suas declividades;

- Analisar e apresentar em planilhas as comparações dos dados obtidos “in-loco” com os dados de projeto apresentados pelo DAESP;
- Elaborar um histórico do projeto original, construção e ampliações dos aeroportos nos períodos de 1970 a 1980, 1981 a 1990 e 1991 a 2000.

1.3 – Justificativas do trabalho

Alguns fatores motivaram o desenvolvimento deste trabalho, destacando-se, o interesse em determinar a situação real da geometria desses aeródromos. Serão analisadas as condições geométricas através de levantamento topográfico com a utilização do sistema GPS. Após o processamento dos dados serão apresentadas as conclusões e sugestões para futuros projetos de aeródromos.

1.4 - Aeroportos que farão parte do trabalho

Os aeroportos que farão parte do trabalho são os seguintes:

1 – Aeroporto de Araraquara

Localizado na região central do Estado, distante de São Paulo 253 km (aeroporto de Araraquara e o de São Paulo/Congonhas por via aérea). Suas características operacionais são as seguintes (Fonte: ROTAER – Manual Auxiliar de Rotas Aéreas – emenda 8 de 14 de junho de 2001).

Tabela 1.1 – Características operacionais do aeroporto de Araraquara

ARARAQUARA/ARARAQUARA, SP - SBAQ							
CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS							
COORDENADAS DE REFERÊNCIA			LATITUDE: 21° 48' 16" S		LONGITUDE: 48° 08' 25" W		
AEROPORTO	LOCALIZAÇÃO	UTC (H)	OPERAÇÃO	ALTITUDE(m)	PISTA DE POUSO	COMPRIMENTO	LARGURA
PÚBLICO	6 Km SE	-3	IFR/VFR - diurno/noturno	708		1800 m	30 m
TIPO DE PAV.	ASFALTO	RESISTÊNCIA DO PISO DA PISTA			40/F/A/X/T		

2 – Aeroporto de Bauru

A cidade de Bauru ficará com dois aeroportos após o término das obras de construção do novo aeroporto, que está localizado entre as cidades de Bauru e Arealva. À distância entre o aeroporto de Bauru e São Paulo/Congonhas é de 296 km por via aérea.

O aeroporto analisado neste trabalho será o antigo, que está em funcionamento e que possui as seguintes características de projeto (Fonte: ROTAER – emenda 08 de 14 de junho de 2001):

Tabela 1.2 – Características operacionais do aeroporto de Bauru

BAURU/Bauru, SP SBBU							
CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS							
COORDENADAS DE REFERÊNCIA			LATITUDE: 22° 20' 37" S		LONGITUDE: 49° 03' 15" W		
AEROPORTO	LOCALIZAÇÃO	UTC (H)	OPERAÇÃO	ALTITUDE(m)	PISTA DE POUSO	COMPRIMENTO	LARGURA
PÚBLICO	2KmSE	-3	IFR/VFR - diurno/noturno	615		1500 m	34 m
TIPO DE PAV.	ASFALTO	RESISTÊNCIA DO PISO DA PISTA			21/F/A/X/T		

3 – Aeroporto de Marília

O aeroporto de Marília está distante de São Paulo/Congonhas 371 km por via aérea. Suas características operacionais são as seguintes (Fonte: ROTAER – emenda 08 de 14 de junho de 2001):

Tabela 1.3 – Características operacionais do aeroporto de Marília

MARÍLIA /Marília, SP - SBML							
CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS							
COORDENADAS DE REFERÊNCIA			LATITUDE: 22° 11' 44" S		LONGITUDE: 49° 55' 37" W		
AEROPORTO	LOCALIZAÇÃO	UTC (H)	OPERAÇÃO	ALTITUDE(m)	PISTA DE POUSO	COMPRIMENTO	LARGURA
PÚBLICO	3 Km NE	-3	IFR/VFR - diurno/noturno	647		1700 m	35 m
TIPO DE PAV.	ASFALTO	RESISTÊNCIA DO PISO DA PISTA			35/F/B/X/T		

4 – Aeroporto de São José do Rio Preto

Distante de São Paulo/Congonhas 421 km por via aérea e 445 km por rodovia. Suas características físicas e operacionais são as seguintes (Fonte: ROTAER – emenda 08 de 14 de junho de 2001):

Tabela 1.4 – Características operacionais do aeroporto de São José do Rio Preto

SÃO JOSÉ DO RIO PRETO/ São José do Rio Preto, SP - SBSR							
CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS							
COORDENADAS DE REFERÊNCIA			LATITUDE: 20° 48' 56" S		LONGITUDE: 49° 24' 15" W		
AEROPORTO	LOCALIZAÇÃO	UTC (H)	OPERAÇÃO	ALTITUDE(m)	PISTA DE POUSO	COMPRIMENTO	LARGURA
PÚBLICO	3 Km W	-3	IFR/VFR - diurno/noturno	543		1700 m	35 m
TIPO DE PAV.	ASFALTO	RESISTÊNCIA DO PISO DA PISTA			35/F/B/X/T		

A rede de aeroportos administrados pelo DAESP é composta de 31 aeroportos, como mostra a figura 1.1 da pág. 6. Os aeroportos que fazem parte do estudo estão identificados com o respectivo indicativo ICAO. Esse indicativo é reconhecido mundialmente e é único para cada aeroporto.

Segundo o ROTAER os indicativos de localidades brasileiras para fins aeronáuticos são distribuídos dentro de cinco séries a saber:

- a) A série SBAA/SBZZ é reservada para indicar localidades servidas por estação de comunicações que executem o Serviço Fixo Aeronáutico em todo o território Nacional.
- b) As séries SDAA/SDZZ, SNAA/SNZZ, SSAA/SSZZ e SWAA/SWZZ são reservadas às localidades não servidas por estação de comunicações que executem Serviço Fixo Aeronáutico. São adotados ainda os seguintes critérios:

- 1) Série SDAA/SDZZ – destina-se a localidades situadas nos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo;
- 2) Série SNAA/SNZZ – destina-se a localidades situadas nos Estados de Alagoas, Amapá, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Maranhão, Minas Gerais, Pará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe;
- 3) Série SSAA/SSZZ – destina-se a localidades situadas nos Estados de Mato Grosso do Sul, Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina e,
- 4) Série SWAA/SWZZ – destina-se a localidades situadas nos Estados do Acre, Amazonas, Goiás, Mato Grosso, Rondônia, Roraima, Tocantins e no Distrito Federal.

Figura 1.1 – Rede de Aeroportos do DAESP (Fonte – DAESP [2000])

CAPÍTULO 2 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS

2.1 - Generalidades

Após o término da primeira guerra mundial, os países vencedores reuniram-se no âmbito do Tratado de Versailles (Junho de 1919) para estabelecer uma Convenção Internacional que regulasse o relacionamento aeronáutico. Portanto, em 1919 teve início o processo de internacionalização da Aviação Civil, cujo primeiro resultado foi o de alcançar uma solução para o problema da caracterização da natureza jurídica do espaço aéreo.

Antes da Segunda Guerra Mundial os Países concluíram diversas Convenções, das quais destacamos as mais importantes:

- ✓ Convenção de Paris (1919): consagrou a teoria da soberania do País sobre o espaço aéreo de onde se criou a CINA – Comissão Internacional de Navegação Aérea, que é considerada o embrião da atual OACI – Organização de Aviação Civil Internacional.
- ✓ Conferência Ibero-Americana de Navegação Aérea (1926), na cidade de Madri.
- ✓ Convenção de Havana (1928): tratou principalmente dos direitos comerciais aéreos.
- ✓ Convenção de Varsóvia (1929): procurou disciplinar a responsabilidade do transportador por danos ocasionados, bem como a forma dos documentos de transporte, unificando regras, bilhetes e conhecimentos aéreos.
- ✓ Convenção de Chicago (1944): com a presença de 54 países, foi dado um grande passo no sentido de regular com normas a

navegação aérea internacional em substituição à Convenção de Paris.

A Conferência Internacional de Aviação Civil, da qual resultou a Convenção de Chicago, foi convocada pelos Estados Unidos devido à grande potencialidade de transporte demonstrada pela aviação e ao acelerado desenvolvimento da indústria aeronáutica ocorrido durante a Segunda Guerra Mundial; os Estados Unidos e alguns países europeus, ativos e preparados, perceberam que o transporte aéreo deixava de ser um símbolo de prestígio e se transformava em um poderoso instrumento econômico de desenvolvimento do comércio exterior.

A Conferência de Chicago veio ratificar a criação da OACI em substituição à Comissão Internacional de Navegação Aérea - CINA.

A diferença fundamental entre a OACI e as instituições que a precederam é que ela foi criada para funcionar permanentemente, mantendo uma vigília diária sobre os problemas relacionados ao transporte aéreo internacional.

Com a evolução do transporte aéreo, estudos permanentes dos problemas da aviação civil na OACI foram intensificados e então anexos foram sendo criados, permitindo uma atualização e padronização constante das matérias.

Atualmente, temos 18 Anexos Técnicos que são os seguintes:

- ✓ Anexo 1 – Licenças (habilitação) de pessoal navegante
- ✓ Anexo 2 – Regras do ar
- ✓ Anexo 3 – Meteorologia
- ✓ Anexo 4 – Cartas aeronáuticas
- ✓ Anexo 5 – Unidades de medida a serem usadas nas operações aéreas e terrestres
- ✓ Anexo 6 – Homologação técnica das Aeronaves de Transporte
 - Parte I – Transporte aéreo comercial internacional
 - Parte II – Aviação geral internacional

Parte III – Vôos internacionais de helicópteros

- ✓ Anexo 7 – Registros de nacionalidade e de matrícula de aeronaves
- ✓ Anexo 8 – Certificado de aeronavegabilidade das aeronaves
- ✓ Anexo 9 – Facilidades e auxílios à navegação
- ✓ Anexo 10 – Telecomunicações aeronáuticas

Volume I

- ◆ Parte I – Equipamento e Sistemas
- ◆ Parte II – Radiofrequências

Volume II – Procedimentos de comunicações

- ✓ Anexo 11 – Serviços de tráfego aéreo
- ✓ Anexo 12 – Busca e salvamento
- ✓ Anexo 13 – Investigação de acidentes aeronáuticos
- ✓ Anexo 14 – Aeródromos – Volume I: Projeto e Operações
- ✓ Anexo 15 – Serviços de informação aeronáutica
- ✓ Anexo 16 – Proteção ao meio ambiente (ruído)
- ✓ Anexo 17 – Segurança; proteção da aviação civil internacional contra atos de interferência ilícita.
- ✓ Anexo 18 – Transporte com segurança de materiais perigosos por via aérea

Todas as normas recomendadas pela Convenção de Aviação Civil Internacional e seus Anexos Técnicos devem ser cumpridas pelos Países signatários.

Existem ainda outras comissões e associações que fazem parte da OACI:

- Comissão Latino-Americana de Aviação Civil – CLAC
- Associação Internacional de Transporte Aéreo – IATA
- Associação Internacional de Transporte Aéreo Latino-Americano – AITAL

- Comissão de Estudos Relativos à Navegação Aérea Internacional – CERNAL – foi criada através do Decreto 27.353 de 29/10/49.
- Conselho Internacional dos Aeroportos - ACI

Em 22 de abril de 1931, no governo provisório do Presidente Getúlio Vargas foi criado, no Departamento Nacional de Viação e Obras Públicas, o Departamento de Aeronáutica Civil em substituição à Diretoria de Aeronáutica do Ministério da Guerra, que era voltada para a Aviação Militar, e a Diretoria de Aviação do Ministério da Marinha, voltada para a Aviação Naval.

Após o início da 2ª Guerra Mundial foi criado o Ministério da Aeronáutica (1941) para disciplinar e controlar as operações aéreas sobre o território brasileiro, já com bastante movimento devido ao surgimento de várias empresas de transporte aéreo comercial doméstico e internacional.

Pelo Decreto-lei nº 2.961, de 20 de janeiro de 1941, são incorporados ao novo ministério às aviações militar e naval e o DAC, do Ministério de Viação e Obras Públicas.

O DAC – Departamento de Aviação Civil, foi criado pelo Decreto nº 60.521, de 31 de março de 1967, que estabeleceu a estrutura básica da organização do Ministério da Aeronáutica.

Pelo decreto nº 65.144, de 12 de setembro de 1969, foi instituído o Sistema de Aviação Civil do Ministério da Aeronáutica.

A estrutura organizacional do DAESP foi criada pelo Decreto nº 52.562 de 1971.

O Sistema de Aviação Civil criou, entre outros órgãos, o Instituto de Aviação Civil (IAC). As atribuições específicas deste órgão são o estudo e a pesquisa no âmbito da instrução profissional para a Aviação Civil, o planejamento, a orientação, a coordenação e a supervisão das atividades relacionadas à formação, ao aperfeiçoamento e à especialização dos recursos humanos do SAC e, ainda, o estudo, a pesquisa e o planejamento do transporte aéreo e da infra-estrutura aeroportuária nacional.

Foram criados também os Serviços Regionais de Aviação Civil (SERAC), que estão sediados em cada um dos Comandos Aéreos Regionais (COMAR) e têm por finalidade executar diretamente ou assegurar a execução das atividades relacionadas com a Aviação Civil nas áreas de jurisdição dos COMAR, atuando em permanente coordenação com os Serviços Regionais de Proteção ao Vôo (SRPV), de Engenharia e de Patrimônio (SERENG) e de Saúde (SERSA).

Figura 2.1 – Divisão Geográfica do SERAC - Fonte: DAC

CAPÍTULO 3 - HISTÓRICO DOS AEROPORTOS DO ESTUDO

3.1 – Histórico da aviação

3.1.1 - Generalidades

No período de 1960 a 1970, à aviação comercial brasileira passou por várias mudanças na frota de aviões, ocasionada principalmente pela grave crise que passava a aviação brasileira causada devido aos seguintes fatores: a concorrência excessiva e, com isso, estavam tendo uma baixa rentabilidade; havia a necessidade de renovação da frota (as aeronaves estavam velhas e o custo de manutenção ficava muito alto); o país estava passando por alterações na política econômica e, com isso, retirou das empresas aéreas o benefício que era o uso do dólar preferencial para as importações. Foi nesse período que o governo, procurando amenizar esta crise, resolveu se reunir com os empresários e juntos tentarem encontrar uma solução para mudar a política do transporte aéreo brasileiro. Foram realizadas neste período três reuniões (61, 63 e 68), as quais foram denominadas de CONAC – Conferências Nacionais da Aviação Comercial.

Com essas Conferências, várias medidas foram tomadas. Entre elas, as principais foram: política de estímulo às fusões e/ou associações com o intuito de reduzir o número de empresas no setor; duas empresas, no máximo, explorando o transporte comercial internacional e, no máximo, três empresas no transporte comercial doméstico; o governo começou a intervir em toda decisão administrativa das empresas (escolha de linha, mudança de aeronaves, valor das passagens, etc.).

O Decreto nº 76.590 de 11 de novembro de 1975 criou a modalidade de empresa aérea regional.

Em 1976, foi criado o SITAR – Sistema Integrado de Transportes Aéreos Regionais. Com a entrada desse sistema de transporte, as atividades aéreas no interior do Estado de São Paulo tiveram um crescimento muito acentuado e isto fez com que se desenvolvesse a infraestrutura aeroportuária existente, que começou a passar por um processo de reestruturação total das pistas de pousos, das instalações de proteção ao vôo e dos terminais de passageiros.

O DAESP nesse período já começava a repensar os planos de desenvolvimento dos aeroportos por ele administrados, dotando-os de pistas asfaltadas, sinalização noturna, serviços de proteção ao vôo, sistemas contra incêndios e muitas outras melhorias que foram surgindo e sendo implantadas sempre que se fizesse necessário.

A partir de 1980 começa a vigorar a Portaria GM5 nº 1.019, de 27 de agosto de 1980, com a finalidade de disciplinar e dar Instruções para Concessão e Autorização de Construção, Homologação, Registro, Operação, Manutenção e Exploração de Aeródromos Civis e Aeroportos Brasileiros, em substituição à Portaria GM4 nº 3, de 3 de janeiro de 1974.

Esta portaria consistia no seguinte:

“Considerando a importância da implantação de aeroportos segundo uma rede equilibrada de oferta à demanda de passageiros, carga e correio, existente e projetada;

Considerando que o controle e a disciplina no estabelecimento e uso de aeródromos no território brasileiro são medidas que interessam à salvaguarda dos interesses nacionais e à segurança do vôo;

Considerando a necessidade de coordenação entre os órgãos que interagem no sistema de Aviação Civil, responsáveis pelas normas, procedimentos e controle para fins de construção, operação, homologação e registro de aeródromos civis e aeroportos;

Considerando a necessidade de dotar o DAC - Departamento de Aviação Civil, a DEPV - Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Vôo, a Diretoria de Engenharia da Aeronáutica e os Comandos Aéreos Regionais de informações atualizadas sobre todos os aeródromos e aeroportos existentes no território nacional, e considerando a necessidade de atualizar as normas relativas à homologação e registro de aeródromos civis e aeroportos estabelecer o relacionamento e a coordenação entre os órgãos responsáveis pela abertura de aeródromos nacionais ao tráfego aéreo das aeronaves civis“.

Com essa portaria, abriu-se para os Estados brasileiros a possibilidade de se estabelecer convênios com o Ministério da Aeronáutica para a construção e operação de aeroportos.

O primeiro Convênio entre o DAESP e o Ministério da Aeronáutica foi assinado em 1981, de início com 23 aeroportos. Hoje o DAESP, através deste convênio, já administra 31 aeroportos, sendo que dos aeroportos iniciais dois grandes estão sendo administrados pela INFRAERO: Congonhas – São Paulo e Viracopos – Campinas.

Em 1980 foi elaborado pela CECIA (Comissão de Estudos e Coordenação da Infra-estrutura Aeronáutica), o Plano Aeroviário do Estado de São Paulo, que tinha como objetivo definir e orientar o desenvolvimento da infra-estrutura dos aeródromos administrados pelo Estado, no período de 1981 a 2000. O DAESP ainda faz uso do planejamento elaborado pela CECIA.

3.2 – Aeroportos do estudo

3.2.1 - Introdução

Os aeroportos que fazem parte do estudo proposto possuem características diferentes entre si, em função da sua importância municipal e regional. Nesta parte do trabalho será feita uma abordagem tentando situar cada aeroporto nos períodos de 1970 a 1980, 1981 a 1990 e 1991 a 2000.

Ao se determinar o perfil de cada aeroporto ficará mais fácil saber se, nesses períodos, as normas e procedimentos operacionais foram observados e aplicados na construção do aeródromo.

Voltando um pouco no tempo, observamos que no ano de 1959 o Estado de São Paulo possuía o Aeroporto de Congonhas na cidade de São Paulo, e mais 5 aeroportos no interior do estado que eram pavimentados e ainda, outros 4 que estavam em construção como mostra a figura 3.1.

Figura 3.1 – Aeroportos existentes no Estado de São Paulo em 1959

Fonte: Pavimentação de Aeroportos no Estado de São Paulo - 1959

Engº Salvador Eugênio Giammusso

3.2.2 – Aeroporto de Araraquara

Figura 3.2 – Localização do aeroporto de Araraquara

Fonte: DAESP/DPO – Carlos Bolgheroni – edição 2000

O Aeroporto Estadual de Araraquara começou a ser construído em 1937 e operava duas pistas de terra com as dimensões de 1000 x 32 m (08/26 e 16/34) e era na forma de um “T”.

A Figura 3.3 da página 17 mostra como eram as configurações das duas pistas de pouso e decolagem na época.

Como podemos observar na Figura 3.4 da página 18, não existiam residências no entorno do aeroporto e as operações poderiam ser executadas nas direções dos ventos predominantes que variavam de 60° à 180° em estudos da época (1940).

Figura 3.3 – Formato das duas pistas existentes em 1973

Figura 3.4 – Configuração das pistas existentes no ano de 1973

Em 1973 começaram os estudos para a pavimentação e ampliação da pista. O planejamento da ampliação e escolha do traçado final ficou a cargo do DAESP o qual, após utilizar dados meteorológicos fornecidos pelo Instituto de Meteorologia e observados na Usina Tamoio no período de 1959 a 1965, montou um anemograma para determinação da melhor orientação da pista. A base coletora estava afastada do aeródromo cerca de 20 km em linha reta no setor sudoeste (SW).

Com os dados processados, foi elaborado o plano de desenvolvimento, e determinadas as diretrizes para as novas fases do projeto. A pista foi projetada inicialmente para a operação do Convair 340 que possuía as seguintes características de acordo com a AC 150/5300-13 Appendix 13 de 29/09/89 do FAA:

- código de referência de pista: B-III
- velocidade de aproximação para pouso: 104 Knots (192,61km/h)
- envergadura das asas: 105.3 pés (32,09 m)
- comprimento: 81.5 pés (24,84 m)
- altura da cauda: 28.2 pés (8,60 m)
- peso máximo de decolagem: 49,100 libras (22.271Kg)

Tabela 3.1 – Classificação de Aeroportos pelo Método do FAA

Aircraft	Airport	Appch		Tail	Maximum	
	Reference	Speed	Wingspan	Length	Height	Takeoff
	Code	Knots	Meters	Meters	Meters	Kg
Convair 340	B-III	104	32.1	24.8	8.6	22,271

Fonte: Appendix 13. AIRPLANES ARRANGED BY AIRPLANE MANUFACTURER AND AIRPORT REFERENCE CODE

O dimensionamento do pavimento foi feito pelo método do CBR, de acordo com o gráfico da Boeing Corporation (B737-200). O pavimento ficou com o seguinte dimensionamento:

- sub-leito: CBR = 5%
- sub-base: solo compactado a 95% P.S., CBR= 10% e espessura de 30cm
- base: - 1ª alternativa: macadame hidráulico = 20 cm
- 2ª alternativa: solo cimento, teor de 10% e espessura de 15 cm⁽¹⁾

As características da aeronave Boeing – B737-200 são as seguintes:

- peso máximo de decolagem: 52.390 Kg
- peso máximo para pouso: 43.091Kg
- envergadura da asa: 28,3 m

¹ Os primeiros 1200m foram executados com base de solo cimento e os 300m em macadame hidráulico

- comprimento: 30,5 m
- distância entre eixos: 5,23 m
- raio de giro: 17,73 m
- roda dupla

Tabela 3.2 – Classificação de Aeroportos pelo Método do FAA

Aircraft	Airport Reference Code	Appch Speed Knots	Wingspan Length Meters	Tail Length Meters	Maximum Height Meters	Takeoff Kg
Boeing 737-200	C-III	137	28.3	30.5	11.4	52.390

Fonte: Appendix 13. AIRPLANES ARRANGED BY AIRPLANE MANUFACTURER AND AIRPORT REFERENCE CODE

Portanto, o projeto do plano de desenvolvimento da primeira fase ficou assim definido:

- pista de pouso e decolagem: 1500 x 30 m
- pista de táxi: 160 x 15 m
- pátio: 130 x 50 m
- terminal de passageiros: 188 m²

Localização do aeroporto com relação à cidade:

Figura 3.5: Localização do aeródromo de Araraquara [1970]

O aeroporto de Araraquara é afastado da cidade 6 km a noroeste (NW), e o acesso é feito por via asfaltada.

Em 1983, a CECIA fez um estudo detalhado do aeroporto de Araraquara, o qual possuía em 1980 (coleta de dados) as seguintes características:

- área patrimonial: 183,66 ha
- altitude: 708 m
- temperatura de referência: 29,4°C
- temperatura padrão: 12,3°C
- pista de pouso e decolagem: 1500 x 30 m
- estação de passageiros: 188m² - capacidade máx. = 35 a 40 pax hora/pico

Figura 3.6 – Configuração da pista do aeroporto de Araraquara
Fonte CECIA – 1980

O terminal de passageiros passou por reformas durante esses anos, sem que as suas características físicas fossem alteradas, o que o torna de

dimensões reduzidas e pouco funcionais. Sua área total construída é de 188 m².

Figura 3.7 – Pátio de manobras em frente ao terminal de passageiros (1973)

Figura 3.8 – Configuração atual do aeroporto de Araraquara em 2000

Como mostra a figura acima, no aeroporto existem espaços ociosos que não poderão ser aproveitados para futuros desenvolvimentos, enquanto que outras áreas poderiam ter sido preservadas, principalmente do lado direito no seguimento para a cabeceira 35. Deste lado pode ser construída toda a parte operacional do aeroporto, com pistas de rolagem para ambas as cabeceiras.

3.2.3 - Aeroporto de Bauru

Figura 3.9 – Localização do aeroporto da cidade de Bauru

Fonte: DAESP/DPO – Carlos Bolgheroni

Em meados de 1958 iniciou-se os estudos para a construção de uma pista de pouso e decolagem na cidade de Bauru, SP distante da capital 296 km por via aérea em linha reta. A primeira fase do projeto que foi concluída em 1959 possuía uma pista de pouso de 1500 x 35 m, pista de táxi com 100 x 15 m e pátio de manobras com 80 x 40 m⁽²⁾.

Em uma segunda fase, o projeto foi elaborado para construir uma pista com 2440 x 35 m, pista de táxi com 2940 x 15 m, duas áreas de espera com 120 x 60 m e pátio de manobras com 200 x 85 m.

Em 1959 foi inaugurado o aeroporto para operações regulares.

A figura 3.10 da pág. 23 mostra a configuração do aeroporto e suas futuras ampliações. Nessa época a cidade ainda não estava com o seu desenvolvimento direcionado para o lado do aeroporto e, portanto, a Administração Municipal tinha como deter o crescimento desordenado fazendo com que se perdesse o que havia sido planejado para o futuro.

² Pavimentação de Aeroportos no Estado de São Paulo – Associação Brasileira de Cimento Portland – Eng. Salvador Eugênio Giamusso – São Paulo – 1959, página 13.

Hoje, o aeroporto está operando com uma cabeceira recuada devido às edificações altas que foram construídas próximo da pista.

Figura 3.10 – Pista projetada para futura ampliação
Fonte: Eng^o Salvador Eugênio Giammusso [1959]

Em 1977, a Rede Aeroviária do Estado de São Paulo passou por um cadastramento realizado pelos alunos de Pós-Graduação da USP,

coordenada pelo Professor Titular Doutor Romeu Corsini. O Aeroporto de Bauru tinha então as seguintes características:

- Pista – 1500 x 35 m - asfalto
- Balizamento noturno
- Serviço de proteção ao voo
- Pista operando com aeronaves de até 30,8 ton
- Altitude de 611 m
- Lat – 22° 20' 41" S e Long – 049° 03' 12" W

No ano de 1980, a CECIA executou um trabalho de levantamento cadastral no aeródromo e o mesmo possuía na época as seguintes características:

- Pista – 1500 x 35 m em asfalto
- Altitude – 611 m
- Suporte – 30,8 ton
- Pátio – 139,50 x 59,80 m e 47,30 x 39,80 m

Figura 3.11 – Croqui do aeroporto de Bauru em 1980 – Fonte CECIA

No relatório da CECIA na conclusão final se escreveu que: “Sem possibilidade de expansão em 3 lados devido à ocupação urbana. Possível

hipoteticamente, de forma muito limitada, na direção da cabeceira 32, considerando-se a proximidade da rodovia Mal. Rondon”.

O aeroporto hoje está com a seguinte configuração, conforme dados obtidos junto ao DAESP:

- Pista – 1305 x 34 m – 195 m de cabeceira recuada
- Altitude – 615 m
- Aeronave de planejamento – Fokker 27
- Pátio – 144,80 x 60 m e 44,80 x 38,85 m
- Latitude – 22° 20’ 35” S e Longitude – 49° 03’ 13” W

Figura 3.12 – Croqui do aeroporto de Bauru em 2000 – Fonte: DAESP

Está sendo construído um novo aeroporto na cidade de Bauru para suprir as deficiências e os riscos nos pousos e decolagens que ocorrem com as operações do Fokker 100 neste aeródromo.

3.2.4 - Aeroporto de Marília

Figura 3.13 – Localização do aeroporto de Marília

Fonte: DAESP/DPO – Carlos Bolgheroni

Em meados de 1958 iniciou-se a construção de uma pista de pouso e decolagem na cidade de Marília – SP, distante da capital 371 km por via aérea em linha reta. A primeira fase do projeto foi concluída em 1959 e possuía as seguintes características: pista de pouso de 1500 x 35 m, pista de táxi com 215 x 10,50 m, área de espera de 120 x 30 m e pátio de manobras com 60 x 30 m⁽³⁾.

Em uma segunda fase, o projeto foi elaborado para construir uma pista com 2260 x 45 m, pista de táxi com 2810 x 15 m, duas áreas de espera com 260 x 25 m e pátio de manobras com 320 x 60 m.

Em 1977 a Rede Aeroviária do Estado de São Paulo foi cadastrada por um grupo de alunos de Pós-Graduação da USP, coordenada pelo

³ Pavimentação de Aeroportos no Estado de São Paulo – Associação Brasileira de Cimento Portland – Eng. Salvador Eugênio Giammusso – São Paulo –1959, página 16.

Professor Titular Doutor Romeu Corsini, onde o Aeroporto de Marília possuía as seguintes características:

- Pista – 1500 x 35 m - asfalto
- Balizamento noturno
- Serviço de proteção ao voo
- Pista operando com aeronaves de:
 - uma roda por eixo até 11,0 ton
 - duas rodas por eixo até 22,1 ton
 - quatro rodas por eixo até 44,0 ton
- Altitude de 625 m
- Lat – 22° 11' 43" S e Long – 049° 55' 34" W

No ano de 1980, a CECIA elaborou um levantamento cadastral para o PAESP (Plano Aeroviário do Estado de São Paulo) no aeródromo e suas configurações eram as seguintes:

- Pista – 1500 x 35 m em asfalto
- Altitude – 625 m
- Suporte
 - uma roda por eixo até 11,0 ton
 - duas rodas por eixo até 22,1 ton
 - quatro rodas por eixo até 44,0 ton
- Pátio – 60 x 30 m – concreto

Figura 3.14 – Configuração da pista de Marília em 1980
Fonte - CECIA

O aeroporto está operando hoje com as seguintes características, conforme dados obtidos junto ao DAESP:

- Pista – 1700 x 35 m
- Altitude – 647 m
- Aeronave de planejamento – FK10 e B737
- Pátio – 60 x 90 m
- Latitude – 22° 11' 42" S e Longitude – 49° 55' 35" W

Figura 3.15 – Plano de desenvolvimento para o Aeroporto de Marília
Fonte DAESP [2000]

3.2.5 - Aeroporto de São José do Rio Preto

Figura 3.16 – Localização do Aeroporto de São José do Rio Preto
Fonte: DAESP/DPO – Carlos Bolgheroni

No ano de 1957 iniciou-se a construção de uma pista de pouso e decolagem na cidade de São José do Rio Preto – SP, distante da capital 410 km por via aérea em linha reta. A primeira fase do projeto foi concluída e o mesmo começou suas operações em março de 1958, utilizando os aparelhos Convair e Scandia. A pista possuía, na época, as seguintes características: pista de pouso de 1360 x 35 m, pista de táxi com 150 x 10,50 m, pátio de manobras com 60 x 40 m⁽⁴⁾.

Em uma segunda fase, o projeto foi elaborado para se construir uma pista com 2136 x 45 m, pista de táxi com 3000 x 15 m, duas áreas de espera com 120 x 60 m e pátio de manobras com 60 x 40 m.

Como nos mostra a Figura 3.17 da página 30, o estudo feito em 1959 já constava à previsão para futuras ampliações do aeroporto.

⁴ Pavimentação de Aeroportos no Estado de São Paulo – Associação Brasileira de Cimento Portland – Eng. Salvador Eugênio Giamusso – São Paulo – 1959, página 12.

Figura 3.17 – Projeto futuro de ampliação do aeroporto em 1959
 Fonte Eng^o Salvador Eugênio Giammusso

Em 1977, foi feito um cadastro da Rede Aeroviária do Estado de São Paulo por um grupo de alunos de Pós-Graduação da USP coordenada pelo Professor Titular Doutor Romeu Corsini, e o Aeroporto de São José do Rio Preto possuía as seguintes características:

- Pista – 1360 x 35 m - asfalto
- Balizamento noturno
- Serviço de proteção ao voo
- Pista operando com aeronaves de até 21,6 ton

- Altitude de 528 m
- Lat – 20° 48' 59" S e Long – 049° 24' 21" W

No ano de 1980 a CECIA elaborou um levantamento cadastral para o PAESP (Plano Aeroviário do Estado de São Paulo) no aeródromo e o mesmo possuía as seguintes características:

- Pista – 1500 x 35 m em asfalto
- Altitude – 528 m
- Suporte – 21,6 ton
- Pátio – 110 x 40 m – Asfalto/concreto

Figura 3.18 – Configuração do aeroporto de São José do Rio Preto
Fonte CECIA - 1980

O aeroporto está operando hoje com as seguintes características (Fonte: DAESP – outubro 2000):

- Pista – 1700 x 35 m
- Altitude – 543 m
- Aeronave de planejamento – F100 e B737
- Pátio – 250 x 40 m, 96 x 60 m e 55 x 110 m
- Latitude – 20° 48' 56" S e Longitude – 49° 24' 15" W

A figura 3.19 da pág.32 mostra a configuração atual do aeroporto, e pode-se observar que o crescimento desordenado da cidade e a construção

da rodovia Washington Luis nas proximidades da cabeceira 07 isso fez com que a pista ficasse comprometida para as operações ficando sem opção para futuras ampliações. Para o aeródromo continuar em operação foi necessário adequar a cabeceira da pista recuando-a em 60 m, ficando assim com os atuais 1640 m.

Figura 3.19 – Plano de desenvolvimento da pista atual do Aeroporto de São José do Rio Preto - Fonte DAESP/DPO - 2000

CAPÍTULO 4 - Materiais e Métodos

4.1 - Considerações iniciais

Serão descritos abaixo os equipamentos utilizados, e também os procedimentos e métodos empregados no desenvolvimento do trabalho.

Como foi definido no Capítulo 1 – página 3, os aeroportos que farão parte deste estudo e os procedimentos adotados serão especificados neste capítulo.

4.2 - Métodos

4.2.1 - GPS - Sistema de Posicionamento Global

O Global Positioning System - GPS é um conjunto de equipamentos e processos para determinar posições na superfície, ou próximo à superfície terrestre após o processamento das informações contidas em sinais transmitidos por satélites artificiais que percorrem órbitas geocêntricas (LOPES 1996).

As informações obtidas com a utilização do sistema GPS e após o processamento dos sinais nos permitem determinar coordenadas precisas.

O sistema referencial de coordenadas utilizadas pelo GPS é o sistema World Geodetic System 1984 (WGS-84), que é um sistema terrestre fixo, associado ao elipsóide de revolução.

Os resultados obtidos após a etapa de pós-processamento serão expressos na forma de coordenadas geocêntricas, que na sequência são

transformadas para o elipsóide WGS-84 e sua posição resulta em coordenadas geodésicas ϕ , λ e h .

Segundo MENZORI apud HOFMANN-WELLENHOF & LICHTNEGGER & COLLINS (2001), a altitude deste conjunto de coordenadas é conhecida como altura geométrica ou “altitude GPS” por estar referenciada ao elipsóide e possuir valor diferente da altura ortométrica (H) do mesmo ponto, que é referenciada ao Geóide.

4.2.2 - Métodos utilizados para o levantamento dos dados utilizando o sistema GPS:

Os métodos utilizados para o levantamento dos dados foram:

- ☞ Estático - o método do posicionamento estático consiste em posicionar um receptor em um marco geodésico, no qual são conhecidas as suas coordenadas, e um segundo receptor no ponto onde se quer determinar a latitude, longitude e altitude geométrica, ponto este até então desconhecido. O tempo de coleta varia de acordo com o número de satélites disponíveis e em função da distância entre as antenas. Atualmente, com a liberação a partir de maio de 2000 do efeito S/A (Selective Availability) feita pelo DOD (Department of Defense) pode-se determinar com equipamento de uma frequência, vetores com até 20 km de extensão com erros na ordem de 40 a 50 mm, observados com uma constelação mínima de 4 satélites, com taxa de coleta de 15 segundos no período de 45 minutos a 1 hora.
- ☞ Cinemático - “stop-and-go” - para VERONEZ apud SEGANTINE (1998), o método cinemático puro é aquele em que, inicialmente, um dos receptores é colocado sobre um ponto de coordenadas conhecidas e um segundo receptor é

colocado sobre um ponto qualquer. A partir daí, as duas antenas receptoras passam a coletar dados simultaneamente por alguns minutos, com o objetivo de resolver as ambigüidades. O “stop-and-go” é um método derivado do cinemático puro, visto que o usuário tem a opção de registrar pontos específicos do levantamento ao longo do deslocamento da antena remota. A grande vantagem deste método em relação ao cinemático puro é o aumento da precisão no posicionamento devido ao registro de um certo número de épocas no ponto desejado.

4.2.3 - Determinação das coordenadas e das altitudes com o uso do sistema GPS

Os trabalhos de campo foram executados procurando determinar os pontos mais evidentes da pista de pouso e decolagem, como as cabeceiras e os pontos onde ocorrem mudanças de declividade, podendo assim identificar com clareza as declividades tanto longitudinal e transversal como também as curvas verticais côncavas ou convexas.

Durante as determinações de posições das coordenadas dos pontos foi utilizado o equipamento GPS topográfico system SR9400 da LEICA, unidade esta capaz de rastrear, continuamente, código e fase do sinal L_1 em pelo menos 12 canais independentes, com precisão de uma linha base após o processamento de 05 a 10 mm + 2ppm no modo estático e 10 a 20 mm + 2ppm no modo “stop-and-go”, na fase diferencial, e de 30 cm no modo estático e 50 cm no modo cinemático para o código diferencial.

Segundo fontes do fabricante, com o processamento dos dados a precisão de um ponto isolado no modo estático e cinemático fica entre 30 a 50 cm e entre 1 a 5 m de precisão do vetor espacial.

Os dados foram processados no programa Leica SKI versão 2.3-1, processamento kernel PSI Versão 2.30 no sistema de coordenadas WGS-84 e pelo GPSurvey da Trimble.

A altitude ***h*** determinada com o uso do sistema GPS, obtida diretamente das coordenadas do ponto levantado, é a altura elipsoidal (ou geométrica) e mede a distância vertical do ponto da superfície ao elipsóide de referência.

Para o estudo específico, foi adotada a altitude ortométrica (***H***) para definir a altitude do ponto na superfície terrestre. Esta altitude esta referenciada ao geóide.

CAPÍTULO 5 - RESULTADOS

5.1 - Aeroporto de Araraquara

A tabela 5.1 mostra as coordenadas iniciais que foram os pontos fixos adotados para o início dos trabalhos de campo.

Tabela 5.1 - Coordenadas GPS de partida no aeroporto de Araraquara

COORDENADAS REFERENCIADAS AO SISTEMA WGS-84			
VÉRTICE	LATITUDE (ϕ)	LONGITUDE (λ)	ALTITUDE (m)
CAB 17	21° 48' 17.9212" S	48° 08' 15,9296" W	692,322

O receptor base foi instalado na cabeceira 17 ponto inicial do levantamento e os demais pontos foram observados ao longo do eixo e das bordas da pista, procurando manter sempre uma coerência quanto ao espaçamento entre uma observação e outra.

Para início do processo de observação foi fixado um segundo ponto, com um tempo maior de espera, para que os receptores pudessem resolver a ambigüidade.

Após o processamento dos dados, executado no Departamento de Transportes da USP com o programa Ski da Leica, os valores obtidos são os que constam na tabela 5.2 da pág. 38.

Tabela 5.2 - Coordenadas geográficas dos pontos da pista no Aeroporto de Araraquara em WGS-84

PONTO	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)	ALTITUDE (m)
CAB17	21° 48' 17,9212"	048° 08' 15,9296"	692,322
BE1	21° 48' 17,6736"	048° 08' 15,5020"	692,149
EIXO 2	21° 48' 26,2235"	048° 08' 10,4159"	695,321
BE2	21° 48' 25,9696"	048° 08' 09,9762"	695,117
BD2	21° 48' 26,4787"	048° 08' 10,8571"	695,105
EIXO 3	21° 48' 34,5199"	048° 08' 04,9092"	698,307
BE3	21° 48' 34,5993"	048° 08' 04,4539"	698,268
BD3	21° 48' 34,7834"	048° 08' 05,3404"	698,108
EIXO 4	21° 48' 42,2540"	048° 07' 59,7732"	701,103
BE4	21° 48' 41,9938"	048° 07' 59,3359"	701,027
BD4	21° 48' 42,5104"	048° 08' 00,2108"	700,888
EIXO 5	21° 48' 48,3285"	048° 07' 55,7401"	703,297
BE5	21° 48' 48,0785"	048° 07' 55,2968"	703,170
BD5	21° 48' 48,5703"	048° 07' 56,1864"	703,154
EIXO 6	21° 48' 59,3748"	048° 07' 48,4065"	707,257
BE6	21° 48' 59,1188"	048° 07' 47,9675"	707,175
BD6	21° 48' 59,6291"	048° 07' 48,8468"	707,107
CAB35	21° 49' 07,6627"	048° 07' 42,8993"	711,209
BE7	21° 49' 07,4049"	048° 07' 42,4636"	711,060
BD7	21° 49' 07,9285"	048° 07' 43,3271"	711,296

A coordenada de referência do aeroporto é a de maior altitude, que é a da cabeceira 35, como consta na tabela 5.3.

Tabela 5.3 - Coordenadas GPS de referência do aeroporto de Araraquara

COORDENADAS DE REFERÊNCIA DO AEROPORTO SISTEMA WGS-84			
VÉRTICE	LATITUDE (ϕ)	LONGITUDE (λ)	ALTITUDE (m)
CAB 35	21° 49' 07.6627" S	48° 07' 42.8993" W	711,209

Com as coordenadas geográficas da tabela 5.4 da pág. 39, podemos calcular o comprimento da pista para efeito de comparação com a distância de projeto.

Tabela 5.4 - Coordenadas GPS das cabeceiras da pista do aeroporto de Araraquara

COORDENADAS REFERENCIADAS AO SISTEMA WGS-84			
VÉRTICE	LATITUDE (ϕ)	LONGITUDE (λ)	ALTITUDE (m)
CAB 17	21° 48' 17.9212" S	48° 08' 15,9296" W	692,322
CAB 35	21° 49' 07.6627" S	48° 07' 42.8993" W	711,209

O comprimento da pista encontrado após os cálculos, utilizando o programa MapInv, é o que consta na tabela 5.5 o qual será comparado com o comprimento de projeto:

Tabela 5.5 – Comparativo do comprimento da pista do aeroporto de Araraquara entre projeto e GPS

Projeto	1800 m
Campo	1800,201 m
Diferença	0,201 m

Foi encontrada uma diferença de 0,201 m a mais entre os dados de projeto e o real. Essa diferença não interfere nas operações do aeroporto.

As coordenadas de referência do aeródromo são as que constam na tabela 5.6, com o comparativo dos dados antigos e os novos referenciados pelo sistema WGS-84.

Tabela 5.6 - Coordenadas de referência da pista de Araraquara

COORDENADAS REFERENCIADAS PELO SISTEMA WGS-84							
COORDENADAS DE REFERÊNCIA ANTIGA				COORDENADAS DE REFERÊNCIA ATUALIZADA			
PONTO	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	PONTO	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE
PÁTIO	21° 48' 14" S	48° 08' 23" W	708 m	PISTA	21° 49' 08" S	48° 07' 43" W	711 m

5.1.1 – Altitudes obtidas para o cálculo da declividade longitudinal

As altitudes obtidas com o levantamento do GPS foram comparadas com as altitudes de projeto para efeito de análise de resultados. Na tabela 5.7 da pág. 40, são apresentados os dados do levantamento altimétrico com

o uso do nível e com a utilização do GPS. Foi feita uma análise comparativa entre os dois métodos (nivelamento geométrico e GPS) com as altitudes de projeto.

Tabela 5.7 - Comparação dos resultados

NIVELAMENTO DO EIXO DA PISTA							
PERFIL LONGITUDINAL							
ESTACA	0	300m	600m	900m	1200m	1500m	1800m
ALT. DE PROJ.	692,300	695,300	698,300	701,300	704,300	710,300	714,340
ALT. C/ NÍVEL	692,322	695,302	698,282	701,272	704,272	707,102	711,282
ALT. C/ GPS	692,322	695,321	698,307	701,296	704,283	707,257	711,209
PROJ. - NÍVEL	-0,022	-0,002	0,018	0,028	0,028	3,198	3,058
PROJ. - GPS	-0,022	-0,021	-0,007	0,004	0,017	3,043	3,131
NÍVEL - GPS	0	0	-0,025	-0,024	-0,011	-0,155	0,073

Analisando a tabela 5.7, observamos que existe muita coerência entre os dois métodos utilizados, sendo que a maior variação encontrada foi justamente onde existe uma curva vertical convexa. A diferença encontrada entre a altitude de projeto após a faixa dos 1500 m com os outros dois levantamentos, é porque o projeto inicial foi elaborado em cima das altitudes do terreno em estado natural, e com o tempo, este solo foi modificado devido à retirada do solo in-natura. Na figura 5.1 o perfil longitudinal da pista é melhor visualizado.

Figura 5.1 – Gráfico do perfil longitudinal do eixo da pista de Araraquara – comparativo entre altitude de projeto, nivelamento geométrico e o GPS.

O gráfico da figura 5.1 da pág. 40 mostra ainda que as linhas do perfil longitudinal seguem praticamente iguais entre os dados de projeto e os levantamentos executados com o nível e o GPS, apenas havendo uma variação entre as distâncias dos 1200 m e 1800 m, mas apenas com relação às altitudes de projeto.

A declividade longitudinal efetiva determinada pelo GPS foi **1,05%** e a declividade máxima em trecho de pista foi **1,32%**. Esta declividade foi encontrada no último quarto da pista, como mostra a tabela 5.7 da pág. 40. Pelo nivelamento geométrico a declividade determinada foi de **1,05%** e **1,39%**.

A figura 5.2 mostra que a linha do perfil longitudinal observado entre os nivelamentos: geométrico e pelo GPS, são praticamente iguais sendo que às diferenças são as que constam na tabela 5.7 da pág. 40.

Figura 5.2 – Comparativo entre nivelamento geométrico e GPS no aeroporto de Araraquara

A figura 5.3 da página 42, mostra a diferença entre: projeto e nível, projeto e GPS e nível e GPS. Como podemos observar até a distância de 1200 m as diferenças são praticamente constantes e após, devido à diferença na altitude de projeto o desnível foi maior ocasionando a diferença apresentada no gráfico entre as distâncias de 1200 m a 1800 m.

Figura 5.3 – Gráfico das diferenças de altitudes da pista do aeroporto de Araraquara

Segundo o Anexo XIV é recomendado que a declividade longitudinal efetiva da pista no caso do aeroporto de Araraquara, que é classificado com “código 2” e classe C, não deve exceder 2%, obtida ao se dividir a diferença entre a altitude máxima e a altitude mínima verificadas ao longo do eixo da pista pelo comprimento desta. Com os valores encontrados o aeroporto está de acordo com o que recomenda a norma. A figura 5.4 da página 44 mostra o perfil longitudinal do eixo da pista de pouso.

O cálculo da declividade efetiva da pista é demonstrado abaixo:

$$D = \frac{H_2 - H_1}{L} \times 100$$

$$D = \frac{711.209 - 692.322}{1800.201} \times 100$$

$$D = 1.05\%$$

A tabela 5.8 da pág. 43 mostra as declividades encontradas em segmentos da pista ao longo do eixo.

Tabela 5.8 – Declividades em segmentos da pista no aeroporto de Araraquara

PONTO	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)	ALTITUDE (m)	DISTÂNCIA (m)	DEC.LONG. (%)
CAB17	21° 48' 17,9212"	048° 08' 15,9296"	692,322	0	0
BE1	21° 48' 17,6736"	048° 08' 15,5020"	692,149		
EIXO 2	21° 48' 26,2235"	048° 08' 10,4159"	695,321	300,483	1,00
BE2	21° 48' 25,9696"	048° 08' 09,9762"	695,117		
BD2	21° 48' 26,4787"	048° 08' 10,8571"	695,105		
EIXO 3	21° 48' 34,5199"	048° 08' 04,9092"	698,307	600,704	0,99
BE3	21° 48' 34,5993"	048° 08' 04,4539"	698,268		
BD3	21° 48' 34,7834"	048° 08' 05,3404"	698,108		
EIXO 4	21° 48' 42,2540"	048° 07' 59,7732"	701,103	880,614	1,00
BE4	21° 48' 41,9938"	048° 07' 59,3359"	701,027		
BD4	21° 48' 42,5104"	048° 08' 00,2108"	700,888		
EIXO 5	21° 48' 48,3285"	048° 07' 55,7401"	703,297	1100,447	1,00
BE5	21° 48' 48,0785"	048° 07' 55,2968"	703,170		
BD5	21° 48' 48,5703"	048° 07' 56,1864"	703,154		
EIXO 6	21° 48' 59,3748"	048° 07' 48,4065"	707,257	1500,199	0,99
BE6	21° 48' 59,1188"	048° 07' 47,9675"	707,175		
BD6	21° 48' 59,6291"	048° 07' 48,8468"	707,107		
CAB35	21° 49' 07,6627"	048° 07' 42,8993"	711,209	1800,201	1,32
BE7	21° 49' 07,4049"	048° 07' 42,4636"	711,060		
BD7	21° 49' 07,9285"	048° 07' 43,3271"	711,296

Figura 5.4 - Perfil Longitudinal da pista de pouso e decolagem do Aeroporto de Araraquara com o GPS

Tabela 5.9 – Declividade em segmentos da pista do aeroporto de Araraquara

PONTOS	DISTÂNCIA (m)	DECLIVIDADE (%)
0 – 1	300,483	1,00
1 – 2	300,221	0,99
2 – 3	279,910	1,00
3 – 4	219,833	1,00
4 – 5	399,752	0,99
5 – 6	300,002	1,32
TOTAL	1800,201	Dec. Média = 1.05

5.1.2 - Declividade transversal da pista

A declividade transversal é tão importante quanto a longitudinal, sendo que a sua função principal é a de evitar o acúmulo de água na superfície do pavimento quando ocorre uma chuva, fazendo com que o escoamento das águas pluviais se torne o mais rápido possível, evitando assim o efeito de lâmina d'água no asfalto.

O Anexo XIV recomenda que as declividades transversais de uma pista de pouso devem ficar entre 1% a 1,5% conforme a classificação do aeroporto.

A declividade transversal encontrada pelo método GPS foi de 0,83% do lado esquerdo da pista sentido cabeceira 17 a 35, determinada pela média em porcentagem das declividades encontradas em segmentos da pista. Do lado direito a declividade encontrada foi de 0,94%, determinada igual à forma anterior. O Anexo XIV recomenda que a declividade transversal para o aeroporto em estudo deve ser de 1,5% e, portanto, como os valores encontrados estão abaixo do especificado em projeto nesta pista poderá ocorrer problemas com as águas pluviais, acarretando problemas nas operações das aeronaves. A tabela 5.10 da página 48 mostra estes valores calculados.

Figura 5.5 - Declividade transversal da pista de Araraquara - borda direita

Seguem abaixo, como podemos observar na figura 5.6, os perfis das seções transversais do eixo da pista.

Figura 5.6 – Perfil da declividade transversal em segmentos da pista no aeroporto de Araraquara

A tabela 5.10 da pág. 47 mostra os valores da largura da pista onde, em todas as sessões transversais observadas com o GPS em nenhum ponto a pista está com 30 m, largura esta especificada no projeto sendo que a média encontrada foi de 28,93 m.

Tabela 5.10 – Declividade transversal da pista de pouso no aeroporto de Araraquara

PONTO	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)	ALTITUDE (m)	DISTÂNCIA (m)	DEC.LONG. (%)	LARGURA (m)	DEC.TRANS. (%)
CAB17	21° 48' 17,9212"	048° 08' 15,9296"	692,322	0	0		
BE1	21° 48' 17,6736"	048° 08' 15,5020"	692,149			14,451	1,20
EIXO 2	21° 48' 26,2235"	048° 08' 10,4159"	695,321	300,483	1,00	29,755	
BE2	21° 48' 25,9696"	048° 08' 09,9762"	695,117			14,849	1,37
BD2	21° 48' 26,4787"	048° 08' 10,8571"	695,105			14,906	1,45
EIXO 3	21° 48' 34,5199"	048° 08' 04,9092"	698,307	600,704	0,99	28,104	
BE3	21° 48' 34,5993"	048° 08' 04,4539"	698,268			13,303	0,29
BD3	21° 48' 34,7834"	048° 08' 05,3404"	698,108			14,801	1,34
EIXO 4	21° 48' 42,2540"	048° 07' 59,7732"	701,103	880,614	1,00	29,731	
BE4	21° 48' 41,9938"	048° 07' 59,3359"	701,027			14,893	0,51
BD4	21° 48' 42,5104"	048° 08' 00,2108"	700,888			14,838	1,45
EIXO 5	21° 48' 48,3285"	048° 07' 55,7401"	703,297	1100,447	1,00	29,694	
BE5	21° 48' 48,0785"	048° 07' 55,2968"	703,170			14,874	0,85
BD5	21° 48' 48,5703"	048° 07' 56,1864"	703,154			14,820	0,96
EIXO 6	21° 48' 59,3748"	048° 07' 48,4065"	707,257	1500,199	0,99	29,734	
BE6	21° 48' 59,1188"	048° 07' 47,9675"	707,175			14,865	0,55
BD6	21° 48' 59,6291"	048° 07' 48,8468"	707,107			14,869	1,00
CAB35	21° 49' 07,6627"	048° 07' 42,8993"	711,209	1800,201	1,32	29,572	
BE7	21° 49' 07,4049"	048° 07' 42,4636"	711,060			14,814	1,01
BD7	21° 49' 07,9285"	048° 07' 43,3271"	711,296			14,758	-0,59

As planilhas de cálculos estão no Apêndice 1 – Aeroporto de Araraquara no CD em anexo.

5.2 – Aeroporto de Bauru

A tabela 5.11 mostra as coordenadas iniciais que foram os pontos fixos adotados para o início dos trabalhos de campo.

Tabela 5.11 – Coordenadas GPS de partida do aeroporto de Bauru

COORDENADAS REFERENCIADAS AO SISTEMA WGS-84			
VÉRTICE	LATITUDE (ϕ)	LONGITUDE (λ)	ALTITUDE (m)
VT-26	22° 20' 48.5095" S	49° 02' 44.1034" W	603,92

O início do levantamento foi no ponto que está localizado próximo à base do monumento em frente a Polícia Rodoviária, no canteiro que divide as duas pistas, e após a fixação do receptor neste ponto foram observados os demais pontos ao longo do eixo e das bordas da pista com o outro receptor, procurando manter sempre uma coerência quanto ao espaçamento entre uma observação e outra.

Para o início do processo de observação foi fixado um segundo ponto com um tempo maior de espera para que os receptores pudessem resolver as ambigüidades entre eles. O ponto observado foi o da cabeceira 32 no eixo da pista, ponto inicial do serviço.

Após o processamento dos dados executado no Departamento de Transportes da USP com o programa Ski da Leica, os valores obtidos são os que constam na tabela 5.12 da pág. 49.

Tabela 5.12 – Coordenadas geográficas dos pontos da pista do aeroporto de Bauru no sistema WGS-84

PONTO	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)	ALTITUDE (m)
CAB14	22° 20' 28,8204"	049° 03' 35,5434"	610,113
BE1	22° 20' 29,2865"	049° 03' 35,8507"	609,849
BD1	22° 20' 28,3630"	049° 03' 35,2089"	609,941
REC14	22° 20' 32,2825"	049° 03' 29,7827"	612,079
BE2	22° 20' 32,7405"	049° 03' 30,1031"	611,869
BD2	22° 20' 31,8224"	049° 03' 29,4601"	611,843
EIXO 1	22° 20' 42,4980"	049° 03' 12,7927"	616,278
BE1	22° 20' 42,9567"	049° 03' 13,1136"	616,003
BD1	22° 20' 42,0365"	049° 03' 12,4738"	616,100
CAB32	22° 20' 55,3243"	049° 02' 51,4680"	615,672
BE-32	22° 20' 55,7830"	049° 02' 51,7882"	615,511
BD-32	22° 20' 54,8655"	049° 02' 51,1432"	615,503

A coordenada de referência do aeroporto é a de maior altitude que está localizada no eixo 1, próximo da interseção do eixo da pista com o acesso para o pátio, como mostra a tabela 5.13.

Tabela 5.13 – Coordenadas GPS de referência do aeroporto de Bauru

COORDENADAS DE REFERÊNCIA DO AEROPORTO SISTEMA WGS-84			
VÉRTICE	LATITUDE (ϕ)	LONGITUDE (λ)	ALTITUDE (m)
EIXO 1	22° 20' 42,4980" S	049° 03' 12,7927" W	616,278

Com as coordenadas geográficas da tabela 5.14 podemos calcular o comprimento da pista para efeito de comparação com a distância de projeto.

Tabela 5.14 – Coordenadas GPS das cabeceiras da pista do aeroporto de Bauru

COORDENADAS REFERENCIADAS AO SISTEMA WGS-84			
VÉRTICE	LATITUDE (ϕ)	LONGITUDE (λ)	ALTITUDE (m)
CAB 14	22° 20' 28.8381" S	49° 03' 35.5199" W	610,113
CAB 32	22° 20' 55.3225" S	49° 02' 51.4599" W	615,672

O comprimento da pista encontrado após os cálculos, utilizando o programa MapInv, é o que consta na tabela 5.15 o qual será comparado com o comprimento de projeto:

Tabela 5.15 – Comparativo do comprimento da pista do aeroporto de Bauru

Projeto	1500 m
Campo	1501,041 m
Diferença	1,041 m
Cab. Rec. Proj.	1305 m
Campo	1304,881
Diferença	- 0,119m

A diferença encontrada foi de 1,041 m a mais do que consta no projeto e de -0,119 m para o comprimento da pista com a cabeceira recuada. Estas medidas estão de acordo com o que consta nos manuais de operação do Ministério da Aeronáutica. Diferenças como estas não causarão nenhum transtorno para as operações das aeronaves.

As coordenadas das cartas aeronáuticas serão atualizadas com os dados da tabela 5.16.

Tabela 5.16 – Coordenadas de referência do aeroporto de Bauru

COORDENADAS REFERENCIADAS PELO SISTEMA WGS-84							
COORDENADAS DE REFERÊNCIA ANTIGA				COORDENADAS DE REFERÊNCIA ATUALIZADA			
PONTO	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	PONTO	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE
PÁTIO	22° 20' 35" S	49° 03' 13" W	615 m	PISTA	22° 20' 42" S	49° 03' 13" W	616 m

5.2.1 – Altitudes obtidas para o cálculo da declividade longitudinal

As altitudes obtidas foram comparadas com as altitudes de projeto para efeito de análise de resultados. Na tabela 5.17 da página 51, são apresentados os dados após o processamento e é feito um comparativo entre o levantamento com a utilização do sistema GPS e as altitudes de projeto.

Tabela 5.17 – Comparação de resultados do aeroporto de Bauru

NIVELAMENTO DO EIXO DA PISTA							
PERFIL LONGITUDINAL							
ESTACA	0	300m	600m	900m	1200m	1500m	1501.737m
ALTITUDE DE PROJ.	605,437	608,437	610,637	611,987	611,637	610,937	610,933
ALTITUDE C/ GPS	610,113	612,832	615,008	616,174	615,924	615,673	615,672
PROJETO - GPS	-4,676	-4,395	-4,371	-4,187	-4,287	-4,736	-4,739

Analisando a tabela 5.17 observamos que existe muita discrepância entre os dois métodos utilizados, sendo que há uma variação quase que constante acompanhando os dois perfis longitudinais do eixo da pista. A diferença encontrada pode ser devido à utilização incorreta da referência de nível para a elaboração do projeto. Na figura 5.7 o perfil longitudinal da pista pode ser visto com mais clareza.

Figura 5.7 – Gráfico do perfil longitudinal do eixo da pista de Bauru – comparativo entre altitude de projeto e GPS

A altitude observada pelo sistema GPS está coerente com os dados que constam nos manuais onde a altitude de referência é de 615 m e especificada na página 4 do trabalho.

A declividade longitudinal efetiva determinada pelo GPS foi de **0.41%** e a declividade máxima em trecho de pista encontrada foi de **1,00%**. Esta declividade foi encontrada no primeiro trecho da pista na distância de 196,249 m, que é onde começa a cabeceira recuada, como mostra a figura 5.8 da pág. 53.

Segundo o Anexo XIV é recomendado que a declividade da pista, no caso do aeroporto de Bauru que é classificado com “código 2”, não deve exceder 2%, obtida ao se dividir a diferença entre a altitude máxima e a altitude mínima verificadas ao longo do eixo da pista pelo comprimento desta.

Portanto, o cálculo da declividade efetiva da pista é:

$$D = \frac{H_2 - H_1}{L} \times 100$$

$$D = \frac{616.278 - 610.113}{1501.737} \times 100$$

$$D = 0.41\%$$

Tabela 5.18 – Declividades em segmentos da pista de Bauru

PONTO	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)	ALTITUDE (m)	DISTÂNCIA (m)	DEC. LONG. (%)
CAB14	22° 20' 28,8204"	049° 03' 35,5434"	610,113	0	0
BE1	22° 20' 29,2865"	049° 03' 35,8507"	609,849		
BD1	22° 20' 28,3630"	049° 03' 35,2089"	609,941		
REC14	22° 20' 32,2825"	049° 03' 29,7827"	612,079	196,249	1,00
BE2	22° 20' 32,7405"	049° 03' 30,1031"	611,869		
BD2	22° 20' 31,8224"	049° 03' 29,4601"	611,843		
EIXO 1	22° 20' 42,4980"	049° 03' 12,7927"	616,278	775,117	0,73
BE1	22° 20' 42,9567"	049° 03' 13,1136"	616,003		
BD1	22° 20' 42,0365"	049° 03' 12,4738"	616,100		
CAB32	22° 20' 55,3243"	049° 02' 51,4680"	615,672	1501,737	0,08
BE-32	22° 20' 55,7830"	049° 02' 51,7882"	615,511		
BD-32	22° 20' 54,8655"	049° 02' 51,1432"	615,503		

A declividade longitudinal efetiva da pista de pouso do aeroporto de Bauru está de acordo com as normas do Anexo XIV e sua configuração é a que consta na figura 5.8 da pág. 53.

Figura 5.8 - Perfil Longitudinal da pista de pouso e decolagem do aeroporto de Bauru com o GPS

Tabela 5.19 – Declividade em segmentos da pista de Bauru

PONTOS	DISTÂNCIA (m)	DECLIVIDADE (%)
0 – 1	196,249	1.00
1 – 2	775,117	0,73
2 – 3	1501,737	0.08
TOTAL	1501,737	Dec. Média = 0.60

5.2.2 - Declividade transversal da pista

A declividade transversal é tão importante quanto a longitudinal, sendo que a sua função principal é a de evitar o acúmulo de água na superfície do pavimento quando ocorre uma chuva, fazendo com que o escoamento das águas pluviais se torne o mais rápido possível, evitando assim o efeito de lâmina d'água no asfalto.

Segundo recomendação do Anexo XIV, as declividades transversais de uma pista de pouso com a classificação com “código 2” e Classe C devem ficar entre 1% a 1,5% sendo que, 1,5% é o valor mais indicado.

A declividade transversal encontrada pelo método GPS foi de **0,87%** do lado esquerdo da pista sentido cabeceira 14 a 32, determinada através da média em porcentagem das declividades encontradas em segmentos de pista. Do lado direito a declividade encontrada foi de **1,35%**, determinada igual a anterior. Segundo o Anexo XIV, a declividade transversal para o aeroporto em estudo deveria ser de 1,5% para ambos os lados. A norma recomenda que, dependendo da região, caso não chova muito, pode adotar até 1%.

Como a declividade da pista é pouca, o aeroporto está sujeito a sofrer problemas na época das chuvas caso ocorram com bastante intensidade.

A figura 5.9 pág. 55, mostra os perfis das declividades transversais da pista do aeroporto de Bauru.

A largura da pista de pouso do aeroporto de Bauru está com uma média de 33,69 m sendo que deveria ter em toda a sua extensão 34,00 m. A diferença é de 0,31 m. Na tabela 5.20 da pág. 56 esta o demonstrativo do cálculo da largura da pista.

Figura 5.9 – Perfil da declividade transversal da pista de Bauru

Tabela 5.20 – Declividade transversal da pista de pouso do aeroporto de Bauru

PONTO	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)	ALTITUDE (m)	DISTÂNCIA (m)	DEC. LONG. (%)	LARGURA (m)	DEC.TRANSV. (%)
CAB14	22° 20' 28,8204"	049° 03' 35,5434"	610,113	0	0	33.836	
BE1	22° 20' 29,2865"	049° 03' 35,8507"	609,849			16,819	1,57
BD1	22° 20' 28,3630"	049° 03' 35,2089"	609,941			17,017	0,03
REC14	22° 20' 32,2825"	049° 03' 29,7827"	612,079	196,249	1,00	33.706	
BE2	22° 20' 32,7405"	049° 03' 30,1031"	611,869			16,809	1,25
BD2	22° 20' 31,8224"	049° 03' 29,4601"	611,843			16,897	1,40
EIXO 1	22° 20' 42,4980"	049° 03' 12,7927"	616,278	775,117	0,73	33.710	
BE1	22° 20' 42,9567"	049° 03' 13,1136"	616,003			16,834	1,63
BD1	22° 20' 42,0365"	049° 03' 12,4738"	616,100			16,876	1,05
CAB32	22° 20' 55,3243"	049° 02' 51,4680"	615,672	1501,737	0,08	33.521	
BE-32	22° 20' 55,7830"	049° 02' 51,7882"	615,511			16,823	0,96
BD-32	22° 20' 54,8655"	049° 02' 51,1432"	615,503			16,898	1,00

As planilhas de cálculos estão no Apêndice 1 – Aeroporto de Bauru no CD em anexo.

5.3 – Aeroporto de Marília

A tabela 5.21 mostra as coordenadas iniciais que foram os pontos fixos adotados para o início dos trabalhos de campo.

Tabela 5.21 – Coordenadas GPS de partida do aeroporto de Marília

COORDENADAS REFERENCIADAS AO SISTEMA WGS-84			
VÉRTICE	LATITUDE (ϕ)	LONGITUDE (λ)	ALTITUDE (m)
MARCO TA	22° 11' 51,65" S	49° 55' 46.44" W	641,74

O início do levantamento foi no ponto que está localizado no canto direito da entrada do terminal de passageiros na borda do pátio de estacionamento de aeronaves e, após a fixação do receptor neste ponto, foram observados os demais pontos ao longo do eixo e das bordas da pista com o outro receptor, procurando manter sempre uma coerência quanto ao espaçamento entre uma observação e outra.

A pista do aeroporto de Marília possui muitas mudanças de declividade e por isso mesmo foi procurado levantar todos os pontos onde estas mudanças ocorriam.

Para início do processo de observação foi fixado um segundo ponto com um tempo maior de espera para que os receptores pudessem resolver as ambigüidades entre eles. O ponto observado foi o do marco TB, outro vértice que se encontra do lado esquerdo do pátio de manobras.

Após o processamento dos dados, executado no Departamento de Transportes da USP com o programa Ski da Leica, os valores obtidos são os que constam na tabela 5.22 da pág. 58.

Tabela 5.22 – Coordenadas geográficas dos pontos da pista do aeroporto de Marília no sistema WGS-84

PONTO	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)	ALTITUDE (m)
CAB03	22° 12' 15,6781"	049° 55' 41,9398"	651,238
BE -03	22° 12' 15,5485"	049° 55' 42,5326"	651,359
BD -03	22° 12' 15,8051"	049° 55' 41,3462"	651,091
EIXO 1	22° 12' 04,5028"	049° 55' 39,1160"	647,290
BE1	22° 12' 04,3754"	049° 55' 39,7077"	647,473
BD1	22° 12' 04,6077"	049° 55' 38,5186"	647,189
EIXO2-B	22° 11' 55,8503"	049° 55' 36,9283"	643,912
BE2	22° 11' 55,7295"	049° 55' 37,5234"	643,820
BD2	22° 11' 55,9750"	049° 55' 36,3394"	643,750
EIXO3-T	22° 11' 49,1721"	049° 55' 35,2432"	644,476
BE3	22° 11' 49,0430"	049° 55' 35,8346"	644,633
BD3	22° 11' 49,2982"	049° 55' 34,6518"	644,283
EIXO 4	22° 11' 42,4147"	049° 55' 33,5358"	642,182
CAB 21	22° 11' 21,9905"	049° 55' 28,3843"	633,937
BE-21	22° 11' 21,8679"	049° 55' 28,9805"	633,871
BD-21	22° 11' 22,1273"	049° 55' 27,7927"	633,745

A coordenada de referência do aeroporto é a de maior altitude, que se localiza na borda esquerda da cabeceira 03, como consta na tabela 5.23.

Tabela 5.23 – Coordenadas GPS de referência do aeroporto de Marília

COORDENADAS DE REFERÊNCIA DO AEROPORTO SISTEMA WGS-84			
VÉRTICE	LATITUDE (ϕ)	LONGITUDE (λ)	ALTITUDE (m)
BE-03	22° 12' 15,5485"	049° 55' 42,5326"	651,359

Com as coordenadas geográficas da tabela 5.24 podemos calcular o comprimento da pista para efeito de comparação com a distância de projeto.

Tabela 5.24 – Coordenadas GPS das cabeceiras da pista do aeroporto de Marília

COORDENADAS REFERENCIADAS AO SISTEMA WGS-84			
VÉRTICE	LATITUDE (ϕ)	LONGITUDE (λ)	ALTITUDE (m)
CAB03	22° 12' 15,6781" S	049° 55' 41,9398" W	651,238
CAB 21	22° 11' 21,9905" S	049° 55' 28,3843" W	633,937

O comprimento da pista encontrado após os cálculos, utilizando o programa MapInv, é o que consta na tabela 5.25 o qual será comparado com o comprimento de projeto:

Tabela 5.25 – Comparativo do comprimento da pista do aeroporto de Marília

Projeto	1700 m
Campo	1696,297 m
Diferença	- 3,703 m

A diferença encontrada foi de – 3,703 m a menos do que consta no projeto do comprimento da pista. Estas medidas não estão de acordo com o que consta nos manuais de operação do Ministério da Aeronáutica, sendo que diferenças como esta não causarão nenhum transtorno para as operações das aeronaves.

As coordenadas das cartas aeronáuticas serão atualizadas com os dados da tabela 5.26.

Tabela 5.26 – Coordenadas de referência do aeroporto de Marília

COORDENADAS REFERENCIADAS PELO SISTEMA WGS-84							
COORDENADAS DE REFERÊNCIA ANTIGA				COORDENADAS DE REFERÊNCIA ATUALIZADA			
PONTO	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	PONTO	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE
PÁTIO	22° 11' 42" S	49° 55' 35" W	647 m	CAB 03	22° 12' 16" S	49° 55' 42" W	651 m

5.3.1 – Altitudes obtidas para o cálculo da declividade longitudinal

As altitudes obtidas com o levantamento GPS foram comparadas com as altitudes de projeto para efeito de análise de resultados. Na tabela 5.27 da pág. 60, são apresentados os dados após o processamento e é feito um comparativo entre o levantamento com a utilização do sistema GPS e os dados de projeto.

Tabela 5.27 – Comparação de resultados

NIVELAMENTO DO EIXO DA PISTA							
PERFIL LONGITUDINAL							
ESTACA	0	300m	600m	900m	1200m	1500m	1700m
ALT. DE PROJ.	650,533	647,269	643,574	643,472	639,764	636,036	633,432
ALT. C/ GPS	651,238	647,884	644,542	643,800	640,279	636,445	633,937
PROJ. - GPS	- 0,705	- 0,615	- 0,968	- 0,328	- 0,515	- 0,409	- 0,505

Analisando a tabela 5.27, observamos que existe coerência entre os dados de projeto e os levantados no campo, sendo que a maior variação encontrada foi justamente no ponto que existe uma curva vertical côncava. A diferença encontrada entre a altitude de projeto na distância dos 600 m é no ponto que existe uma bacia na pista. Na figura 5.10, o perfil longitudinal da pista é melhor visualizado.

Figura 5.10 – Gráfico do perfil longitudinal do eixo da pista do aeroporto de Marília – comparativo entre altitude de projeto e GPS

O comparativo nos mostra que as linhas do perfil longitudinal seguem praticamente iguais entre as altitudes de projeto e as observadas pelo sistema GPS.

A declividade longitudinal efetiva determinada pelo GPS foi de **1,02%** e a declividade máxima em trecho da pista encontrada foi de **1,28%**. Esta declividade foi encontrada no último trecho da pista entre o eixo 4 e a cabeceira 21 da pista, que compreende uma distância de 645,203 m.

Segundo o Anexo XIV é recomendado que a declividade da pista do Aeroporto de Marília que está classificado no “código 2” – classe C, não deve exceder 2%, obtida ao se dividir a diferença entre a altitude máxima e a altitude mínima verificadas ao longo do eixo da pista pelo comprimento desta.

Portanto, o cálculo da declividade efetiva da pista é:

$$D = \frac{H_2 - H_1}{L} \times 100$$

$$D = \frac{651.238 - 633.937}{1696.297} \times 100$$

$$D = 1.02 \%$$

Tabela 5.28 – Declividades em segmentos da pista do aeroporto de Marília

PONTO	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)	ALTITUDE (m)	DISTÂNCIA (m)	DEC.LONG. (%)
CAB03	22° 12' 15,6781"	049° 55' 41,9398"	651,238	0	0
BE -03	22° 12' 15,5485"	049° 55' 42,5326"	651,359		
BD -03	22° 12' 15,8051"	049° 55' 41,3462"	651,091		
EIXO 1	22° 12' 04,5028"	049° 55' 39,1160"	647,290	353,132	1,12
BE1	22° 12' 04,3754"	049° 55' 39,7077"	647,473		
BD1	22° 12' 04,6077"	049° 55' 38,5186"	647,189		
EIXO2-B	22° 11' 55,8503"	049° 55' 36,9283"	643,912	656,554	1,11
BE2	22° 11' 55,7295"	049° 55' 37,5234"	643,820		
BD2	22° 11' 55,9750"	049° 55' 36,3394"	643,750		
EIXO3-T	22° 11' 49,1721"	049° 55' 35,2432"	644,476	836,914	0,31
BE3	22° 11' 49,0430"	049° 55' 35,8346"	644,633		
BD3	22° 11' 49,2982"	049° 55' 34,6518"	644,283		
EIXO 4	22° 11' 42,4147"	049° 55' 33,5358"	642,182	1051,094	1,07
CAB 21	22° 11' 21,9905"	049° 55' 28,3843"	633,937	1696,297	1,28
BE-21	22° 11' 21,8679"	049° 55' 28,9805"	633,871		
BD-21	22° 11' 22,1273"	049° 55' 27,7927"	633,745		

A declividade longitudinal da pista de pouso do aeroporto de Marília está de acordo com as normas do Anexo XIV, porém o seu perfil poderia ser modificado caso fosse feito um estudo mais detalhado antes de elaborar o projeto, com altitudes verdadeiras do terreno, evitando-se assim muitas mudanças de declividade. O perfil da pista atual é melhor visualizado na figura 5.11 da pág. 62.

Figura 5.11 - Perfil Longitudinal da pista de pouso e decolagem do aeroporto de Marília com o GPS

Tabela 5.29 – Declividade em segmentos da pista do aeroporto de Marília

PONTOS	DISTÂNCIA (m)	DECLIVIDADE (%)
0 – 1	353,533	1,12
1 – 2	656,554	1,11
2 – 3	836,914	0,31
3 – 4	1051,094	1,07
4 – 5	1696,297	1,28
TOTAL	1696,297	Dec. Média = 0,98%

5.3.2 - Declividade transversal da pista

A declividade transversal de uma pista de pouso e decolagem é tão importante quanto a longitudinal, sendo que a sua função principal é a de evitar o acúmulo de água na superfície do pavimento quando ocorre uma chuva, fazendo com que o escoamento das águas pluviais se torne o mais rápido possível, evitando assim o efeito de lâmina d'água no asfalto.

A figura 5.12 mostra os perfis transversais da pista de pouso e decolagem do aeroporto de Marília.

Figura 5.12 – Perfil da declividade transversal em pontos da pista de Marília

Como podemos observar na figura 5.12 da pág. 63, todos os perfis estão com a declividade para a direita, observando da cabeceira 03 para a cabeceira 21.

Segundo recomendação do Anexo XIV, a declividade transversal para o aeroporto de Marília que é classificado com “código 2” classe C, não deve exceder 1,5% para ambos os lados mas, dependendo da região, caso não chova muito, pode adotar até 1%.

A pista do aeroporto de Marília está com uma declividade única na cabeceira 03 com 0,77% de desnível para a direita. Existem outros pontos da pista onde o desnível é para a direita, como no eixo 1 e no eixo 3, que está na concordância da curva vertical côncava mostrado na figura 5.12 da pág. 63.

Esta declividade transversal da pista em sentido único do ponto de vista operacional não é boa porque, como a largura da faixa da pista é de 35 m, o ideal seria que fosse construída com 1,5% para ambos os lados. Isto propiciaria um escoamento perfeito e rápido das águas pluviais, evitando assim o acúmulo de água no pavimento.

Existe ainda o desconforto para o piloto na hora do pouso pois, com essa declividade, a tendência é de sempre colocar uma roda antes e a outra depois, mais à frente, fazendo com que a aeronave venha a sofrer forte impacto com o solo.

Quanto ao ponto onde existe uma curva convexa a situação já é diferente, bem como na cabeceira 21. Isto é melhor visualizado na figura 5.13 da pág. 65.

As declividades transversais da pista no ponto localizado no eixo 2 (bacia), são de 0,53% para a borda esquerda e de 0,94% para a borda direita da pista; já na cabeceira 21, as declividades são de 0,38% para a esquerda e de 1,10% para a borda direita da pista mesmo assim não cumprindo o que a norma recomenda.

A largura da pista do aeroporto de Marília está com uma média de 34,834 m. Esta pista deveria ter como consta no projeto 35,00 m. A

diferença é de 0,166 m. Na tabela 5.30 da pág. 66 consta o cálculo da largura de pista.

Figura 5.13 – Perfil da declividade transversal em pontos da pista de Marília

Tabela 5.30 – Declividade transversal da pista de pouso do aeroporto de Marília

PONTO	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)	ALTITUDE (m)	DISTÂNCIA (m)	DEC.LONG. (%)	LARGURA (m)	DEC.TRANS. (%)
CAB03	22° 12' 15,6781"	049° 55' 41,9398"	651,238	0	0	34.886	
BE -03	22° 12' 15,5485"	049° 55' 42,5326"	651,359			17,441	-0,69
BD -03	22° 12' 15,8051"	049° 55' 41,3462"	651,091			17,445	0,84
EIXO 1	22° 12' 04,5028"	049° 55' 39,1160"	647,290	353,132	1,12	34.808	
BE1	22° 12' 04,3754"	049° 55' 39,7077"	647,473			17,395	-1,05
BD1	22° 12' 04,6077"	049° 55' 38,5186"	647,189			17,413	0,58
EIXO2-B	22° 11' 55,8503"	049° 55' 36,9283"	643,912	656,554	1,11	34.745	
BE2	22° 11' 55,7295"	049° 55' 37,5234"	643,820			17,446	0,53
BD2	22° 11' 55,9750"	049° 55' 36,3394"	643,750			17,299	0,94
EIXO3-T	22° 11' 49,1721"	049° 55' 35,2432"	644,476	836,914	0,31	34.778	
BE3	22° 11' 49,0430"	049° 55' 35,8346"	644,633			17,399	-0,90
BD3	22° 11' 49,2982"	049° 55' 34,6518"	644,283			17,379	1,11
EIXO 4	22° 11' 42,4147"	049° 55' 33,5358"	642,182	1051,094	1,07		
CAB 21	22° 11' 21,9905"	049° 55' 28,3843"	633,937	1696,297	1,28	34.951	
BE-21	22° 11' 21,8679"	049° 55' 28,9805"	633,871			17,490	0,38
BD-21	22° 11' 22,1273"	049° 55' 27,7927"	633,745			17,461	1,10

As planilhas de cálculos estão no Apêndice 1 – Aeroporto de Marília no CD em anexo.

5.4 – Aeroporto de São José do Rio Preto

A tabela 5.31 mostra as coordenadas iniciais que foram os pontos fixos adotados para o início dos trabalhos de campo.

Tabela 5.31 – Coordenadas GPS de partida do aeroporto de São José do Rio Preto

COORDENADAS REFERENCIADAS AO SISTEMA WGS-84			
VÉRTICE	LATITUDE (ϕ)	LONGITUDE (λ)	ALTITUDE (m)
MARCO DAESP	20° 48' 51,77" S	49° 24' 21,944" W	528.98

O início do levantamento foi no ponto que está localizado em frente ao terminal antigo de passageiros, na borda do pátio de manobras de aeronaves. Após a fixação do receptor neste ponto, o outro receptor foi colocado no vértice INS localizado no pátio de manobras. O receptor ficou estacionado neste ponto por 20 minutos para resolver ambigüidades e após, foram observados os demais pontos ao longo do eixo e das bordas da pista, procurando manter sempre uma coerência quanto ao espaçamento entre uma observação e outra.

A pista do aeroporto de São José do Rio Preto possui muitas mudanças de declividade, e por isso mesmo foi procurado levantar todos os pontos onde estas mudanças ocorriam.

Após o processamento dos dados, executado no Departamento de Transportes da USP com o programa Ski da Leica, os valores obtidos são os que constam na tabela 5.32 da pág. 68.

Tabela 5.32 – Coordenadas geográficas dos pontos da pista no aeroporto de São José do Rio Preto no sistema WGS-84

PONTO	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)	ALTITUDE (m)
CAB07	20° 49' 18,9955"	049° 24' 48,0738"	543,694
CAB07-R	20° 49' 17,7711"	049° 24' 46,4439"	543,282
BE1-R	20° 49' 17,3728"	049° 24' 46,8645"	543,086
BD1-R	20° 49' 18,2155"	049° 24' 46,0639"	543,125
EIXO 5	20° 49' 11,1689"	049° 24' 38,7187"	539,711
BE5	20° 49' 11,2591"	049° 24' 38,6996"	539,524
BD5	20° 49' 12,1369"	049° 24' 37,9550"	539,560
EIXO 4	20° 49' 02,5781"	049° 24' 26,1656"	534,400
BE4	20° 49' 02,1472"	049° 24' 26,5408"	534,219
BD4	20° 49' 03,0113"	049° 24' 25,7837"	534,209
EIXO 3	20° 48' 58,3413"	049° 24' 20,5121"	532,742
BE3	20° 48' 57,9071"	049° 24' 20,8828"	532,535
BD3	20° 48' 58,7800"	049° 24' 20,1399"	532,550
EIXO 2	20° 48' 56,7717"	049° 24' 18,4197"	532,167
BE2	20° 48' 56,3390"	049° 24' 18,7904"	531,984
BD2	20° 48' 57,2099"	049° 24' 18,0424"	531,975
EIXO 1	20° 48' 50,5835"	049° 24' 10,1584"	529,907
BE1	20° 48' 50,1501"	049° 24' 10,5185"	529,743
BD1	20° 48' 51,0227"	049° 24' 09,7871"	529,741
CAB25	20° 48' 44,5210"	049° 24' 02,0712"	527,689
BE-25	20° 48' 44,0898"	049° 24' 02,4321"	527,439
BD-25	20° 48' 44,9527"	049° 24' 01,7039"	527,442

A coordenada de referência do aeroporto é o ponto de maior altitude e, neste caso, é a que se localiza na cabeceira 07 no eixo da pista, como consta na tabela 5.33.

Tabela 5.33 – Coordenadas GPS de referência do aeroporto de São José do Rio Preto

COORDENADAS DE REFERÊNCIA DO AEROPORTO SISTEMA WGS-84			
VÉRTICE	LATITUDE (ϕ)	LONGITUDE (λ)	ALTITUDE (m)
CAB 07	20° 49' 18,9955"	049° 24' 48,0738"	543,694

Com as coordenadas geográficas da tabela 5.34 da pág. 69, podemos calcular o comprimento da pista para efeito de comparação com a distância de projeto.

Tabela 5.34 – Coordenadas GPS das cabeceiras da pista do aeroporto de São José do Rio Preto

COORDENADAS REFERENCIADAS AO SISTEMA WGS-84			
VÉRTICE	LATITUDE (ϕ)	LONGITUDE (λ)	ALTITUDE (m)
CAB07	20° 49' 18,9955"	049° 24' 48,0738"	543,694
CAB 25	20° 48' 44,5210"	049° 24' 02,0712"	527,689

O comprimento da pista encontrado após os cálculos, utilizando o programa MapInv, é o que consta na tabela 5.35, o qual será comparado com o comprimento de projeto.

Tabela 5.35 – Comparativo do comprimento da pista do aeroporto de São José do Rio Preto

Projeto	1700 m
Campo	1702,103m
Diferença	2,103 m

A diferença encontrada foi de 2,103 m a mais do que consta no projeto do comprimento da pista. O aeroporto opera hoje com cabeceira recuada devido à rodovia que passa próximo à pista. O comprimento encontrado para a cabeceira recuada é o que consta na tabela 5.36.

Tabela 5.36 – Comparativo do comprimento da pista com cabeceira recuada

Projeto cab 07 rec.	1640 m
Campo	1641,779m
Diferença	1,779 m

Também estas distâncias estão corretas, não interferindo na operação do aeródromo.

As coordenadas das cartas aeronáuticas serão atualizadas com os dados da tabela 5.37.

Tabela 5.37 – Coordenadas de referência do aeroporto de São José do Rio Preto

COORDENADAS REFERENCIADAS PELO SISTEMA WGS-84							
COORDENADAS DE REFERÊNCIA ANTIGA				COORDENADAS DE REFERÊNCIA ATUALIZADA			
PONTO	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	PONTO	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE
PÁTIO	20° 48' 58" S	49° 24' 17" W	543 m	CAB07	20° 49'19"S	49° 24' 48"W	544 m

5.4.1 – Altitudes obtidas para o cálculo da declividade longitudinal

As altitudes obtidas com as observações feitas com o sistema GPS, após o processamento, foram comparadas com as altitudes de projeto para efeito de análise de resultados. Na tabela 5.38 são apresentados os dados após o processamento e é feito um comparativo entre o levantamento com o sistema GPS e os dados das altitudes de projeto.

Tabela 5.38 – Comparação de resultados

NIVELAMENTO DO EIXO DA PISTA							
PERFIL LONGITUDINAL							
ESTACA	0	300m	600m	900m	1200m	1500m	1700m
ALT. DE PROJ.	543,529	541,349	537,101	533,306	531,067	528,866	527,361
ALT. GPS	543,694	540,447	536,898	532,976	531,409	529,188	527,689
PROJ. - GPS	- 0,165	0,902	0,203	0,330	- 0,342	- 0,322	- 0,328

A figura 5.14 mostra o perfil longitudinal do eixo da pista e o comparativo entre as altitudes de projeto e o GPS.

Figura 5.14 – Gráfico do perfil longitudinal do eixo da pista do aeroporto de São José do Rio Preto – comparativo entre altitude de projeto e o GPS

O comparativo nos mostra que as linhas do perfil longitudinal seguem praticamente iguais entre as altitudes de projeto e as observadas pelo sistema GPS. O ponto “0” início do gráfico é na cabeceira 07, a mais elevada. O ponto que está com diferença maior é o que se situa na faixa dos 300 m. Neste ponto a cabeceira está recuada e, portanto, não poderia estar com uma curva convexa como consta no projeto.

A declividade longitudinal efetiva determinada pelo GPS foi de **0.94%** e a declividade máxima em trecho de pista encontrada foi de **1,18%**.

Segundo o Anexo XIV é recomendado que a declividade da pista do aeroporto em estudo, que está classificado no “código 2” classe C, essa declividade não deva exceder 2%, obtida ao se dividir a diferença entre a altitude máxima e a altitude mínima verificadas ao longo do eixo da pista pelo comprimento desta.

Para tanto, o cálculo da declividade efetiva da pista é:

$$D = \frac{H_1 - H_2}{L}$$

$$D = \frac{543.694 - 527.689}{1702.103}$$

$$D = 0.94\%$$

Tabela 5.39 – Declividades em segmentos da pista do aeroporto de São José do Rio Preto

PONTO	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)	ALTITUDE (m)	DISTÂNCIA (m)	DEC. LONG. (%)
CAB07	20° 49' 18,9955"	049° 24' 48,0738"	543,694	0	
CAB07-R	20° 49' 17,7711"	049° 24' 46,4439"	543,282	60,324	0,68
BE1-R	20° 49' 17,3728"	049° 24' 46,8645"	543,086		
BD1-R	20° 49' 18,2155"	049° 24' 46,0639"	543,125		
EIXO 5	20° 49' 11,1689"	049° 24' 38,7187"	539,711	362,191	1,13
BE5	20° 49' 11,2591"	049° 24' 38,6996"	539,524		
BD5	20° 49' 12,1369"	049° 24' 37,9550"	539,560		
EIXO 4	20° 49' 02,5781"	049° 24' 26,1656"	534,400	811,142	1,18
BE4	20° 49' 02,1472"	049° 24' 26,5408"	534,219		
BD4	20° 49' 03,0113"	049° 24' 25,7837"	534,209		
EIXO 3	20° 48' 58,3413"	049° 24' 20,5121"	532,742	1020,193	0,79
BE3	20° 48' 57,9071"	049° 24' 20,8828"	532,535		
BD3	20° 48' 58,7800"	049° 24' 20,1399"	532,550		
EIXO 2	20° 48' 56,7717"	049° 24' 18,4197"	532,167	1097,594	0,74
BE2	20° 48' 56,3390"	049° 24' 18,7904"	531,984		
BD2	20° 48' 57,2099"	049° 24' 18,0424"	531,975		
EIXO 1	20° 48' 50,5835"	049° 24' 10,1584"	529,907	1403,021	0,74
BE1	20° 48' 50,1501"	049° 24' 10,5185"	529,743		
BD1	20° 48' 51,0227"	049° 24' 09,7871"	529,741		
CAB25	20° 48' 44,5210"	049° 24' 02,0712"	527,689	1702,103	0,74
BE-25	20° 48' 44,0898"	049° 24' 02,4321"	527,439		
BD-25	20° 48' 44,9527"	049° 24' 01,7039"	527,442		

A declividade longitudinal da pista de pouso do aeroporto de São José do Rio Preto esta de acordo com as normas do Anexo XIV. O perfil da pista atual é melhor visualizado na figura 5.15 da pág. 73.

Figura 5.15 - Perfil Longitudinal da pista de pouso e decolagem do aeroporto de São José do Rio Preto com o GPS

Tabela 5.40 – Declividade em segmentos da pista do aeroporto de São José do Rio Preto

PONTOS	DISTÂNCIA (m)	DECLIVIDADE (%)
0 – 1	60,324	0,68
1 – 2	362,191	1,13
2 – 3	811,142	1,18
3 – 4	1020,193	0,79
4 – 5	1403,021	0,74
5 – 6	1702,103	0,74
TOTAL	1702,103	Dec. Média = 0,88%

5.4.2 - Declividade transversal da pista

Na figura 5.16 estão os perfis das seções transversais da pista.

Figura 5.16 – Perfil da declividade transversal em pontos da pista do aeroporto de São José do Rio Preto

A declividade transversal é tão importante quanto a longitudinal, sendo que a sua função principal é a de evitar o acúmulo de água na superfície do pavimento quando ocorre uma chuva, fazendo com que o escoamento das águas pluviais se torne o mais rápido possível, evitando-se assim o efeito de lâmina d'água no asfalto.

Como podemos observar na figura 5.16 da página 74, os perfis estão com uma declinação, para ambos os lados, satisfatória. Nesta pista provavelmente não ocorrerá acúmulo de águas pluviais.

Segundo o Anexo XIV, a declividade transversal para o aeroporto em estudo deveria ser de 1,5% para ambos os lados mas, dependendo da região, caso não chova muito, pode adotar até 1%.

As larguras da pista de pouso não estão de acordo com o projeto que é de 35,00 m. Nos cálculos foi obtida a média de 34,38 m, determinadas, em algumas sessões transversais da pista. A tabela 5.41 da pág. 76 mostra as larguras calculadas.

Tabela 5.41 – Declividade transversal da pista de pouso do aeroporto de São José do Rio Preto

PONTO	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)	ALTITUDE (m)	DISTÂNCIA (m)	DEC. LONG. (%)	LARGURA (m)	DEC. TRANS. (%)
CAB07	20° 49' 18,9955"	049° 24' 48,0738"	543,694	0			
CAB07-R	20° 49' 17,7711"	049° 24' 46,4439"	543,282	60,324	0,68	34,797	
BE1-R	20° 49' 17,3728"	049° 24' 46,8645"	543,086			17,261	1,14
BD1-R	20° 49' 18,2155"	049° 24' 46,0639"	543,125			17,536	0,89
EIXO 5	20° 49' 11,1689"	049° 24' 38,7187"	539,711	362,191	1,13		
BE5	20° 49' 11,2591"	049° 24' 38,6996"	539,524				
BD5	20° 49' 12,1369"	049° 24' 37,9550"	539,560				
EIXO 4	20° 49' 02,5781"	049° 24' 26,1656"	534,400	811,142	1,18	34,431	
BE4	20° 49' 02,1472"	049° 24' 26,5408"	534,219			17,127	1,06
BD4	20° 49' 03,0113"	049° 24' 25,7837"	534,209			17,304	1,10
EIXO 3	20° 48' 58,3413"	049° 24' 20,5121"	532,742	1020,193	0,79		
BE3	20° 48' 57,9071"	049° 24' 20,8828"	532,535				
BD3	20° 48' 58,7800"	049° 24' 20,1399"	532,550				
EIXO 2	20° 48' 56,7717"	049° 24' 18,4197"	532,167	1097,594	0,74	34,427	
BE2	20° 48' 56,3390"	049° 24' 18,7904"	531,984			17,088	1,07
BD2	20° 48' 57,2099"	049° 24' 18,0424"	531,975			17,339	1,11
EIXO 1	20° 48' 50,5835"	049° 24' 10,1584"	529,907	1403,021	0,74		
BE1	20° 48' 50,1501"	049° 24' 10,5185"	529,743				
BD1	20° 48' 51,0227"	049° 24' 09,7871"	529,741				
CAB25	20° 48' 44,5210"	049° 24' 02,0712"	527,689	1702,103	0,74	33,877	
BE-25	20° 48' 44,0898"	049° 24' 02,4321"	527,439			16,875	1,48
BD-25	20° 48' 44,9527"	049° 24' 01,7039"	527,442			17,002	1,45

As planilhas de cálculos estão no Apêndice 1 – Aeroporto de São José do Rio Preto no CD em anexo.

CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES

As conclusões deste trabalho levam em conta os resultados obtidos pelos levantamentos de campo e a análise dos dados processados no Departamento de Transportes da Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP.

A fase inicial do trabalho teve como preocupação principal, identificar quais os aeroportos que fariam parte deste estudo.

Após serem identificados os aeroportos do estudo, foi feito um levantamento desde o começo da construção do aeródromo, mostrando em vários períodos sua evolução até os dias de hoje.

Pode-se concluir que os resultados esperados foram satisfatórios, pois o método de levantamento utilizado para determinar os perfis longitudinais e transversais baseado nas observações emitidas pelos satélites do Sistema de Posicionamento Global (GPS) pode ser utilizado como uma ferramenta útil e precisa para obter resultados com uma boa margem de segurança, em tempo relativamente curto, comparado a outros métodos.

Para que os resultados tivessem uma boa precisão foram necessários tomar alguns cuidados, como por exemplo:

- Como as coordenadas iniciais estavam em um outro sistema de referência que até então era desconhecido, teve que ser feito um trabalho de pesquisa para identificar em qual modelo elipsoidal se encontrava o ponto de partida;

- Identificado o sistema de referência elipsoidal, ainda foram encontrados outros problemas, sendo que em alguns casos foi necessário abandonar o que foi planejado anteriormente para a missão e partir para uma outra solução, perdendo às vezes muito tempo e atrasando os serviços de campo. Este problema foi encontrado no aeroporto de Bauru sendo que, mesmo com as cartas de localização dos marcos, não foram possíveis encontrá-los. Os marcos haviam sido removidos;
- No aeroporto de Marília existia um Vértice Geodésico da Rede GPS do Estado de São Paulo, localizado na área aeroportuária e, quando fomos utilizá-lo, ele tinha sido quebrado e deslocado para outro lado, não podendo ser utilizado como ponto de partida do levantamento.

Nos aeroportos estudados o que ficou claro é que, mesmo os que começaram a ser construídos em tempos remotos, quando o sítio aeroportuário, ficava distantes das cidades os órgãos envolvidos, não tiveram a preocupação de elaborar um Plano Diretor procurando direcionar o crescimento dos bairros e assim, em conjunto com os responsáveis pelo sistema aeroviário, seja ele Estado ou União, delimitar áreas para as diversas atividades que poderiam estar nas proximidades do entorno do aeroporto, sem interferir no sistema operacional.

Nos aeroportos estudados, este foi um dos problemas mais sérios encontrados. No aeroporto de Bauru e São José do Rio Preto, o comprimento da pista teve que ser reduzido para evitar que a rampa de aproximação das aeronaves que estão em operação de pouso e decolagem não coincidisse com os obstáculos que estão próximos às cabeceiras destas pistas.

Como sugestão para futuras ampliações dos aeroportos ou mesmo construção, o órgão responsável tem que ter uma preocupação grande com o trabalho topográfico, pois é ele que vai orientar todo o projeto construtivo. Este serviço tem que ser executado desde a limpeza do terreno até a fase final do pavimento.

Outra sugestão é que, para evitar que ocorram erros nas declividades longitudinal e transversal em segmentos da pista, seria necessário que após a camada da base se fizesse um nivelamento preciso pelo método tradicional ou através do sistema GPS, determinando com exatidão as declividades da pista para que, quando fosse feita a camada de rolamento, essas imperfeições fossem corrigidas.

Nos aeroportos estudados o que se notou é a ausência de um estudo detalhado do sistema de drenagem da faixa de pista. Este levantamento teria que ser feito com detalhes já prevendo a construção de pistas de rolagem. Um levantamento topográfico também é necessário para definir as curvas de níveis do terreno.

ANEXO A

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DAS NORMAS

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DAS NORMAS

1 – Código de referência de aeródromo

O código de referência de um aeródromo tem a finalidade de estabelecer um método simples para inter-relacionar as inúmeras especificações referentes às características de aeródromos, bem como estabelecer um conjunto de instalações e recursos que sejam adequados para os aviões que se planeja operar no aeródromo.

Os códigos de referência de um aeródromo são compostos de letra e número que são selecionados para fins de planejamento do aeródromo. Devem ser determinados de acordo com as características da aeronave de projeto.

O Anexo XIV (Aeródromos) tem a seguinte composição alfanumérica para o Código de referência:

Tabela 1 – Código de Referência de um aeródromo (Anexo XIV)

CÓDIGO DO ELEMENTO 1			CÓDIGO DO ELEMENTO 2	
Nº CÓDIGO	COMPRIMENTO DE PISTA AERONAVE DE REFERÊNCIA	LETRA CÓDIGO	ENVERGADURA DE ASA	DISTÂNCIA ENTRE RODAS DO TREM PRINCIPAL
1	< 800m	A	< 15m inclusive	< 4,5m inclusive
2	800m <1200m	B	15m<24m	4,5m<6m
3	1200m <1800m	C	24m<36m	6m<9m
4	1800m	D	36m<52m	9m<14m
		E	52m<65m	9m<14m
		F	65m<80m	14m<16m

O FAA determina o código de referência após a determinação da direção predominante dos ventos e a sua velocidade, como mostra a tabela abaixo:

Tabela 2 – Código de Referência de um aeródromo (FAA)

CÓDIGO DE REFERÊNCIA	VELOCIDADE DO VENTO EM (km/h)
A-I e B-I	20
A-II e B-II	24
A-III, B-III e C-I e D-III	30
A-IV e D-VI	37

A IMA 58-10 faz a seguinte classificação para a determinação do código de referência:

Tabela 3 – Código de referência de um aeródromo(IMA 58-10)

CÓDIGO DE REFERÊNCIA	
COMPRIMENTO DE PISTA	LARGURA DE PISTA
1) < 800 m	A) 18 – 23 ou 30 m
2) 800 m A 1.200 M (EXCLUSIVE)	B) 18 – 23 ou 30 m
3) 1.200 m A 1.800 M (EXCLUSIVE)	C) 23 – 30 ou 45 m
4) > 1.800 m	D) 45 m

As classes definidas pela Portaria nº 1.141 estão divididas em códigos, conforme a tabela a seguir:

Tabela 4 – Código de referência de um aeródromo (Portaria nº 1.141)

CÓDIGO DA PISTA	1	2	3	4
COMPRIMENTO DA PISTA	Menor que 800 m	De 800 m até 1.200 m Exclusive	De 1.200 m até 1.800 m Exclusive	1.800 m ou Maior

Os comprimentos de pista definidos acima referem-se a uma situação ideal, considerando o aeródromo no nível do mar, a temperatura padrão e o gradiente de pista nulo.

2 – Dados do Aeródromo

Toda pista só deverá ser definida e construída após estudo detalhado do regime dos ventos na região. O coeficiente de utilização do aeródromo não poderá ser inferior a 95% para as aeronaves escolhidas para o projeto. A pista deverá ser alinhada na direção dos ventos predominantes.

As coordenadas geográficas usadas (latitude e longitude) são determinadas e indicadas nas informações aeronáuticas. O sistema utilizado é o WGS-84 (World Geodetic System).

Todo aeródromo deverá possuir um ponto de referência. O ponto de referência do aeródromo deve estar localizado perto do centro geométrico inicial ou projetado do aeródromo.

A altitude de um aeródromo deve ser medida e fornecida com precisão de metros ou pés, arredondada para o inteiro mais próximo.

Uma temperatura de referência de aeródromo deve ser determinada para todo o aeródromo.

A resistência de um pavimento será calculada para cada tipo de avião através do método ACN/PCN [Aircraft Classification Number (Número de Classificação de Aeronave) – Pavement Classification Number (Número de Classificação de Pavimento)]. Esta classificação é feita baseada nos registros das seguintes informações:

- O número de classificação de pavimento
- O tipo de pavimento para determinação do ACN-PCN
- A categoria do sub-leito
- A pressão máxima permitida dos pneus
- Método de avaliação

Os códigos utilizados para a determinação do ACN-PCN, segundo o Anexo XIV, são os seguintes:

Tabela 5 – Método do ACN/PCN (Anexo XIV)

a) TIPO DE PAVIMENTO	CÓDIGO
Pavimento Rígido	R
Pavimento Flexível	F
b) RESISTÊNCIA DO SUB-LEITO	CÓDIGO
Alta resistência	A
Média Resistência	B
Baixa Resistência	C
Ultra-baixa Resistência	D
c) MÁXIMA PRESSÃO DE PNEU	CÓDIGO
Alta	W
Média	X
Baixa	Y
Muito baixa	Z
d) MÉTODO DE AVALIAÇÃO	CÓDIGO
Avaliação Técnica	T
Usando experiências com aeronaves	U

No planejamento de uma pista devemos considerar e calcular as distâncias declaradas. Estas distâncias servem como referência para o piloto e para o planejamento de voo nas operações de pouso e decolagem.

Esta configuração tem as seguintes definições:

- TODA - “Take-off distance available” (distância disponível p/ decolagem)
- TORA - “Take-off runway available” (distância disponível p/ corrida)
- ASDA - “Accelerate and stop distance available” (distância disponível p/ aceleração e parada)
- LDA - “Landing distance available” (distância disponível p/ pouso)

3 – Características Físicas de pistas de pouso e decolagem

É recomendado que o número e a orientação das pistas de pouso e decolagem de um aeródromo deve ser tal que o fator de utilização do aeródromo não seja inferior a 95% para os aviões que se pretende que o utilizem (Anexo XIV).

Para que isso ocorra, é necessário escolher o componente permissível de vento cruzado através de um estudo detalhado do regime de ventos da região.

As pistas devem estar sempre alinhadas na direção dos ventos predominantes. Segundo o Anexo XIV, não acontecerão operações de pouso e decolagem se o valor do componente transversal do vento for superior a:

- 37 km/h (20 nós): para aviões cujo comprimento de pista de referência for superior ou igual a 1.500 m;
- 24 km/h (13 nós): para aviões cujo comprimento de pista de referência estiver entre 1.200 m e 1.500 m;
- 19 km/h (10 nós): para aviões cujo comprimento de pista de referência forem inferiores a 1.200 m.

A FAA diz que: as operações com ventos cruzados só poderão acontecer, como mostra a tabela abaixo:

Tabela 6 – Operação com vento cruzado (FAA)

CÓDIGO DE REFERÊNCIA	VELOCIDADE DO VENTO EM (km/h)
A-I e B-I	20
A-II e B-II	24
A-III, B-III e C-I e D-III	30
A-IV e d-VI	37

Para que as pistas estejam em condições operacionais, será necessário calcular o comprimento real das pistas para a aeronave de projeto. As pistas poderão ser primárias ou secundárias. O comprimento real para uma pista primária deve ser estipulado para satisfazer as exigências operacionais das aeronaves de projeto e não deve ser inferior ao maior comprimento determinado através da aplicação das correções para as condições locais das características de operação e desempenho das aeronaves mais relevantes. Devemos levar em consideração as exigências para o pouso e para a decolagem nas duas cabeceiras.

Consideraremos como condições locais a altitude, a temperatura, a declividade da pista, a umidade e as características da superfície da pista (Anexo XIV).

A FAA recomenda que para as correções de comprimento de pista se faça uso do manual de voo de cada aeronave de projeto (AC 150/5325-4).

O Manual do ITAC diz que o coeficiente de correção para a altitude, temperatura e declividade deve ser o seguinte:

$$N = \left(1 + \frac{n_1}{100}\right) \left(1 + \frac{n_2}{100}\right) \left(1 + \frac{n_3}{100}\right)$$

<p>Onde:</p> <p>n_1 = Correção da altitude</p> $n_1 = \frac{300}{7h}$ <p>h = altitude do ponto mais alto da pista</p>	<p>Onde:</p> <p>n_2 = Correção da temperatura</p> $n_2 = T - t$ <p>Sendo: T = temperatura de referência do aeródromo</p> $t = 15^\circ - 0,0065 h$	<p>Onde:</p> <p>n_3 = Correção da declividade</p> $n_3 = 10p$ $P = \left[\frac{H_2 - H_1}{L} \right]$ <p>$H_2 - H_1$ = é a diferença de cotas das cabeceiras da pista</p> <p>L = comprimento da pista</p>
---	--	---

- ✓ Para a Altitude ($n_1 = 300/7 \times h$): adoção de um coeficiente de acréscimo do comprimento de pista de 7% para cada 300 m de elevação acima do nível do mar;
- ✓ Para a Temperatura ($n_2 = T - t$): coeficiente de 1% para cada grau Celsius que a temperatura de referência exceder à temperatura padrão. A temperatura de referência (T) é definida como a obtida através da média mensal das temperaturas máximas diárias do mês mais quente do ano. O mês mais quente é aquele que possui a maior temperatura média mensal. A temperatura de referência

deve ser obtida através de médias obtidas em vários anos de observação ($T - t$) onde $t = 15^\circ - 0,0065 \times h$;

- ✓ Para a Declividade ($n_3=10 \times P$): coeficiente de 10% de declividade longitudinal efetiva da pista. A declividade longitudinal efetiva é obtida pela razão entre a diferença da cota máxima e a cota mínima da pista pelo seu comprimento.

A correção global (N) não deve ultrapassar a 35%, pois tais correções agregam fatores de segurança. Assim:

$$N = \left(1 + \frac{n_1}{100} \right) \left(1 + \frac{n_2}{100} \right) \left(1 + \frac{n_3}{100} \right) \leq 0,35$$

O emprego dos ábacos das aeronaves para o cálculo de correção deve ser utilizado para o planejamento, buscando-se identificar aquele que mais se aproxima das condições reais. Neste caso interpolações são permitidas, evitando-se tanto quanto possível o uso dos coeficientes de correção. Para o pouso devemos fazer uma análise que é realizada de forma muito simples. O conhecimento do peso da aeronave configurada para o pouso nos permite, para vários valores de altitude, determinar a distância de pouso necessária para as condições de pista seca e de pista molhada. Neste caso também é possível a interpolação para valores de altitude intermediárias aos apresentados no ábaco. Observe que, apesar da evidente influência da declividade da pista nesse comprimento, não são adotados fatores de correção.

4 – Largura de pistas

Conforme preconiza o Anexo XIV, a largura de uma pista de pouso e decolagem não deve ser inferior aos valores estabelecidos na tabela abaixo, em função do código de referência do aeródromo:

Tabela 7 – Largura de pista (fonte - Anexo XIV)

NÚMERO CÓDIGO	LETRA CÓDIGO					
	A	B	C	D	E	F
1	18m	18m	23m	-	-	-
2	23m	23m	30m	-	-	-
3	30m	30m	30m	45m	-	-
4	-	-	45m	45m	45m	60m

A Norma do FAA define a categoria do Aeroporto pela configuração máxima da aeronave para o pouso, de acordo com o certificado de aeronavegabilidade. A largura de pista é verificada pelo comprimento da envergadura das asas da aeronave.

As categorias são as seguintes:

Tabela 8 – Largura de pista (fonte - FAA)

CATEGORIA	GRUPO	OP. VISUAL	OP. VISUAL MINIMA	OP. P/ INSTRUMENTO
A	I – I ²	18/18	23/30	30
B	II	23	30	30
C	III	30	30	30
D	IV	45	45	45
E	V			45
F	VI			60

A IMA 58-10 do Ministério da Aeronáutica diz que a largura de uma pista de pouso e decolagem deverá ter:

Tabela 9 – Largura de pista (fonte - MA 58-10)

CÓDIGO DE PISTA	LETRA DE CÓDIGO					
	A	B	C	D	E	F
1*	18 m	18 m	23 m	-	-	-
2*	23 m	23 m	30 m	-	-	-
3	30 m	30 m	30 m	45 m	-	-
4	-	-	45 m	45 m	45 m	-

* A largura de toda pista que utiliza a aproximação de precisão não deverá ter menos de 30 m quando o Código de Pista for 1 ou 2.

Segundo recomendações do Anexo XIV, as distâncias mínimas entre pistas paralelas para operação não instrumento (pouso e decolagem) e que se pretende a utilização simultânea, a distância mínima entre seus eixos será:

- 210 m quando o número código for 3 ou 4;

- 150 m quando o número código for 2;
- 120 m quando o número for 1.

Onde as operações são feitas por instrumento e simultâneas (pouso e decolagem), a distância mínima de separação entre as pistas será:

- 1.035 m para aproximação em pista paralela independente;
- 915 m para aproximação em pista paralela dependente;
- 760 m para decolagem em pista paralela independente;
- 760 m para operações paralelas separadas.

A FAA recomenda que a separação entre pistas que operam em condições visuais e de instrumento simultaneamente, para pouso deverá ser:

Tabela 10 – Separação de pista que operam em condições visuais e instrumento (Fonte – FAA)

PISTAS PARALELAS OPERAÇÃO - VFR	Para o Grupo de código V - 214m e para o Grupo de código VI - 366m a 762m
PISTAS PARALELAS OPERAÇÃO - IFR	1525m

Para decolagens simultâneas em pista paralela a separação deverá ser:

Tabela 11 – Separação de pista para decolagem simultânea para operação VFR e IFR (Fonte – FAA)

DECOLAGEM SIMULTÂNEA - VFR	1067 m
DECOLAGEM SIMULTÂNEA - IFR	762 m

5 – Declividade de pista

5.1 – Declividade longitudinal

Para projeto deve-se levar em consideração sempre às declividades de pista. É recomendado que a declividade efetiva, obtida ao se dividir a

diferença entre a cota máxima e a cota mínima verificadas ao longo do eixo da pista pelo comprimento desta não deverá exceder, segundo o Anexo XIV:

- 1% quando o número código for 3 ou 4;
- 2% quando o número código for 1 ou 2.

A FAA recomenda que a declividade de pista deverá ser de:

Figura 1 – Declividade longitudinal de pista (Fonte - AC 150/5300-13)

Recomenda-se que em nenhum trecho da pista a declividade longitudinal, não exceda:

- 1,25% quando o número código for 4, exceto quando no primeiro e último quarto do comprimento da pista, nos quais a declividade não deverá exceder 0,8%;
- 1,5% quando o número código for 3, exceto no primeiro e último quarto do comprimento da pista, quando esta for de aproximação de precisão de categoria II ou III, nos quais a declividade não deverá exceder 0,8%;
- 2% quando o número código for 1 ou 2.

É recomendado pelo Anexo XIV e pela FAA que, quando não se possa evitar uma mudança de declividade entre duas mudanças consecutivas, esta não deverá exceder:

- 1,5% quando o número código for 3 ou 4;

- 2% quando o número código for 1 ou 2.

Recomenda-se também que a transição de um trecho para outro de declividade diferente deve se efetuar por meio de uma superfície curva com um grau de variação que não exceda:

- 0,1% para cada 30 m (raio de curvatura 30.000 m) quando o número código for 4;
- 0,2% para cada 30 m (raio de curvatura 15.000 m) quando o número código for 3;
- 0,4% para cada 30 m (raio de curvatura 7.500 m) quando o número código for 1 ou 2.

Quando não se consiga evitar uma mudança de declividade, estas deverão ser feitas de tal forma que de qualquer ponto situado a:

- 3 m acima da pista seja possível visualizar todos os pontos, também situados a 3 m acima da pista, dentro de uma distância pelo menos igual à metade do comprimento da pista, quando a letra código for C, D, E ou F;
- 2 m acima da pista seja possível visualizar todos os pontos, também situados a 2 m acima da pista, dentro de uma distância pelo menos igual à metade do comprimento da pista, quando a letra código for B;
- 1,5 m acima da pista seja possível visualizar todos os pontos, também situados a 1,5 m acima da pista, dentro de uma distância pelo menos igual à metade do comprimento da pista, quando a letra código for A.

Estas considerações foram feitas a fim de propiciar mais segurança quando se operam com pistas paralelas e onde as “taxiway”, cruzam as mesmas, evitando assim riscos de acidentes e colisões.

O Anexo XIV recomenda ainda que se evitem ondulações ou mudanças significativas localizadas muito próximas ao longo de uma pista

de pouso e decolagem. À distância entre os pontos de interseção de duas curvas sucessivas não deve ser inferior a:

- A soma dos valores numéricos absolutos das mudanças de declividade correspondente a cada trecho, multiplicada por um dos seguintes valores:
 - 30.000 m quando o número código for 4;
 - 15.000 m quando o número código for 3;
 - 5.000 m quando o número código for 1 ou 2 ou;
- 45 m, tomando-se o maior deles.

5.2 – Declividade transversal

O Anexo XIV recomenda, para as declividades transversais, que a superfície da pista deve ser convexa para facilitar o rápido escoamento das águas pluviais em relação ao eixo da pista que, no entanto, estas declividades não podem exceder:

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

Recomenda-se ainda que a declividade transversal deverá ser igual ao longo de toda a pista, exceto nas interseções com outras pistas, onde deve se proporcionar uma transição suave, mesmo tendo em vista a necessidade de drenagem. Onde na região o índice pluviométrico seja baixo, as declividades transversais podem ser reduzidas até 1%.

A FAA, de acordo com a AC 150/5300-13 determina que a declividade transversal de pista de pouso tenha a seguinte variação:

Figura 2 – Declividade transversal de pista de pouso (Fonte - AC 150/5300-13)

6 – Faixa de pista

A faixa de pista deverá estender-se após as cabeceiras e além do final da pista ou da área de parada a uma distância de pelo menos (Anexo XIV):

- 60 m, onde o número código for 2, 3 ou 4;
- 60 m, onde o número código for 1 e a pista permitir operação por instrumento;
- 30 m, onde o número código for 1 e a pista for não-instrumento.

Uma faixa de pista que inclui uma pista com aproximação de precisão ou não deverá, sempre que praticável, estender-se lateralmente para cada lado do eixo da pista a uma distância de pelo menos:

- 150 m, onde o número código for 3 ou 4;
- 75 m, onde o número código for 1 ou 2.

Quando se opera apenas visual, a faixa de pista deverá estender-se para cada lado do eixo a uma distância de:

- 75 m, onde o número código for 3 ou 4;
- 40 m, onde o número código for 2;

- 30 m, quando o número código for 1.

Segundo a Portaria 1.141 a faixa de pista deverá ter as seguintes dimensões:

Figura 3 – Largura da Faixa de pista (Fonte - Portaria 1.141)

De acordo com a IMA 58-10 a pista e a zona de parada, se existentes, deverão estar contidas na Faixa de Pista, que terá as dimensões da tabela a seguir sendo **A** a distância a partir do eixo e **B** a zona de parada a partir da cabeceira da pista (dos dois lados):

Tabela 12 – Largura da Faixa de pista (IMA 58-10)

	CLASSE DO AERÓDROMO						
	VFR			IFR-NÃO PRECISÃO		IFR-PRECISÃO	
	CÓDIGO DE PISTA						
	1	2	3 E 4	1 E 2	3 E 4	1 E 2	3 E 4
A (m)	60	80	150	150	300	150	300
B (m)	30	60	60	60	60	60	60

A norma do FAA diz que a faixa de pista onde as aeronaves pousam ou decolam em condições visuais, instrumento de precisão e não precisão deverá ter as seguintes dimensões:

Tabela 13 – Largura da Faixa de pista (FAA)

FAIXA DE PISTA			
GRUPO	APROX. VISUAL	APROX. VISUAL ABAIXO	AERONAVE
	CAT. A/B	DO MÍNIMO CAT. A/B	CAT. C/D
I - A/B	72m	180m	300m
II - A/B	90m	180m	300m
III - A/B	180m	240m	300m
IV - A/B	300m	300m	300m
V - A/B	-	-	300m
VI - A/B	-	-	300m

Um objeto situado dentro da faixa de pista que possa oferecer perigo na operação das aeronaves deve ser considerado como obstáculo e deverá ser removido. Nenhum objeto fixo, além dos auxílios visuais requeridos para a navegação aérea e que satisfaçam condições de fragibilidade especificadas, serão permitidos dentro da faixa de pista. O Anexo XIV recomenda o seguinte:

- a) dentro de 75,5 m, a partir do centro do eixo da pista, com aproximação de precisão categoria I, II ou III onde o número código for 4 e a letra código for F;
- b) dentro de 60 m, a partir do eixo de uma pista com aproximação de precisão categoria I, II ou III, onde o número código for 3 ou 4;
- c) dentro de 45 m, a partir do eixo de uma pista com aproximação de precisão categoria I, onde o número código for 1 ou 2.

A FAA recomenda que:

Tabela 14 – Distância dos obstáculos em Faixa de pista (FAA)

FAIXA DE PISTA			
GRUPO	APROX. VISUAL	APROX. VISUAL ABAIXO	AERONAVE
	CAT. A/B	DO MÍNIMO CAT. A/B	CAT. C/D
I - A/B	72m	180m	300m
II - A/B	90m	180m	300m
III - A/B	180m	240m	300m
IV - A/B	300m	300m	300m
V - A/B	-	-	300m
VI - A/B	-	-	300m

A faixa de pista deve ser nivelada pois, se uma aeronave sair da pista, ela não poderá encontrar nenhum obstáculo onde possa afetar sua integridade.

A declividade longitudinal e transversal de uma faixa de pista, segundo recomenda o Anexo XIV, não deverá exceder aos seguintes valores:

- Declividade longitudinal
 - 1,5% onde o número código for 4;
 - 1,75% onde o número código for 3;
 - 2% onde o número código for 1 ou 2.
- Declividade transversal
 - 2,5% onde o número código for 3 ou 4;
 - 3% onde o número código for 1 ou 2.

Exceto para facilitar a drenagem, a declividade para os primeiros 3 m adjacentes à borda da pista, do acostamento ou da zona de parada deverá ser negativa, medida na direção oposta da pista e que poderá ter um valor de até 5%. A declividade transversal de qualquer parte da faixa de pista, além da parte nivelada, não deverá exceder a uma declividade ascendente de 5%, medida a partir da direção oposta à pista.

7 – Zonas livres de obstáculos

Zonas livres de obstáculos não são áreas obrigatórias em um projeto. É recomendado que o início de uma zona de obstáculos deve estar no final da corrida disponível de decolagem. O comprimento de uma zona livre de obstáculos não deve ser superior à metade do comprimento da corrida de decolagem disponível. Deve-se estender lateralmente até uma distância mínima de 75 m para cada lado do prolongamento do eixo da pista. O terreno não deve se projetar além de um plano de inclinação de 1,25%, cujo limite inferior é uma linha horizontal perpendicular ao plano vertical que contém o eixo da pista e passe por um ponto localizado no eixo da pista, no fim da corrida de decolagem.

8 – Zonas de parada

As zonas de parada deverão ter a mesma largura da pista à qual ela está associada. As declividades e mudanças de declividade em uma zona de parada e a transição de uma pista deve obedecer à declividade longitudinal da pista de projeto. A junção da pista com a zona de parada, e ao longo de toda zona de parada, a razão máxima de mudança de declividade deverá ser de 0,3% por 30 m (raio mínimo de curvatura de 10.000 m), para as pistas com número código 3 ou 4.

Uma zona de parada deve ser construída ou preparada para ser capaz de suportar, no caso de uma decolagem abortada, a aeronave de projeto, evitando assim danos estruturais ao equipamento.

9 – Pistas de rolamento

As pistas de rolamento devem existir para possibilitar a movimentação rápida e segura das aeronaves no solo. Quando o volume de

tráfego do aeroporto for muito grande, pode se ter várias pistas de táxi para facilitar a saída e entrada de aeronaves. Deve se construir saídas rápidas de pista quando o tráfego for muito intenso.

O projeto de uma pista de rolamento deve ser tal que, quando a cabina do avião de projeto estiver sobre a indicação do eixo da pista de táxi, a distância livre entre a roda mais externa do trem de pouso principal e a borda da pista não deve ser inferior às dadas na tabela seguinte:

Tabela 15 – Distância livre entre a roda do trem externo e a borda da pista (Anexo XIV)

LETRA CÓDIGO	DISTÂNCIA LIVRE
A	1,5 m
B	2,25m
C	3 m, se a pista é projetada para ser usada por aviões cuja base de rodas é menor que 18 m. 4,5 m, se a pista é projetada para ser usada por aviões com base de rodas maior ou igual 18 m.
D	4,5 m
E	4,5 m
F	4,5 m

As larguras de pista de rolamento devem ser de acordo com a seguinte tabela:

Tabela 16 – Largura da pista de Rolamento (Anexo XIV)

LETRA CÓDIGO	LARGURA DA PISTA DE ROLAMENTO
A	7,5 m
B	10,5 m
C	15 m, se a pista é projetada para ser utilizada por aviões com base de rodas inferior a 18 m. 18 m, se a pista é projetada para ser utilizada por aviões com base de rodas maior ou igual a 18 m.
D	18 m, se a pista é projetada para ser utilizada por aviões com envergadura das rodas externas do trem principal menor que 9 m. 23 m, se a envergadura das rodas do trem principal dos aviões que utilizarão a pista for maior ou igual a 9 m.
E	23 m
F	25 m

Segundo a FAA, as larguras de pista de rolamento devem ter as seguintes dimensões de acordo com a categoria do aeroporto e a aeronave de projeto:

Tabela 17 – Larguras de pista de rolamento e faixa de segurança (FAA)

ÍTEM	GRUPO DE AERONAVES DE PROJETO					
	I	II	III	IV	V	VI
Largura da pista de rolamento	7,5m	10,5m	15m	23m	23m	30m
Distância entre roda e borda da pista	1,5m	2,25m	3m	4,5m	4,5m	6m
Largura preparada da pista	3m	3m	6m	7,5m	10,5m	12m
Largura da faixa de segurança	15m	24m	36m	52m	65m	80m
Largura da faixa livre de obstáculos	27m	40m	57m	79m	97m	118m

10 – Curvas em pistas de rolamento

Recomenda-se que as mudanças de direção em pistas de rolamento devem ser poucas e pequenas. Os raios de curvas devem ser compatíveis com a capacidade de manobra e com as velocidades normais de taxiamento das aeronaves de projeto do aeródromo.

Figura 4 – Curvas entre a saída da pista principal e pista de rolamento
(Fonte - AC 150/5300-13, 29/09/89)

Figura 5 – Curva de acesso da taxiway a pista principal (Fonte - AC 150/5300-13 – 29/09/89)

Figura 6 – Curva de acesso da taxiway a pista principal (Fonte - AC 150/5300-13 – 29/09/89)

11 – Distâncias mínimas de separação entre pista de rolamento e pouso

As distâncias mínimas de separação entre os eixos de uma pista de rolamento e uma pista de pouso e decolagem não devem ser inferiores à distância especificada na tabela abaixo, segundo o Anexo XIV:

Tabela 18 – Distância entre pista de taxiway e pista de pouso (Anexo XIV)

DISTANCIA ENTRE O EIXO DE UMA PISTA DE TAXI E UMA PISTA DE POUSO (m)								
PISTA DE POUSO POR INSTRUMENTO					PISTA DE POUSO NÃO INSTRUMENTO			
LETRA CÓDIGO	NÚMERO		CÓDIGO		NÚMERO		CÓDIGO	
	1	2	3	4	1	2	3	4
A	82.5	82.5	-	-	37.5	47.5	-	-
B	87	87	-	-	42	52	-	-
C	-	-	168	-	-	-	93	-
D	-	-	176	176	-	-	101	101
E	-	-	-	182.5	-	-	-	107.5
F	-	-	-	190	-	-	-	115
LETRA CÓDIGO	DISTANCIA ENTRE EIXO DE DUAS PISTAS DE TÁXI		DISTANCIA DE OUTRAS AERONAVES DO EIXO ENTRE DUAS PISTAS DE TÁXI		DISTANCIA ENTRE AERONAVE NO EIXO DO TAXI E OUTRO OBJETO			
A	23.75		16.25		12			
B	33.5		21.5		16.5			
C	44		26		24.5			
D	66.5		40.5		36			
E	80		47.5		42.5			
F	97.5		57.5		50.5			

12 - Declividades da pista de rolamento

12.1 - Declividade longitudinal

A declividade longitudinal de uma pista de rolagem, segundo o Anexo XIV não deverá exceder:

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

Onde houver mudanças de declividade numa pista de rolamento e que podem ser evitadas, a transição de uma declividade a outra deve ser feita por meio de uma superfície curva, cujo raio de curvatura não exceda:

- 1% por 30 m (raio mínimo de curvatura 3.000 m), onde a letra código for C, D, E ou F;
- 1% por 25 m (raio mínimo de curvatura de 2.500 m), onde a letra código for A ou B.

Quando não for possível evitar mudança de declividade na pista de rolamento, esta mudança deverá ser feita de tal forma que de qualquer ponto situado a:

- 3 m acima da pista, seja possível visualizar toda a sua superfície até uma distância de pelo menos 300 m, quando a letra código for C, D, E ou F;
- 2 m acima da pista, seja possível visualizar toda a sua superfície até uma distância de pelo menos 200 m, quando a letra código for B;
- 1,5 m acima da pista seja possível visualizar toda a sua superfície até uma distância de pelo menos 150 m, quando a letra código for A.

12.2 - Declividade transversal

As declividades transversais de uma pista de rolamento devem ser suficientes para evitar o acúmulo de água em sua superfície mas, no entanto, não deverão exceder, segundo o Anexo XIV:

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

13 – Saídas rápidas de pista de rolamento

Nos projetos de saídas de pista devemos ter um cuidado muito grande com sua localização, pois isto é um fator importante para o aumento da capacidade operacional dos aeroportos.

Uma saída rápida de pista de táxi deve ser projetada com um raio de curva de saída com no mínimo de (Anexo XIV):

- 550 m, quando o número código for 3 ou 4;

- 275 m, quando o número código for 1 ou 2

Para se permitir velocidades de saída sob condições de pista molhada de:

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

O raio do filete do lado interno da curva numa saída rápida deve ser suficiente para prover uma entrada suficientemente alargada para a pista de rolamento, visando facilitar o reconhecimento à distância da entrada para a pista de rolamento.

Toda saída rápida de curva deve incluir um trecho reto após a curva de saída da pista de pouso, suficiente para que uma aeronave saindo possa parar totalmente antes da interseção com uma pista de rolamento.

O ângulo de interseção de uma saída rápida com a pista de pouso não deve ser superior a 45° , nem inferior a 25° . De preferência, este ângulo deve ser de 30° .

Figura 8 – Curva de saída rápida de pista (Fonte - AC 150/5300-13 – 29/09/89)

14 – Margens de segurança em pista de rolamento

Em pista de rolamento que atendem a pistas com letra código C, D, E ou F deve-se ter, segundo recomendações do Anexo XIV, margens de segurança que se estendam simetricamente a partir de seu eixo, de tal forma que a largura total da pista de rolamento mais as suas margens de segurança não sejam menor que:

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

A faixa de uma pista de rolamento deverá ser uma área livre de obstáculos para não oferecer riscos às aeronaves que estejam taxiando. A pista de rolamento deve conter uma área nivelada que se estenda a partir do eixo da pista de rolamento por uma distância mínima de:

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

15 – Declividades ascendentes em faixa de pista

As declividades ascendentes em faixas de pista de rolamento, conforme recomendação do Anexo XIV, não devem exceder:

- 2,5% para faixas de pista de rolamento onde a letra código for C, D, E ou F;
- 3% para faixas de pista de rolamento onde a letra código for A ou B.

Onde a declividade ascendente é medida em relação à declividade transversal da superfície adjacente da pista de rolamento e não a horizontal; a declividade transversal descendente deve ser inferior a 5%, medida em referência à horizontal.

As declividades transversais de qualquer porção da faixa além daquela que deve ser nivelada não devem exceder uma declividade ascendente de 5%, medida a partir da pista de rolamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. LEI Nº 7.565 19 DE DEZEMBRO DE 1986. Código Brasileiro de Aeronáutica.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. FAA (1999). AIRPORT DESIGN - Advisory Circular – AC nº 150/5300-13 – U.S. Department of Transportation.

<http://www.faa.gov>

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. ICAO (1999). INTERNATIONAL STANDARDS AND RECOMMENDED PRACTICES – AERODROMES – ANNEX 14 TO THE CONVENTION ON INTERNATIONAL CIVIL AVIATION , VOLUME 1 – Aerodrome Design and Operations – Third Edition.

<http://www.icao.com>

MINISTÉRIO DA AERONÁUTICA (1990). Departamento de Aviação Civil – IMA 58 – 10 – Instruções para Concessão e Autorização de Construção, Homologação, Registro, Operação, Manutenção e Exploração de Aeródromos Cíveis e Aeroportos Brasileiros, IAC 2328 – 0790.

<http://dac.gov.br>

MINISTÉRIO DA AERONÁUTICA (1967). Diretoria de Engenharia – Normas para Projetos de Infra-Estrutura do Ministério da Aeronáutica – NIMAER, TOMO I e TOMO II - 1ª Edição.

<http://www.era.mil.br>

MINISTÉRIO DA AERONÁUTICA (1988). Portaria nº 1.141/GM5, de 8 de dezembro de 1.987, publicada no Diário Oficial da União, seção I, de 09 de dezembro de 1.987.

SÃO PAULO. Secretaria dos Transportes. Departamento Aeroviário do Estado de São Paulo. Plano de Desenvolvimento (2001). Aeroporto de Araraquara: Folha SBAQ/EA/PDI – 001.01.R0. Escala 1:2000.

SÃO PAULO. Secretaria dos Transportes. Departamento Aeroviário do Estado de São Paulo. Mapa de Grade (2000). Aeroporto de Bauru: Folha SBBU/EF/STP – 201.00.R0. Escala 1:5000.

SÃO PAULO. Secretaria dos Transportes. Departamento Aeroviário do Estado de São Paulo. Mapa de Grade (2000). Aeroporto de Marília: Folha SBML/EF/STP – 201.01.R0. Escala 1:5000.

SÃO PAULO. Secretaria dos Transportes. Departamento Aeroviário do Estado de São Paulo. Mapa de Grade (2000). Aeroporto de São José do Rio Preto: Folha SBSR/EF/STP – 201.00.R0. Escala 1:5000.

TERRAFOTO S.A. Atividades de Aerolevantamentos. Marcos DAESP. São Paulo (1976).

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

AC 150/5070-6, Airport Master Plans.

AC 150/5320-5, Airport Drainage.

AC 150/5325-4A, Runway Length Requirements for Airport Design.

AC 150/5326-6, Airport Pavement Design and Evaluation .

AC 150/5340-24A, Runway and Taxiway Edge Lighting System.

AC 150/5370-10A, Standards for Specifying Construction of Airports.

AERODROME DESIGN MANUAL – PART 1 – RUNWAYS, DOC 9157.
AN/901.

ALVES, C.J.P.; MENDES, F. (1993). Uma técnica automatizada para orientação de pistas de pouso. Revista de Transporte e Tecnologia, Ano V, nº 10, pp 27-34.

ANAIS da Primeira Reunião de Órgãos Aeroportuários Estaduais realizada de 30 de Março à 5 de Abril de 1958. Carneiro & Cia Editores.

ARAÚJO, HEITOR LISBOA de (1974). Aeroportos – notas de aula.

ASHFORD, NORMAN; WRIGHT, PAUL H. (1984). Airport engineering, second edition.

COMANDO DA AERONÁUTICA, Departamento de Aviação Civil, ICA 58 – 37, Metodologia para a Execução do Programa Federal de Auxílio a Aeroportos, 14 Jan 2000.

CORSINI, ROMEU (1970). Tráfego Aéreo; economia e planejamento. Curso de Pós-graduação EESC-USP. São Carlos.

HORONJEFF, ROBERT (1966). Aeroportos Planejamento e Projeto – Tradução e Adaptação Heitor Lisboa de Araújo – Professor de Aeroportos, Escola Nacional de Engenharia da Universidade do Brasil, Ao Livro Técnico S.A. Rio de Janeiro.

HORONJEFF, ROBERT (1962). Planning and of Airports, MacGraw-Hill Book Co., New York.

http://ita.br/projeto_geometrico_lado_ar.htm

<http://silverstone.fortunecity.com/paddock/205/historia.html>

<http://www.dac.gov.br>

<http://www.dac.gov.br/servicos/serac411.htm>

<http://www.era.mil.br/Conheca/>

IIIº Encontro Ibero-Americano de Unidades Ambientais do Setor de Transportes (1988). O Aeroporto e o Meio Ambiente, Cel.-Eng. Allemander de Jesus Pereira Filho, M.Eng.,Ph.D.

INSTITUTO DE AVIAÇÃO CIVIL (1999). Estudo Básico para Internacionalização de Aeroportos de Apoio à Aviação Sub-Regional no Mercosul.

JEPPSEN, AIRPORT DIRECTORY (1992). Legend and Explanation, ACN/PCN System.

LOPES, SEGUNDO CARLOS (1996). GPS e o Perfil Vertical de Rodovias – Tese de Doutorado – EESC, São Carlos.

MARQUEZ, ARTUR PANTOJA (1997). Análise de parâmetros geométricos de curvas verticais de vias, à luz do sistema de posicionamento global – GPS. Tese de Mestrado, EESC/USP.

METODOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO GEOMÉTRICO DO LADO AR, Módulo 4, Colaboração de Anderson Ribeiro Correia, Leonardo Meneses e Marcelo Safadi Álvares.

MENZORI, MAURO (2001). Comparação entre Coordenadas Geográficas-geodésicas Transportadas pelo Método Clássico e por GPS, Tese de Mestrado, EESC/USP.

MEUNIER, GEORGES. CONCEPTION, CONSTRUCTION ET GESTION DES AÉRODROMES (1969). Editions Eyrolles, 61, Boulevard Saint-Germain, Paris-5.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS/DGAC (1983). Direction Générale de L'aviation Civile/SBA – Service des Bases Aériennes, Instruction Technique Sur les Aérodrômes Civils, Fascicule 2 Aire de Manoeuvre Pistes, Bandes, Voies de Circulation.

MINISTÉRIO DA AERONÁUTICA, Aeronáutica. História.

MINISTÉRIO DA AERONÁUTICA, Departamento de Aviação Civil, IV PDSAC, Plano de Desenvolvimento do Sistema de Aviação Civil, 1997 – 2000.

OLIVA, BEL. MARIA FERNANDA ABDO (1993). Análise de Desempenho Operacional dos Sistemas de Transporte Aéreo Regional no Período 1976-1992, TESE EESC, São Carlos.

PAESP – Plano Aeroviário do Estado de São Paulo (1983). CECIA

PEDROZA, FRANCISCO LOPES (1970). Aeropuertos, terceira edición – Madri.

QUARTO SERVIÇO REGIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL – COMAR, Histórias da Aviação Civil.

REVISTA ITA ENG. Volume 2 nº 6, pág. 8-13, outubro 1971.

SHEVELL, RICHARD S. (1989). Fundamentals of Flight, Second Edition, Stanford University, Prentice-Hall, Inc.

SÓRIA, MANOEL H. A. (1983). Comprimento de Pista – Parte 1 e 2 – USP, EESC.

SÓRIA, MANOEL H.A.; SILVA, IRINEU DA (1988). Introdução à Organização do Transporte Aéreo, USP, EESC.

TIPOS DE AERÓDROMOS. <http://www.dac.gov.br/servicos/infra21.htm>

VERONEZ, MAURÍCIO R. (1998). Proposta de Parâmetros de Transformação entre os Sistemas WGS-84 e SAD-69 para a região de São Carlos – SP. Dissertação de mestrado- EESC/USP.

ANEXO 1

**PLANILHAS DE CÁLCULO DO LEVANTAMENTO DA PISTA DO
AEROPORTO DE ARARAQUARA FEITA PELO NIVELAMENTO
GEOMÉTRICO.**

FICHAS CADASTRAIS DO AEROPORTO DE ARARAQUARA.

LEVANTAMENTO GEOMÉTRICO DO EIXO E BORDAS DA PISTA DE POUSO E DECOLAGEM

PONTO	VIS. RE	VIS. VANTE	AI	COTAS	DISTANCIA
RN	1,470		693,792	692,322	0 m
1		1,700		692,092	
2		1,810		691,982	
AUX		0,330		693,462	
#	2,120		695,582		
3		0,610		694,972	
4		0,280		695,302	300 m
5		0,720		694,862	
#	3,020		697,882		
AUX		0,180		697,702	
#	2,770		700,472		
6		2,420		698,052	
7		2,190		698,282	600 m
8		2,540		697,932	
AUX		0,250		700,222	
#	2,550		702,772		
9		1,750		701,022	
10		1,500		701,272	900 m
11		1,820		700,952	
AUX		0,210		702,562	
#	2,260		704,822		
12		0,860		703,962	
13		0,550		704,272	1200 m
14		0,990		703,832	
AUX		0,330		704,492	
#	2,500		706,992		
AUX		0,050		706,942	
#	2,430		709,372		
15		2,270		707,102	
16		2,060		707,102	1500 m
17		2,370		707,002	
AUX		0,430		708,942	
#	2,580		711,522		
18		0,640		710,882	
19		0,240		711,282	1800 m
20		0,750		710,772	

DISTANCIAS	COTAS
0	692,322
300	695,302
600	698,282
900	701,272
1200	704,272
1500	707,102
1800	711,282

Declividade por trecho de pista
0 - 300 = 0,99 %
300 - 600 = 0,99 %
600 - 900 = 1,00 %
900 - 1200 = 1,00 %
1200 - 1500 = 0,94 %
1500 - 1800 = 1,39 %
Declividade média da pista: 1,05 %

Coordenadas geodésicas no sistema WGS-84 do eixo da pista

Pt 0 - 21° 48' 17.76" S	48° 08' 15.92" W
Pt 2 - 21° 48' 26.04" S	48° 08' 10.42" W
Pt 5 - 21° 48' 34.33" S	48° 08' 04.92" W
Pt 7 - 21° 48' 42.61" S	48° 07' 59.42" W
Pt 11 - 21° 48' 50.91" S	48° 07' 53.90" W
Pt 14 - 21° 48' 59.22" S	48° 07' 48.39" W
Pt 17 - 21° 49' 07.19" S	48° 07' 42.35" W

Fichas cadastrais do Aeroporto de Araraquara

CARACTERÍSTICAS DO AEROPORTO

Aeroporto	ARARAQUARA / ARARAQUARA				
Endereço	AV. ALBERTO SANTOS DUMONT S/N.º				
Telefone	(016) 222-3441	Fax	(016) 222-3441	CEP	14807-230
Latitude	21° 49' 08" S		Longitude	48° 07' 43" W	
Indicação ICAO ⁽¹⁾	SBAQ	Horário de funcionamento		H 24	
Código de Pista	2	Tipo de Operação		IFR Ñ PREC.	
Altitude (m)	711	Área Patrimonial (ha)		174,93	
Temperatura de Ref.	29,4°C	Perímetro (m)		8732	
Tipo de Uso	PÚBLICO	Proprietário		DAESP	
Categoria contra Incendio	Requerida	2	Categoria de arrecadação		C-3
	Disponível	0	Unidade Regional (UR)		3
Distância da Capital (Km)	Rodoviária	277	Aviação Regular		N
	Aérea (Congonhas)	160			

ÁREA DE MOVIMENTO

Pista de Pouso e Decolagem

Dimensões (m)	1800 x 30	Designação da Cabeceira		17 - 35
Capacidade	F-100 – B737	Possibilidade de expansão (m)		2500 x 30
Declividade Long. Máxima	1,32%	Declividade Long. Efetiva	1,05%	
Cabeceira predominante	17	Resistência do Piso (PCN) ⁽²⁾	40/F/A/X/T	
Faixa de Pista (m)	150 x 1620	Área de Aproximação Rampa		1:40
Natureza do Piso	ASFALTO	Área de Transição Rampa		1:5

Pista de Rolamento/Taxi

Acesso à Cabeceira	N	Dimensões (m)		
Natureza do Piso	ASFALTO	Distância Eixo a Eixo (m)		
Saída (m)	1 (160 X 23)	Distância cabeceira mais próxima (m)		0

Pátio

Dimensões (m)	132 x 50	Distância da Borda ao Eixo da Pista (m)		175
Natureza do Piso	ASFALTO	Capacidade de Aviação		2 x F-100

EDIFICAÇÕES E INSTALAÇÕES

Terminal de Passageiros – área total (m ²)		188		
Estacionamento de Veículos - n.º de Vagas		120	Natureza do Piso	ASFALTO
Terminal de carga	N			

AUXILIO À NAVEGAÇÃO

NDB ⁽³⁾	1000W - DAESP	Torre de Controle		N
VOR ⁽⁴⁾	N	EPTA ⁽⁵⁾ / Jardim Meteorológico		DAESP
DME ⁽¹¹⁾	N			

AUXÍLIOS VISUAIS DIURNO

Indicadores de direção dos ventos (biruta)	S	Sinais de Eixo de Pista	S
Sinal de identificação do Aeroporto	N	Sinais de Cabeceira de Pista	S
Sinais Indicadores de Pista	S	Sinais de Guia de Taxi	S

SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

Farol Rotativo	S	Luzes de Taxi	S
Ind. Iluminado de Direção do Vento	S	Vasis ⁽⁶⁾	N
Luzes de Pista	S	Luzes de Obstáculos	S
Luzes de Cabeceira	S	Iluminação do Pátio	S

INFRA ESTRUTURA

Energia Elétrica	CPFL 13,8 KV	SESCINC ⁽⁷⁾	NÃO
Gerador	15 KVA	Água	REDE PÚBLICA DAAE
Esgoto	FOSSAS E POÇOS DE ABSORÇÃO		

EDIFICAÇÕES

Hangares	7	Cabine de Força (KF)	84 m ²
Unidades Residenciais	3	KC/KT ⁽⁸⁾	100 m ²

ABASTECIMENTO DE COMBUSTÍVEL P/ AERONAVES

Petrobrás	AVGAS ⁽⁹⁾ – JET ⁽¹⁰⁾	Shell	
-----------	--	-------	--

SERVIÇOS OFERECIDOS

Restaurante	N	Banco	N
Lanchonete	S	Caixa Eletrônico	N
Correio	N	Sinalização Vertical no Ter. Pass.	N
Banca de Jornais e Revistas	N	Reserva de Hotéis	N
Locadora de Veículos	S	Área para Publicidade	N
Telefone Público	S	Veículos de Emergência	S
Ponto de Táxi	S	Transporte Interno p/ Passageiros	N
Ônibus Urbano	N	Área de pré embarque	N
Taxi Aéreo	N	Restituição de Bagagem	N
Companhias Aéreas Regulares	N		

OBS:

1 ICAO – Organização da Aviação Civil Internacional 2 PCN – Número de Classificação do Pavimento 3 NDB – Rádio Farol não Direcional 4 VOR – Radio Farol Onidirecional em VHF 5 EPTA – Estação Privada Telecomunicação Aeronáutica 11 Equipamento Radiotelemétrico	6 VASIS – Sistema indicador de Rampa de Aproximação 7 SESCINC – Serviço de Salvamento e Combate à Incêndio 8 KC/KT – Casa de Transmissão e Mantenedor do NDB 9 AVGAS – Gasolina de Aviação 10 JET – Querosene de Aviação

NA – Não Adequada
A – Adequada

S – Sim
N – Não

TABELA – DADOS CADASTRAIS

LEVANTAMENTO DE DADOS CADASTRAIS E CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
DADOS CADASTRAIS	
AEROPORTO: ARARAQUARA	
ENDEREÇO: AV. ALBERTO SANTOS DUMONT, S/Nº	
PROPRIETÁRIO: DAESP	
TELEFONE: (0xx-16) 222-3441	
ENDEREÇO ELETRÔNICO:	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
1 - INDICATIVO ICAO: SBAQ	
2 - Coordenadas geográficas do centro geométrico da pista: a - Latitude: 21º 49' 08"S b - Longitude: 048º 07' 43"W	
3 - Altitude do ponto mais elevado da pista: 711m	
4 - Dimensões da pista de pouso: 1.800m x 30m	
5 - Dimensões da pista de rolamento:	
6 - Largura da faixa de pouso: 1.920m x 150m	
7 - Declividade longitudinal efetiva da pista: 1,05%	
8 - Declividade longitudinal máxima em trecho de pista: 1,32%	
9 - Natureza do piso e resistência: Asfalto - 40/F/A/X/T	
10 - Direção das pistas: 17 - 35	
11 - Balizamento diurno: Sim	
12 - Balizamento noturno: Sim	
13 - Direção dos ventos predominantes: SE(17)	
14 - Operação do Aeródromo: a - Operação visual: Sim b - Operação instrumento não precisão: Sim c - Operação instrumento de precisão: Não	
15 - Código de referência de homologação: 3 - C	

ANEXO 2

DADOS CADASTRAIS DO AEROPORTO DE BAURU

Fichas cadastrais do Aeroporto de Bauru

CARACTERÍSTICAS DO AEROPORTO

Aeroporto	<i>BAURU / BAURU</i>				
Endereço	<i>Rua Otávio Pinheiro Brizolla, 19-120</i>				
Telefone	<i>(014) 223-2132</i>	Fax		CEP	<i>17043-101</i>
Latitude	<i>22° 20' 42" S</i>		Longitude	<i>49° 03' 13" W</i>	
Indicação ICAO ⁽¹⁾	<i>SBBU</i>	Horário de funcionamento		<i>H 24</i>	
Código de Pista	<i>2</i>	Tipo de Operação		<i>IFR Ñ PREC.</i>	
Altitude (m)	<i>616</i>	Área Patrimonial (ha)		<i>57,49</i>	
Temperatura de Ref.	<i>29,2°C</i>	Perímetro (m)			
Tipo de Uso	<i>PÚBLICO</i>	Proprietário		<i>AEROCLUBE</i>	
Categoria contra Incendio	Requerida		Categoria de arrecadação		<i>C-3</i>
	Disponível	<i>1</i>	Unidade Regional (UR)		<i>4</i>
Distância da Capital (Km)	Rodoviária			Aviação Regular	<i>S</i>
	Aérea (Congonhas)		<i>296</i>		

ÁREA DE MOVIMENTO

Pista de Pouso e Decolagem

Dimensões (m)	<i>1500 x 35</i>	Designação da Cabeceira		<i>14 - 32</i>	
Capacidade	<i>F-100</i>	Possibilidade de expansão (m)		<i>NÃO</i>	
Declividade Long. Máxima		<i>1 %</i>	Declividade Long. Efetiva	<i>0,41 %</i>	
Cabeceira predominante	<i>14</i>	Resistência do Piso (PCN) ⁽²⁾		<i>21/F/A/X/T</i>	
Faixa de Pista (m)	<i>150 x 1424</i>	Área de Aproximação Rampa		<i>1:40</i>	
Natureza do Piso	<i>ASFALTO</i>	Área de Transição Rampa		<i>1:5</i>	

Pista de Rolamento/Taxi

Acesso à Cabeceira	<i>N</i>	Dimensões (m)			
Natureza do Piso	<i>ASFALTO</i>	Distância Eixo a Eixo (m)			
Saída (m)	<i>1 (88 X 23)</i>	Distância cabeceira mais próxima (m)			

Pátio

Dimensões (m)	<i>144,80 x 60</i>	Distância da Borda ao Eixo da Pista (m)		<i>105</i>
Natureza do Piso	<i>ASFALTO</i>	Capacidade de Aviação		<i>2 x F-100</i>

EDIFICAÇÕES E INSTALAÇÕES

Terminal de Passageiros – área total (m ²)		267		
Estacionamento de Veículos - n.º de Vagas		80	Natureza do Piso	ASFALTO
Terminal de carga	N			

AUXÍLIO À NAVEGAÇÃO

NDB ⁽³⁾	200W-INFRAERO	Torre de Controle	<i>N</i>
VOR ⁽⁴⁾	<i>S</i>	EPTA ⁽⁵⁾ / Jardim Meteorológico	<i>INFRAERO</i>
DME ⁽¹¹⁾	<i>N</i>		

AUXÍLIOS VISUAIS DIURNO

Indicadores de direção dos ventos (biruta)	S	Sinais de Eixo de Pista	S
Sinal de identificação do Aeroporto	N	Sinais de Cabeceira de Pista	S
Sinais Indicadores de Pista	S	Sinais de Guia de Taxi	S

SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

Farol Rotativo	S	Luzes de Taxi	S
Ind. Iluminado de Direção do Vento	S	Vasis ⁽⁶⁾	S
Luzes de Pista	S	Luzes de Obstáculos	S
Luzes de Cabeceira	S	Iluminação do Pátio	S

INFRA ESTRUTURA

Energia Elétrica	CPFL 13,8 KV	SESCINC ⁽⁷⁾	SIM
Gerador	45 KVA	Água	REDE PÚBLICA
Esgoto	REDE PÚBLICA		

EDIFICAÇÕES

Hangares	7	Cabine de Força (KF)	84 m ²
Unidades Residenciais	0	KC/KT ⁽⁸⁾	100 m ²

ABASTECIMENTO DE COMBUSTÍVEL P/ AERONAVES

Petrobrás	AVGAS ⁽⁹⁾ – JET ⁽¹⁰⁾	Shell	
-----------	--	-------	--

SERVIÇOS OFERECIDOS

Restaurante	N	Banco	N
Lanchonete	S	Caixa Eletrônico	N
Correio	N	Sinalização Vertical no Ter. Pass.	N
Banca de Jornais e Revistas	N	Reserva de Hotéis	S
Locadora de Veículos	S	Área para Publicidade	N
Telefone Público	S	Veículos de Emergência	S
Ponto de Táxi	S	Transporte Interno p/ Passageiros	N
Ônibus Urbano	S	Área de pré embarque	N
Taxi Aéreo	S	Restituição de Bagagem	N
Companhias Aéreas Regulares	S		

OBS:

- 1 ICAO – Organização da Aviação Civil Internacional
- 2 PCN – Número de Classificação do Pavimento
- 3 NDB – Rádio Farol não Direcional
- 4 VOR – Radio Farol Onidirecional em VHF
- 5 EPTA – Estação Privada Telecomunicação Aeronáutica
- 11 Equipamento Radiotelemétrico

NA – Não Adequada
A – Adequada

- 6 VASIS – Sistema indicador de Rampa de Aproximação
- 7 SESCINC – Serviço de Salvamento e Combate à Incêndio
- 8 KC/KT – Casa de Transmissão e Mantenedor do NDB
- 9 AVGAS – Gasolina de Aviação
- 10 JET – Querosene de Aviação

S – Sim
N – Não

TABELA – DADOS CADASTRAIS

LEVANTAMENTO DE DADOS CADASTRAIS E CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
DADOS CADASTRAIS	
AEROPORTO: <i>BAURU</i>	
ENDEREÇO: <i>Rua Otávio Pinheiro Brizolla, 19-120</i>	
PROPRIETÁRIO: <i>DAESP</i>	
TELEFONE: <i>(0xx-14) 223-2132</i>	
ENDEREÇO ELETRÔNICO:	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
1 - INDICATIVO ICAO: <i>SBBU</i>	
2 - Coordenadas geográficas do centro geométrico da pista: a - Latitude: <i>22° 20' 42"S</i> b - Longitude: <i>049° 03' 13"W</i>	
3 - Altitude do ponto mais elevado da pista: <i>616 m</i>	
4 - Dimensões da pista de pouso: <i>1.304m x 35m – 195m de cabeceira recuada</i>	
5 - Dimensões da pista de rolamento:	
6 - Largura da faixa de pouso: <i>1.424m x 150m</i>	
7 - Declividade longitudinal da pista: <i>0,41%</i>	
8 - Declividade longitudinal máxima em trecho de pista: <i>1,0%</i>	
9 - Natureza do piso e resistência: <i>Asfalto - 21/F/A/X/T</i>	
10 - Direção das pistas: <i>14 - 32</i>	
11 - Balizamento diurno: <i>Sim</i>	
12 - Balizamento noturno: <i>Sim</i>	
13 - Direção dos ventos predominantes: <i>SE(14)</i>	
14 - Operação do Aeródromo: a - Operação visual: <i>Sim</i> b - Operação instrumento não precisão: <i>Sim</i> c - Operação instrumento de precisão: <i>Não</i>	
15 - Código de referência de homologação: <i>3 - C</i>	

ANEXO 3

DADOS CADASTRAIS DO AEROPORTO DE MARÍLIA.

Fichas cadastrais do Aeroporto de Marília

CARACTERÍSTICAS DO AEROPORTO

Aeroporto	<i>MARÍLIA</i>				
Endereço	<i>Av. Brigadeiro Eduardo Gomes s/nº</i>				
Telefone	<i>(014) 433-4120</i>	Fax	<i>(014) 433-4120</i>	CEP	<i>17515-430</i>
Latitude	<i>22° 12' 16" S</i>		Longitude	<i>49° 55' 42" W</i>	
Indicação ICAO ⁽¹⁾	<i>SBML</i>	Horário de funcionamento		<i>H 24</i>	
Código de Pista	<i>2</i>	Tipo de Operação		<i>IFR Ñ PREC.</i>	
Altitude (m)	<i>651</i>	Área Patrimonial (ha)		<i>53,93</i>	
Temperatura de Ref.	<i>32,4°C</i>	Perímetro (m)		<i>5920</i>	
Tipo de Uso	<i>PÚBLICO</i>	Proprietário		<i>DAESP</i>	
Categoria contra Incendio	Requerida	<i>6</i>	Categoria de arrecadação		<i>C-3</i>
	Disponível	<i>0</i>	Unidade Regional (UR)		<i>6</i>
Distância da Capital (Km)	Rodoviária		<i>455</i>	Aviação Regular	
	Aérea (Congonhas)		<i>371</i>		

ÁREA DE MOVIMENTO

Pista de Pouso e Decolagem

Dimensões (m)	<i>1700 x 35</i>	Designação da Cabeceira		<i>03 - 21</i>	
Capacidade	<i>F-100 – B737</i>	Possibilidade de expansão (m)		<i>1800 x 35</i>	
Declividade Long. Máxima		<i>1,28%</i>	Declividade Long. Efetiva		<i>0,98%</i>
Cabeceira predominante	<i>21</i>	Resistência do Piso (PCN) ⁽²⁾		<i>35/F/B/X/T</i>	
Faixa de Pista (m)	<i>1820 x 150</i>	Área de Aproximação Rampa		<i>1:40</i>	
Natureza do Piso	<i>ASFALTO</i>	Área de Transição Rampa		<i>1:5</i>	

Pista de Rolamento/Taxi

Acesso à Cabeceira		<i>N</i>	Dimensões (m)		
Natureza do Piso		<i>ASFALTO</i>	Distância Eixo a Eixo (m)		
Saída (m)	<i>1 (220 X 23)</i>	Distância cabeceira mais próxima (m)		<i>780</i>	

Pátio

Dimensões (m)	<i>60 x 90</i>	Distância da Borda ao Eixo da Pista (m)		<i>235</i>
Natureza do Piso	<i>ASFALTO</i>	Capacidade de Aviões		<i>3 x F-100</i>

EDIFICAÇÕES E INSTALAÇÕES

Terminal de Passageiros – área total (m ²)		495		
Estacionamento de Veículos - n.º de Vagas		12	Natureza do Piso	ASFALTO
Terminal de carga	N			

AUXÍLIO À NAVEGAÇÃO

NDB ⁽³⁾	TAM	Torre de Controle	N
VOR ⁽⁴⁾	N	EPTA ⁽⁵⁾ / Jardim Meteorológico	TAM
DME ⁽¹¹⁾	N		

AUXÍLIOS VISUAIS DIURNO

Indicadores de direção dos ventos (biruta)	<i>S</i>	Sinais de Eixo de Pista	<i>S</i>
Sinal de identificação do Aeroporto	<i>N</i>	Sinais de Cabeceira de Pista	<i>S</i>
Sinais Indicadores de Pista	<i>S</i>	Sinais de Guia de Taxi	<i>S</i>

SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

Farol Rotativo	<i>S</i>	Luzes de Taxi	<i>S</i>
Ind. Iluminado de Direção do Vento	<i>S</i>	Vasis ⁽⁶⁾	<i>N</i>
Luzes de Pista	<i>S</i>	Luzes de Obstáculos	<i>S</i>
Luzes de Cabeceira	<i>S</i>	Iluminação do Pátio	<i>S</i>

INFRA ESTRUTURA

Energia Elétrica	CPFL 11,2 KV	SESCINC ⁽⁷⁾	SIM
Gerador	45 KVA	Água	DAE RES. ELEVADO 3m ³
Esgoto	FOSSAS E POÇOS DE ABSORÇÃO		

EDIFICAÇÕES

Hangares	9	Cabine de Força (KF)	40 m ²
Unidades Residenciais	1	KC/KT ⁽⁸⁾	TAM

ABASTECIMENTO DE COMBUSTÍVEL P/ AERONAVES

Petrobrás	AVGAS ⁽⁹⁾ – JET ⁽¹⁰⁾	Shell	
-----------	--	-------	--

SERVIÇOS OFERECIDOS

Restaurante	<i>S</i>	Banco	<i>N</i>
Lanchonete	<i>S</i>	Caixa Eletrônico	<i>N</i>
Correio	<i>N</i>	Sinalização Vertical no Ter. Pass.	<i>S</i>
Banca de Jornais e Revistas	<i>N</i>	Reserva de Hotéis	<i>S</i>
Locadora de Veículos	<i>S</i>	Área para Publicidade	<i>S</i>
Telefone Público	<i>S</i>	Veículos de Emergência	<i>S</i>
Ponto de Táxi	<i>S</i>	Transporte Interno p/ Passageiros	<i>S</i>
Ônibus Urbano	<i>S</i>	Área de pré embarque	<i>S</i>
Taxi Aéreo	<i>S</i>	Restituição de Bagagem	<i>S</i>
Companhias Aéreas Regulares	TAM		

OBS:

1	ICAO – Organização da Aviação Civil Internacional	6	VASIS – Sistema indicador de Rampa de Aproximação
2	PCN – Número de Classificação do Pavimento	7	SESCINC – Serviço de Salvamento e Combate à Incêndio
3	NDB – Rádio Farol não Direcional	8	KC/KT – Casa de Transmissão e Mantenedor do NDB
4	VOR – Radio Farol Onidirecional em VHF	9	AVGAS – Gasolina de Aviação
5	EPTA – Estação Privada Telecomunicação Aeronáutica	10	JET – Querosene de Aviação
11	Equipamento Radiotelemétrico		

NA – Não Adequada
A – Adequada

S – Sim
N – Não

TABELA – DADOS CADASTRAIS

LEVANTAMENTO DE DADOS CADASTRAIS E CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
DADOS CADASTRAIS	
AEROPORTO: MARÍLIA	
ENDEREÇO: AV. BRIGADEIRO EDUARDO GOMES, S/Nº	
PROPRIETÁRIO: DAESP	
TELEFONE: (0xx-14) 433-4120	
ENDEREÇO ELETRÔNICO:	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
1 - INDICATIVO ICAO: SBML	
2 - Coordenadas geográficas do centro geométrico da pista: a - Latitude: 22º 12' 16"S b - Longitude: 049º 55' 42"W	
3 - Altitude do ponto mais elevado da pista: 651m	
4 - Dimensões da pista de pouso: 1.700m x 35m	
5 - Dimensões da pista de rolamento:	
6 - Largura da faixa de pouso: 1.820m x 150m	
7 - Declividade longitudinal da pista: 0,98%	
8 - Declividade longitudinal máxima em trecho de pista: 1,28%	
9 - Natureza do piso e resistência: Asfalto - 35/F/B/X/T	
10 - Direção das pistas: 03 - 21	
11 - Balizamento diurno: Sim	
12 - Balizamento noturno: Sim	
13 - Direção dos ventos predominantes: SW (21)	
14 - Operação do Aeródromo: a - Operação visual: Sim b - Operação instrumento não precisão: Sim c - Operação instrumento de precisão: Não	
15 - Código de referência de homologação: 3 - C	

ANEXO 4

DADOS CADASTRAIS DO AEROPORTO DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO.

Fichas cadastrais do Aeroporto de São José do Rio Preto

CARACTERÍSTICAS DO AEROPORTO

Aeroporto	SÃO JOSÉ DO RIO PRETO				
Endereço	AV. DOS ESTUDANTES S/N.º				
Telefone	(017) 233-1919	Fax	(017) 232-6911	CEP	15035-010
Latitude	20° 49' 19" S		Longitude	49° 24' 48" W	
Indicação ICAO ⁽¹⁾	SBSR	Horário de funcionamento		H 24	
Código de Pista	2	Tipo de Operação		IFR N̄ PREC.	
Altitude (m)	544	Área Patrimonial (ha)		86,20	
Temperatura de Ref.	32,3°C	Perímetro (m)		5305	
Tipo de Uso	PÚBLICO	Proprietário		DAESP	
Categoria contra Incêndio	Requerida	6	Categoria de arrecadação		C-3
	Disponível	1	Unidade Regional (UR)		2
Distância da Capital (Km)	Rodoviária		445	Aviação Regular	
	Aérea (Congonhas)		421		

ÁREA DE MOVIMENTO

Pista de Pouso e Decolagem

Dimensões (m)	1700 x 35	Designação da Cabeceira		07 - 25	
Capacidade	F-100 – B737	Possibilidade de expansão (m)		N	
Declividade Long. Máxima		1,18%	Declividade Long. Efetiva		0,94%
Cabeceira predominante	25	Resistência do Piso (PCN) ⁽²⁾		35/F/B/X/T	
Faixa de Pista (m)	1760 x 150	Área de Aproximação Rampa		1:40	
Natureza do Piso	ASFALTO	Área de Transição Rampa		1:5	

Pista de Rolamento/Taxi

Acesso à Cabeceira	07 - 25	Dimensões (m)		(190 x 23) (910 x 23)	
Natureza do Piso	ASFALTO	Distância Eixo a Eixo (m)		170	
Saída (m)	2 (60 X 23)	Distância cabeceira mais próxima (m)		0	

Pátio

Dimensões (m)	(250x140)	Distância da Borda ao Eixo da Pista (m)		80
	(96x60)			
Natureza do Piso	ASFALTO	Capacidade de Aviões		

EDIFICAÇÕES E INSTALAÇÕES

Terminal de Passageiros – área total (m ²)		600 + 1962		
Estacionamento de Veículos - n.º de Vagas		160	Natureza do Piso	ASFALTO
Terminal de carga	N			

AUXÍLIO À NAVEGAÇÃO

NDB ⁽³⁾	420KHZ – TAM	Torre de Controle	N
VOR ⁽⁴⁾	N	EPTA ⁽⁵⁾ / Jardim Meteorológico	DAESP
DME ⁽¹¹⁾	N		

AUXÍLIOS VISUAIS DIURNO

Indicadores de direção dos ventos (biruta)	S	Sinais de Eixo de Pista	S
Sinal de identificação do Aeroporto	N	Sinais de Cabeceira de Pista	S
Sinais Indicadores de Pista	S	Sinais de Guia de Taxi	S

SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

Farol Rotativo	S	Luzes de Taxi	S
Ind. Iluminado de Direção do Vento	S	Vasis ⁽⁶⁾	S – CAB 07
Luzes de Pista	S	Luzes de Obstáculos	S
Luzes de Cabeceira	S	Iluminação do Pátio	S

INFRA ESTRUTURA

Energia Elétrica	CPFL 11,2 KV	SESCINC ⁽⁷⁾	SIM
Gerador	45 KVA	Água	DAE
Esgoto	FOSSAS E POÇOS DE ABSORÇÃO		

EDIFICAÇÕES

Hangares	14	Cabine de Força (KF)	36 m ²
Unidades Residenciais	1	KC/KT ⁽⁸⁾	TAM

ABASTECIMENTO DE COMBUSTÍVEL P/ AERONAVES

Petrobrás	AVGAS ⁽⁹⁾ – JET ⁽¹⁰⁾	Shell	AVGAS ⁽⁹⁾ – JET ⁽¹⁰⁾
-----------	--	-------	--

SERVIÇOS OFERECIDOS

Restaurante	S	Banco	S
Lanchonete	S	Caixa Eletrônico	S
Correio	S	Sinalização Vertical no Ter. Pass.	S
Banca de Jornais e Revistas	S	Reserva de Hotéis	S
Locadora de Veículos	S	Área para Publicidade	S
Telefone Público	S	Veículos de Emergência	S
Ponto de Táxi	S	Transporte Interno p/ Passageiros	S
Ônibus Urbano	S	Área de pré embarque	S
Taxi Aéreo	S	Restituição de Bagagem	S
Companhias Aéreas Regulares	TAM – INTERBRASIL -RIO SUL - VASP		

OBS:

- 1 ICAO – Organização da Aviação Civil Internacional
- 2 PCN – Número de Classificação do Pavimento
- 3 NDB – Rádio Farol não Direcional
- 4 VOR – Radio Farol Onidirecional em VHF
- 5 EPTA – Estação Privada Telecomunicação Aeronáutica
- 11 Equipamento Radiotelemétrico

NA – Não Adequada
A – Adequada

- 6 VASIS – Sistema indicador de Rampa de Aproximação
- 7 SESCINC – Serviço de Salvamento e Combate à Incêndio
- 8 KC/KT – Casa de Transmissão e Mantenedor do NDB
- 9 AVGAS – Gasolina de Aviação
- 10 JET – Querosene de Aviação

S – Sim
N – Não

TABELA – DADOS CADASTRAIS

LEVANTAMENTO DE DADOS CADASTRAIS E CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
DADOS CADASTRAIS	
AEROPORTO: <i>SÃO JOSÉ DO RIO PRETO</i>	
ENDEREÇO: <i>AV. DOS ESTUDANTES, S/Nº</i>	
PROPRIETÁRIO: <i>DAESP</i>	
TELEFONE: <i>(0xx-17) 233-1919</i>	
ENDEREÇO ELETRÔNICO:	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
1 - INDICATIVO ICAO: <i>SBSR</i>	
2 - Coordenadas geográficas do centro geométrico da pista: a - Latitude: <i>20º 49' 19"S</i> b - Longitude: <i>049º 24' 48"W</i>	
3 - Altitude do ponto mais elevado da pista: <i>544m</i>	
4 - Dimensões da pista de pouso: <i>1.6400m x 35m</i>	
5 - Dimensões da pista de rolamento: <i>190 x 23m e 910 x 23m</i>	
6 - Largura da faixa de pouso: <i>1.760m x 150m</i>	
7 - Declividade longitudinal da pista: <i>0,94%</i>	
8 - Declividade longitudinal máxima em trecho de pista: <i>1,18%</i>	
9 - Natureza do piso e resistência: <i>Asfalto - 35/F/B/X/T</i>	
10 - Direção das pistas: <i>07 - 25</i>	
11 - Balizamento diurno: <i>Sim</i>	
12 - Balizamento noturno: <i>Sim</i>	
13 - Direção dos ventos predominantes: <i>SO(25)</i>	
14 - Operação do Aeródromo: a - Operação visual: <i>Sim</i> b - Operação instrumento não precisão: <i>Sim</i> c - Operação instrumento de precisão: <i>Não</i>	
15 - Código de referência de homologação: <i>3 - C</i>	

GLOSSÁRIO

- 1 – **Aeródromo** – Toda área destinada a pouso, decolagem e movimento de aeronave.
- 2 – **Aeródromo Civil** – Aeródromo destinado, em princípio, ao uso por aeronaves civis.
- 3 – **Aeródromo privado** – Aeródromo civil que só poderá ser utilizado com permissão de seu proprietário, sendo vedada sua exploração comercial.
- 4 – **Aeródromo público** – Aeródromo civil destinado ao tráfego de aeronaves em geral.
- 5 – **Aeroporto** – Todo aeródromo público dotado de instalações e facilidades para apoio de operações de aeronaves e de embarque e desembarque de pessoas e cargas.
- 6 – **Auxílios à navegação aérea** – Equipamentos destinados a proporcionar apoio à navegação aérea.
- 7 – **Baliza** – Artifício visual utilizado como meio auxiliar na sinalização de obstáculos.
- 8 – **Heliponto** – Aeródromo destinado exclusivamente a helicópteros.
- 9 – **Heliponto** – Heliponto público dotado de instalações e facilidades para apoio de operações de helicópteros, embarque e desembarque de pessoas e cargas.
- 10- **Obstáculos** – Acidente físico ou objeto de natureza temporária ou permanente, fixo ou móvel, situado em Zona de Proteção e que tenha altura superior ao gabarito fixado pelos diversos planos.
- 11- **Operação IFR-Não precisão** – Operação de aeronaves em aproximação sujeita às regras de voo por instrumentos, que utilizam para orientação auxílios à navegação de não-precisão, tais como: NDB, VOR, RECALADA e RADAR TERMINAL.
- 12- **Operação IFR-Precisão** – Operação de aeronaves em aproximação sujeita às regras de voo por instrumentos, que utilizam para orientação

informações de azimuth e rampa de planeio fornecidas por auxílios à navegação de precisão, tais como: ILS, RADAR DE APROXIMAÇÃO DE PRECISÃO e MLS.

13- Operação VFR – Operação de aeronaves sujeita às regras de voo visual.