

Rev	Modificação	Data	Projetista	Desenhista	Aprovo
 		Sítio AERÓDROMO DE GOIATUBA – GOIATUBA – GO			
Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes		Área do sítio GERAL			
Escala	Data DEZ/2023	Desenhista	Especialidade / Subespecialidade INFRAESTRUTURA / PAVIMENTAÇÃO		
AUTOR DO PROJETO Caio Cesar de Macedo e Silva Wandel Carlos Silva Brito		CREA / UF 6311-D/GO 300021482-D/BA	Tipo / Especificação do documento MEMÓRIA DE CÁLCULO		
VALIDADOR Gabriel Tertuliano		RUBRICA	Tipo de obra CONSTRUÇÃO		Classe geral do projeto ANTEPROJETO
APROVADOR Adriano Mendes Ribeiro		RUBRICA	Substitui a		Substituída por
RUBRICA DO AUTOR		REG. DE ARQUIVO	Codificação 01_MC_2023_GOIATUBA		

SUMÁRIO

1. OBJETIVO 3

2. NORMAS 3

3. METODOLOGIA 3

4. DIMENSIONAMENTO 4

4.1 AERONAVES DE PROJETO..... 4

4.2 MATERIAL DOS PAVIMENTOS 5

4.3 INFORMAÇÕES ADICIONAIS 6

ANEXO I 7

1. OBJETIVO

Este documento tem por finalidade descrever os critérios de concepção e cálculos que nortearam o **ANTEPROJETO DO REVESTIMENTO EM PAVIMENTO FLEXÍVEL DA PISTA DE POUSO E DECOLAGEM (PPD), DA TAXIWAY E DO PÁTIO DE AERONAVES DO AERÓDROMO DE GOIATUBA.**

2. NORMAS

Para elaboração desse dimensionamento foram observadas as seguintes normas:

- Normas da FAA:
 - AC 150/5320-6G – Airport Pavement Design and Evaluation;
 - AC 150/5370-11B – Use of Nondestructive Testing in the Evaluation of Airport Pavements.

3. METODOLOGIA

A metodologia empregada para a análise do dimensionamento do pavimento do Aeródromo de Goiatuba - GO baseou-se nos métodos da Federal Aviation Administration (FAA), utilizando o software FAARFIELD 2.1. A realização do dimensionamento de um pavimento aeroportuário envolve a determinação da espessura total e individual de cada camada, bem como a especificação dos materiais a serem empregados. Para compreender e realizar o dimensionamento, a espessura do pavimento é estabelecida com base em valores coerentes das propriedades de resistência do solo, expressas pelo módulo de elasticidade do subleito, e nas demandas das aeronaves de projeto.

As seguintes variáveis foram consideradas durante o processo de dimensionamento do pavimento:

- **Tipo de estrutura:** Pavimento flexível;
- **Detalhes das Camadas:** Um estudo do solo foi conduzido, identificando uma camada de cascalho com aproximadamente 40 cm de espessura sobre o subleito. Essa informação foi utilizada como dados de entrada no software FAARFIELD para definir as características das camadas.

- **Tráfego:** Conforme as orientações normativas, foi incluído um rol de aeronaves para a verificação do dimensionamento. Dados como modelo das aeronaves, quantidade, taxa de crescimento anual do tráfego, número de decolagens anuais e peso máximo de decolagem foram inseridos a partir da biblioteca disponível no FAARFIELD. No caso deste dimensionamento, foram utilizadas aeronaves presentes nos Aeródromos do estado de Goiás, sendo a aeronave Fokker 50 adotada para simular a operação da aeronave ATR-72-600. Essa escolha foi feita devido à relevância da aeronave ATR-72-600 em operações comerciais, validando assim a estrutura do pavimento para a operação de uma aeronave desse porte.

4. DIMENSIONAMENTO

4.1 AERONAVES DE PROJETO

Os modelos incluídos no mix de aeronaves de projeto foram escolhidos com base em critérios específicos. Para orientar essa seleção, foram utilizadas informações das aeronaves que operam nos aeródromos do estado de Goiás, especialmente aqueles administrados pela Agência Goiana de Infraestrutura e Transporte - GOINFRA. É importante ressaltar que a maioria dos aeródromos sob gestão da GOINFRA não apresenta um volume significativo de operações anuais. A norma estabelece um mínimo de 1200 operações anuais para o dimensionamento do pavimento, sendo assim, uma estimativa e previsão de crescimento anual foi considerada.

A seguir, apresentamos as aeronaves utilizadas no dimensionamento, juntamente com o peso total de decolagem:

Aeronave	Peso de Decolagem (kg)
Beechcraft Bonanza F33A	1548
Cessna 208B Grand Caravan EX	3969
Cessna C441 Conquest II	4502
Beechcraft King Air B200	5711
Beechcraft King Air 300	6396
Cessna Citation II/Bravo C550/551	6804
Beechcraft King Air 350	6849
Cessna Citation VI/VII	10523
Fokker 27	19777
Fokker 50	20820

Tabela 1 - Mix de Aeronaves de Projeto.

Modelos de aeronaves foram escolhidos para compor o mix de projeto, dando prioridade a aeronaves idênticas ou com características de peso e configuração de trens de pouso semelhantes às que operam nos aeródromos do estado de Goiás.

4.2 MATERIAL DOS PAVIMENTOS

Após a definição dos dados de projeto, estudo de tráfego, mix de aeronaves, número de decolagens anuais e sua taxa de crescimento, deu-se início ao dimensionamento das camadas do pavimento. Optou-se pelo tipo de pavimento flexível, executado em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), e estabeleceu-se uma vida útil de projeto de 20 anos.

Ao determinar o tipo de pavimento, o programa carregou dados de materiais específicos para cada camada do pavimento. No projeto, foram utilizadas as camadas para base e subleito de acordo com as condições encontradas in loco e as características do ensaio realizado. A nomenclatura das camadas foi extraída da Circular AC 150/5320-6G (FAA, 2021). A Figura 1 apresenta as informações dos materiais utilizados pelo software FAARFIELD 2.1, baseando-se em dados de campo e nas necessidades do projeto, para a obtenção dos resultados.

Structure

Job Name: PAVIMENTO AERODROMO GO Thickness Design Run Status Gear Structure

Structure Name: PPD ☒ Include in Summary Report ☐ Add To Batch

Pavement Layers

Pavement Type: HMA on Aggregate

	Material	Thickness (mm)	E (MPa)	CBR
	P-401/P-403 HMA Surface	76	1.378,95	
-->	P-208 Crushed Aggregate	146	273,50	
	Subgrade		103,42	10

P-401/P-403 HMA Surface

Figura 1 - Dimensionamento do pavimento com definições das camadas no software FAARFIELD 2.1.

4.3 INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Com base no ensaio realizado in loco, foi identificada uma camada de 400 mm de cascalho sobre um subleito, cujo Índice de Suporte Califórnia (I.S.C), ou CBR, foi determinado no ensaio com um valor mínimo de 39,70%. Contudo, por medida de segurança e considerando a precariedade do ensaio, estabeleceu-se um valor de I.S.C de 10,0% para o subleito, uma quantidade razoável para os parâmetros deste tipo de projeto.

Adicionalmente, definiu-se uma base de cascalho com espessura de 400 mm, conforme observado no ensaio in loco. Para o pavimento flexível, determinou-se uma camada de 76 mm, que representa o mínimo permitido pelo programa, uma vez que a norma estabelece um mínimo de 75 mm para pavimentos submetidos a cargas de até, aproximadamente, 27 toneladas.

Com a análise dos dados de entrada e considerando uma vida útil de 20 anos, foi previsto um ajuste na camada de cascalho, reduzindo a espessura da base de cascalho de 400 mm para 146 mm e estabelecendo uma espessura total do pavimento de 222 mm.

Diante desse resultado, foi decidida a realização de uma escarificação do cascalho existente até uma profundidade de 200 mm, seguida pela compactação. Esses procedimentos serão detalhados na Especificação Técnica Específica (ETE) deste Anteprojeto.

Para mais detalhes sobre esse dimensionamento, consulte o Anexo I.

ANEXO I

Federal Aviation Administration FAARFIELD 2.1 Structure Report

FAARFIELD 2.1 (Build 10/09/2023)

Job Name: PAVIMENTO AERODROMO GOIATUBA

Structure: PPD

Analysis Type: HMA on Aggregate

Last Run: Life/Compaction Analysis 2023-12-22 10:26:12

Calculated Life = 20,0 Years

Total thickness to the top of the subgrade = 222mm

Pavement Structure Information by Layer

No.	Type	Thickness (mm)	Modulus (MPa)	CBR	Poisson's Ratio	Strength R (MPa)
1	P-401/P-403 HMA Surface	76	1.378,95	0	0.35	0
2	P-208 Crushed Aggregate	146	273,50	0	0.35	0
3	Subgrade	0	103,42	10	0.35	0

Airplane Information

No.	Name	Gross Wt. (kg)	Annual Departures	% Annual Growth
1	Beechcraft King Air 350	6.849	364	5
2	Cessna 208B Grand Caravan EX	3.969	208	5
3	Beechcraft King Air B200	5.711	364	5
4	Cessna Citation VI/VII	10.523	104	2
5	Fokker 50	20.820	52	1
6	Beechcraft King Air 300	6.396	364	5
7	Beechcraft Bonanza F33A	1.548	800	10
8	Cessna Citation II/Bravo C550/551	6.804	104	2
9	Fokker F27	19.777	52	1
10	Cessna C441 Conquest II	4.502	208	5

Additional Airplane Information

Subgrade CDF

No.	Name	CDF Contribution	CDF Max for Airplane	P/C Ratio
1	Beechcraft King Air 350	0,00	0,00	3,05
2	Cessna 208B Grand Caravan EX	0,00	0,00	5,02
3	Beechcraft King Air B200	0,00	0,00	3,12
4	Cessna Citation VI/VII	0,00	0,07	3,34
5	Fokker 50	0,20	0,32	2,18
6	Beechcraft King Air 300	0,00	0,00	3,07
7	Beechcraft Bonanza F33A	0,00	0,00	5,36
8	Cessna Citation II/Bravo C550/551	0,00	0,01	5,03
9	Fokker F27	0,79	0,84	2,51
10	Cessna C441 Conquest II	0,00	0,00	5,17

HMA CDF

No.	Name	CDF Contribution	CDF Max for Airplane	P/C Ratio
1	Beechcraft King Air 350	0,00	0,00	4,57
2	Cessna 208B Grand Caravan EX	0,00	0,00	7,96
3	Beechcraft King Air B200	0,00	0,00	4,94
4	Cessna Citation VI/VII	0,01	0,01	4,81
5	Fokker 50	0,00	0,00	3,11
6	Beechcraft King Air 300	0,00	0,00	4,67
7	Beechcraft Bonanza F33A	0,00	0,00	8,85
8	Cessna Citation II/Bravo C550/551	0,00	0,00	7,99
9	Fokker F27	0,00	0,01	3,88
10	Cessna C441 Conquest II	0,00	0,00	8,32

Subgrade Compaction Requirements

NonCohesive Soil

Percent Maximum Dry Density(%)	Depth of compaction from pavement surface (mm)	Depth of compaction from top of subgrade (mm)	Critical Airplane for Compaction
100	0 - 401	0 - 180	Fokker F27
95	401 - 784	180 - 562	Fokker F27
90	784 - 1195	562 - 973	Fokker 50
85	1195 - 1682	973 - 1460	Fokker 50

Cohesive Soil

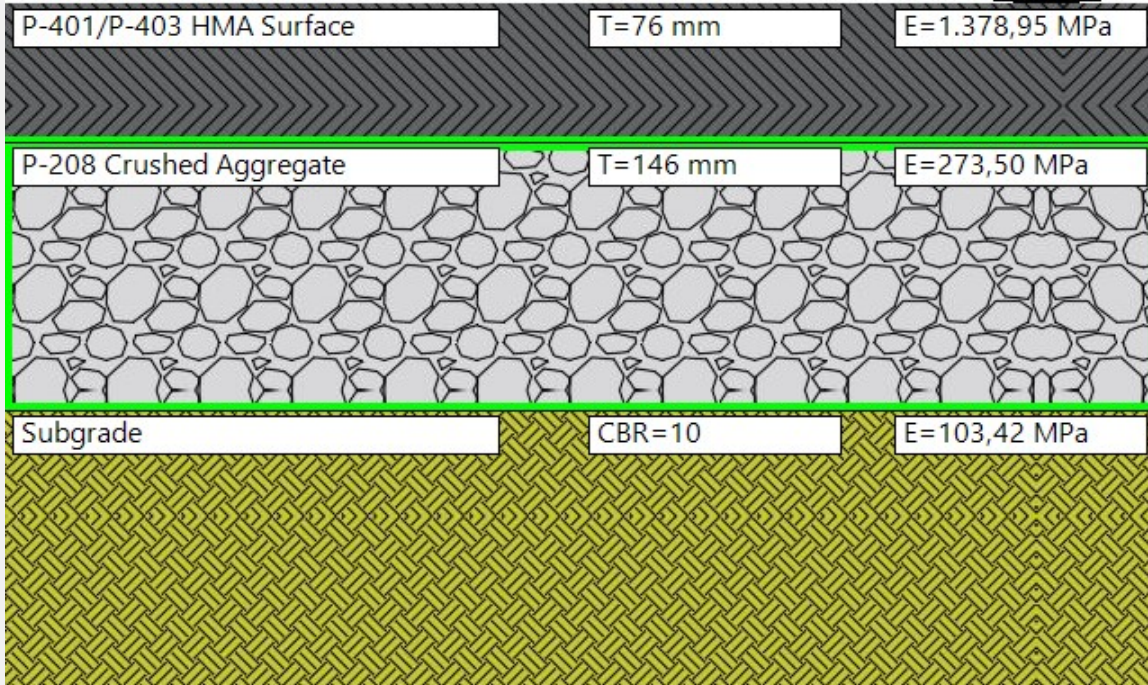
Percent Maximum Dry Density(%)	Depth of compaction from pavement surface (mm)	Depth of compaction from top of subgrade (mm)	Critical Airplane for Compaction
95	0 - 372	0 - 150	Fokker F27
90	372 - 637	150 - 415	Fokker F27
85	637 - 902	415 - 680	Fokker F27
80	902 - 1177	680 - 955	Fokker 50

Subgrade Compaction Notes:

1. Noncohesive soils, for the purpose of determining compaction control, are those with a plasticity index (PI) less than 3.
2. Tabulated values indicate depth ranges within which densities should equal or exceed the indicated percentage of the maximum dry density as specified in item P-152.
3. Maximum dry density is determined using ASTM Method D 698.
4. The subgrade in cut areas should have natural densities shown or should (a) be compacted from the surface to achieve the required densities, (b) be removed and replaced at the densities shown, or (c) when economics and grades permit, be covered with sufficient select or subbase material so that the uncompacted subgrade is at a depth where the in-place densities are satisfactory.
5. For swelling soils refer to AC 150/5320-6F paragraph 3.10.

NOTE:

User is responsible for checking frost protection requirements.



Federal Aviation Administration FAARFIELD CDF Graph

FAARFIELD 2.1 (Build 10/09/2023)

Job Name: PAVIMENTO AERODROMO GOIATUBA

Structure: PPD

Analysis Type: HMA on Aggregate

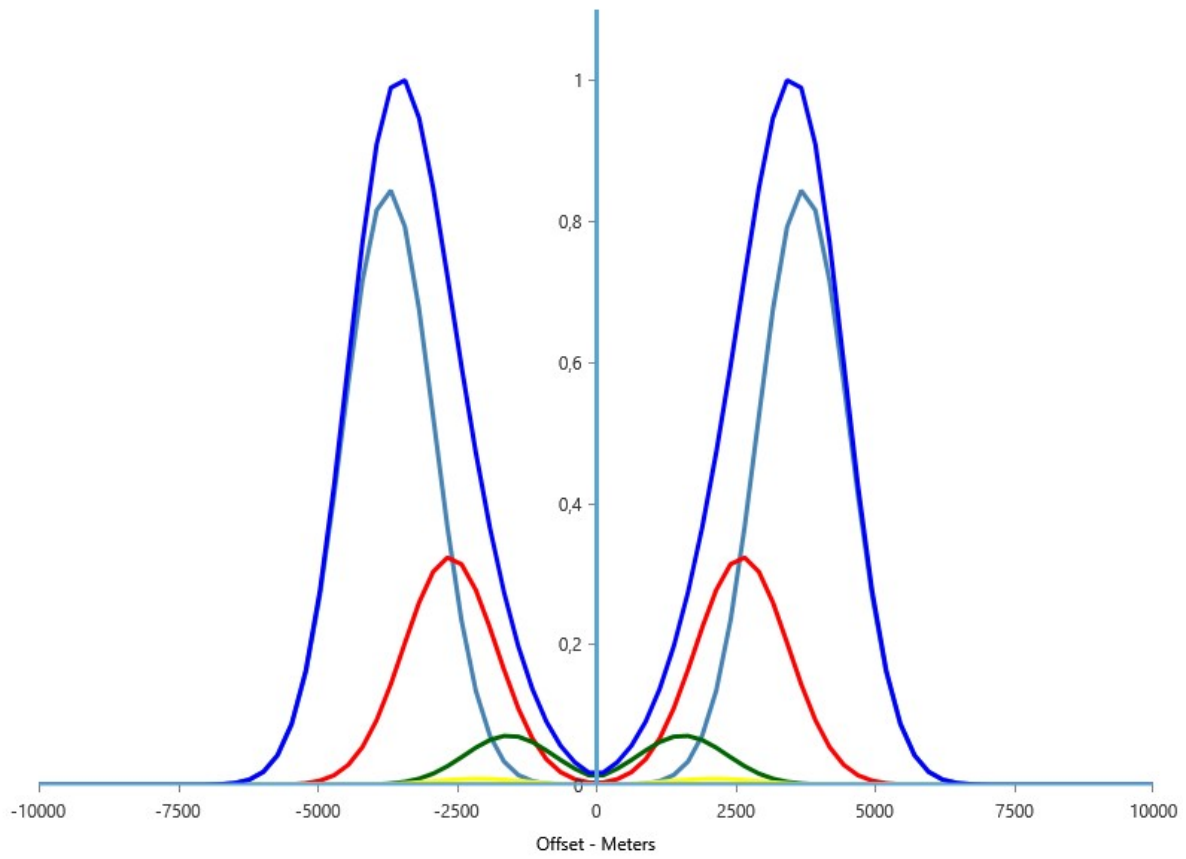
Analysis Run Time: None

Last Run: Life/Compaction Analysis

Design Life = 20,0 Years

Total thickness to the top of the subgrade = 222mm

PAVIMENTO AERODROMO GOIATUBA: PPD



- Cumulative CDF
- Fokker F27
- Fokker 50
- Cessna Citation VI/VII
- Cessna Citation II/Bravo C550/551
- Beechcraft Bonanza F33A
- Beechcraft King Air 350
- Beechcraft King Air 300
- Beechcraft King Air B200
- Cessna 208B Grand Caravan EX
- Cessna C441 Conquest II