INFRAMS
ENGENHARIA

PROJETO DE ENGENHARIA

RESPONSÁVEL TÉCNICO: ENG° CIVIL MARCIO MACHADO MEDEIROS

Campo Grande – MS, Maio de 2025

AERÓDROMO NO PORTO SÃO PEDRO
CORUMBÁ / MS

MAIO / 2025
PROJETO EXECUTIVO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mapa de Situação do Pantanal
Figura 2 – Ilustração Conceitual da Implantação do Aeródromo São Pedro
Figura 3 – Vista Geral da Área do Aeródromo São Pedro
Figura 4 – Vista Lateral da Área do Aeródromo São Pedro
Figura 5 – Área de Implantação da Pista com Vegetação Adjacente
Figura 6 – Área Arborizada Próxima à Implantação da Pista
Figura 7 – Presença de Acúmulo de Água na Área do Aeródromo
Figura 8 – Extremidade da Área do Aeródromo
Figura 9 – Vista Aérea da Pista e Infraestrutura do Aeródromo
Figura 10 – Vista Aérea da Pista em Direção ao Interior da Região
Figura 11 – Vista Aérea da Região do Aeródromo Durante Enchente Histórica de 2023
Figura 12 – Área do Aeródromo Durante Enchente Histórica de 2023
Figura 13 – Mapa de Localização da Obra
Figura 14 – Solos Presentes na Região
Figura 15 – Execução de Sondagens a Trado
Figura 16 – Mapa de Localização dos Furos de Sondagem
Figura 17a Figura 32 – Execução dos Furos de Sondagem
Figura 33 – Cheia Histórica de 2023 – Rio Paraguai
Figura 34 – Principais Bacias Hidrográficas do Pantanal
Figura 35 - Dados da Estação
Figura 36 - Estação Amolar (Corumbá/MS)
Figura 37 - Mapa de isozonas
Figura 38 – Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)
Figura 39 – Diferença de Coordenada a Priori
Figura 40 – Seção tipo – Aterro – Pista de Pouso e Decolagem
Figura 41 – Seção tipo – Aterro – Pátio
Figura 42 – Seção tipo – Aterro – Pista Táxi
Figura 43 – Seção tipo – Empréstimo Lateral
Figura 44 – ATR 42-300 – Especificações

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Sondagens a Trado

Quadro 2 – Relatório de Sondagens 01

Quadro 3 – Relatório de Sondagens 02

Quadro 4 – Relatório de Sondagens 03

Quadro 5 – Relatório de Sondagens 04

Quadro 6 – Relatório de Sondagens 05

Quadro 7 – Relatório de Sondagens 06

Quadro 8 – Relatório de Sondagens 07

Quadro 9 – Relatório de Sondagens 08

Quadro 10 – Relatório de Sondagens 09

Quadro 11 – Relatório de Sondagens – Material de Base – Cascalho

Quadro 12 – Relatório de Sondagens – Material de Base – Cascalho com adição 1% de cimento

Quadro 13 – Relatório de Sondagens – Material de Base – Cascalho com adição 2% de cimento

SUMÁRIO

SEÇÃO 01 – APRESENTAÇÃO 6
1 APRESENTAÇÃO 7
1.1 OBJETIVO 7
1.2 JUSTIFICATIVA DO PROJETO 7
1.3 ESCOPO DO PROJETO 8
1.4 DADOS DO CONTRATO 10
1.5 NORMAS E REGULAMENTAÇÕES APLICÁVEIS 11
1.6 ESTRUTURA DO DOCUMENTO 11
1.7 RELATÓRIO FOTOGRÁFICO 12
SEÇÃO 02 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO 18
2 MAPA DE LOCALIZAÇÃO 19
SEÇÃO 03 – ESTUDOS TÉCNICOS 20
3 ESTUDOS TÉCNICOS 21
3.1 ESTUDOS GEOLÓGICOS 21
3.2 ESTUDOS GEOTÉCNICOS 24
3.3 ESTUDOS HIDROLÓGICOS 75
3.4 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS 89
SEÇÃO 04 – PROJETOS 95
4 PROJETOS 96
4.1 PROJETO DE TERRAPLENAGEM 96
4.2 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO – REVESTIMENTO PRIMÁRIO 103
4.3 PROJETO DE DRENAGEM 106
4.4 PLANO BÁSICO DE ZONA DE PROTEÇÃO DE AEDÓDROMO - PBZPA115
4.5 PROJETOS DE SINALIZAÇÃO 117
4.6 OBRAS COMPLEMENTARES 119
4.7 CANTEIRO DE OBRAS 121
SEÇÃO 05 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 124
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 125

SEÇÃO 01 – APRESENTAÇÃO

1 APRESENTAÇÃO

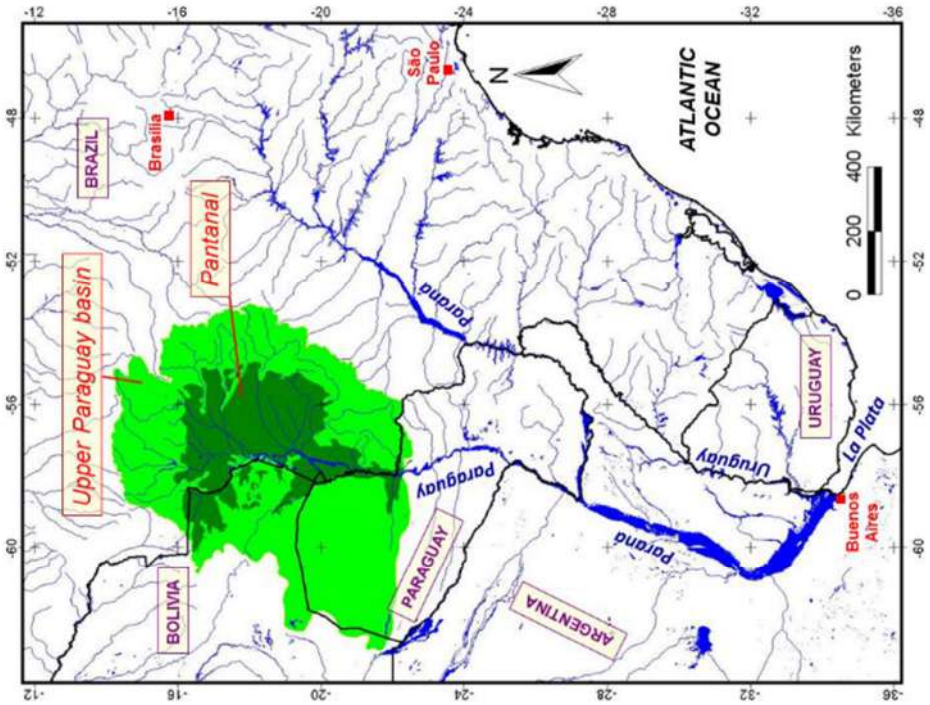
1.1 OBJETIVO

O presente Memorial Descritivo tem como finalidade apresentar os aspectos técnicos e metodológicos do projeto de implantação do Aeródromo São Pedro, localizado na região do Porto São Pedro, no Pantanal Sul-Mato-Grossense. A infraestrutura proposta visa proporcionar um acesso aéreo seguro e eficiente à região, contribuindo para a logística local, o transporte de passageiros e cargas, além do suporte a operações estratégicas, como o combate a incêndios florestais e a integração regional.

1.2 JUSTIFICATIVA DO PROJETO

O Aeródromo São Pedro está situado em uma área de grande relevância ambiental e econômica, sendo um ponto estratégico para a navegação aérea no Pantanal. Durante o período de cheias, as dificuldades de acesso terrestre tornam essa estrutura essencial para a mobilidade regional.

***Figura 1** – Mapa de Situação do Pantanal*



Fonte: *WCS Brasil (2007).*

Além disso, a implantação do aeródromo atende a diretrizes governamentais e iniciativas voltadas à preservação ambiental e combate a incêndios, em alinhamento com os esforços do Governo do Mato Grosso do Sul na construção de pistas estratégicas para apoio a aeronaves de combate ao fogo e operações de fiscalização.

O projeto segue rigorosamente as normas técnicas estabelecidas pela Diretoria de Engenharia da Aeronáutica (DIRENG) e pela Infraero, garantindo que a infraestrutura atenda aos padrões nacionais e internacionais de segurança e operação.

1.3 ESCOPO DO PROJETO

O projeto do aeródromo abrange estudos detalhados das condições topográficas, geotécnicas, hidrológicas, de movimentação de terras, pavimentação em revestimento primário e drenagem, considerando as características geológicas e ambientais da região. A seleção dos materiais e métodos construtivos foi feita com o objetivo de garantir a resistência e viabilidade da infraestrutura ao longo do ano, mesmo com o regime hidrológico variável do Pantanal.

A estrutura projetada do aeródromo inclui:

- Pista de pouso e decolagem com revestimento primário, dimensionada para suportar as operações previstas.
- Pista de taxiway e pátio de aeronaves, garantindo a movimentação segura no aeródromo.
- Sistema de drenagem, projetado para lidar com as condições hidrológicas locais.

Para contextualizar visualmente os elementos abordados neste relatório, apresenta-se a seguir uma ilustração conceitual da implantação do Aeródromo São Pedro. A imagem tem caráter meramente representativo e visa oferecer uma noção geral da tipologia da pista, da ocupação da área e da ambientação natural da região onde será implantada a infraestrutura.

Embora não represente com exatidão o projeto executivo, a imagem contribui para a compreensão espacial do escopo proposto.

Figura 2 – *Ilustração Conceitual da Implantação do Aeródromo São Pedro*

Fonte: *o Autor (2025).*

1.4 DADOS DO CONTRATO

A seguir, apresentam-se os principais dados relacionados à formalização do presente contrato de prestação de serviços:

- Cliente: Armando Carlos Arruda de Lacerda – CPF: 022.663.181-87
- Empresa contratada: Inframs Engenharia Ltda – CNPJ: 55.122.357/0001-34
- Responsável técnico: Eng. Civil Márcio Machado Medeiros – CREA-MS 68.051

Dados de contato da empresa executora:

- Inframs Engenharia Ltda, 328 – Sala 92
- Bairro Jardim dos Estados – Campo Grande/MS – CEP 79020-336
- Telefone: (67) 9 9983-3984
- E-mail: adm@inframs.eng.br

1.5 NORMAS E REGULAMENTAÇÕES APLICÁVEIS

O projeto segue as diretrizes estabelecidas por normas técnicas nacionais e internacionais, incluindo:

- Anexo 14 da OACI (Organização da Aviação Civil Internacional), que trata dos padrões e recomendações para aeródromos;
- Portaria 08/DIR da Aeronáutica, que estabelece as especificações gerais para obras de infraestrutura aeroportuária;
- Normas DIRENG e INFRAERO, que regulamentam aspectos como pavimentação, drenagem e segurança operacional.

1.6 ESTRUTURA DO DOCUMENTO

Este memorial descritivo está estruturado conforme as diretrizes para projetos executivos de aeródromos e contém as seguintes seções principais:

- Seção 01 – Apresentação
- Seção 02 – Mapa de Localização: Contextualização geográfica e estratégica do aeródromo.
- Seção 03 – Estudos Técnicos
    - ✓ Estudos Geológicos e Geotécnicos: Caracterização do solo e sua influência na construção;
    - ✓ Estudos Hidrológicos: Definição da cota de enchente máxima e impacto na drenagem;
    - ✓ Estudos Topográficos: Levantamento e modelagem do terreno;
- Seção 04 – Projetos
    - ✓ Terraplenagem: Movimentação de terras e DMTs;
    - ✓ Pavimentação – Revestimento Primário: Definição do revestimento primário e critérios construtivos;
    - ✓ Drenagem: Soluções para controle de escoamento e infraestrutura hidráulica;
    - ✓ Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo – PBZPA;

- ✓ Sinalização: Marcação horizontal e dispositivos de orientação;
- ✓ Obras complementares: Estruturas adicionais necessárias ao funcionamento do aeródromo;
- ✓ Canteiro de Obras: Planejamento logístico da construção.

- Seção 05 – Referências Bibliográficas

1.7 RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

O projeto segue as diretrizes estabelecidas por normas técnicas nacionais e internacionais, incluindo:

Este item apresentará imagens do local do Aeródromo São Pedro, evidenciando aspectos como:

- Condições do terreno (topografia, vegetação, possíveis obstáculos);
- Características geológicas e geotécnicas observáveis;
- Situação do acesso e da logística de transporte;
- Condições hidrológicas (presença de corpos d'água, drenagem natural);
- Infraestruturas próximas ou interferências que possam impactar a obra.

Figura 3 – *Vista Geral da Área do Aeródromo São Pedro*

Fonte: *o Autor (2025).*

Figura 4 – *Vista Lateral da Área do Aeródromo São Pedro*

Fonte: *o Autor (2025).*

Figura 5 – *Área de Implantação da Pista com Vegetação Adjacente*

Fonte: *o Autor (2025).*

Figura 6 – *Área Arborizada Próxima à Implantação da Pista*

Fonte: *o Autor (2025).*

Figura 7 – *Presença de Acúmulo de Água na Área do Aeródromo*

Fonte: o Autor (2025).

Figura 8 – *Extremidade da Área do Aeródromo*

Fonte: *o Autor (2025).*

Figura 9 – *Vista Aérea da Pista e Infraestrutura do Aeródromo*

Fonte: o Autor (2025).

Figura 10 – *Vista Aérea da Pista em Direção ao Interior da Região*

Fonte: *o Autor (2025).*

Figura 11 – *Vista Aérea da Região do Aeródromo Durante Enchente Histórica de 2023*

Fonte: *o Autor (2023).*

Figura 12 – *Área do Aeródromo Durante Enchente Histórica de 2023*

Fonte: *o Autor (2023).*

SEÇÃO 02 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO

2 MAPA DE LOCALIZAÇÃO

Figura 13 *– Mapa de Localização da Obra*

Fonte: *o Autor (2025).*

SEÇÃO 03 – ESTUDOS TÉCNICOS

3 ESTUDOS TÉCNICOS

3.1 ESTUDOS GEOLÓGICOS

3.1.1 Introdução

O presente estudo geológico tem como objetivo caracterizar a geologia da região do Aeródromo São Pedro, fornecendo informações essenciais para o planejamento da implantação da infraestrutura aeroportuária. A investigação geológica permite compreender a origem e a composição dos solos, sua relação com os processos de sedimentação e a influência dos fatores ambientais, como o regime hidrológico do Pantanal. A área de estudo está inserida em uma região de formação geológica recente, sujeita a intensos processos de deposição sedimentar. O conhecimento dessas características é fundamental para a definição das diretrizes construtivas, auxiliando no planejamento da movimentação de terra e na escolha dos materiais e técnicas adequadas para a estabilização do terreno.

3.1.2 Contexto Geológico Regional

O Aeródromo São Pedro está localizado na região do Pantanal Sul-Mato-Grossense, uma vasta planície de inundação formada por depósitos aluvionares ao longo de milhares de anos. A geomorfologia local é caracterizada por uma sucessão de baixadas alagáveis, cordões arenosos e depressões hídricas, elementos típicos do ambiente deposicional pantaneiro.

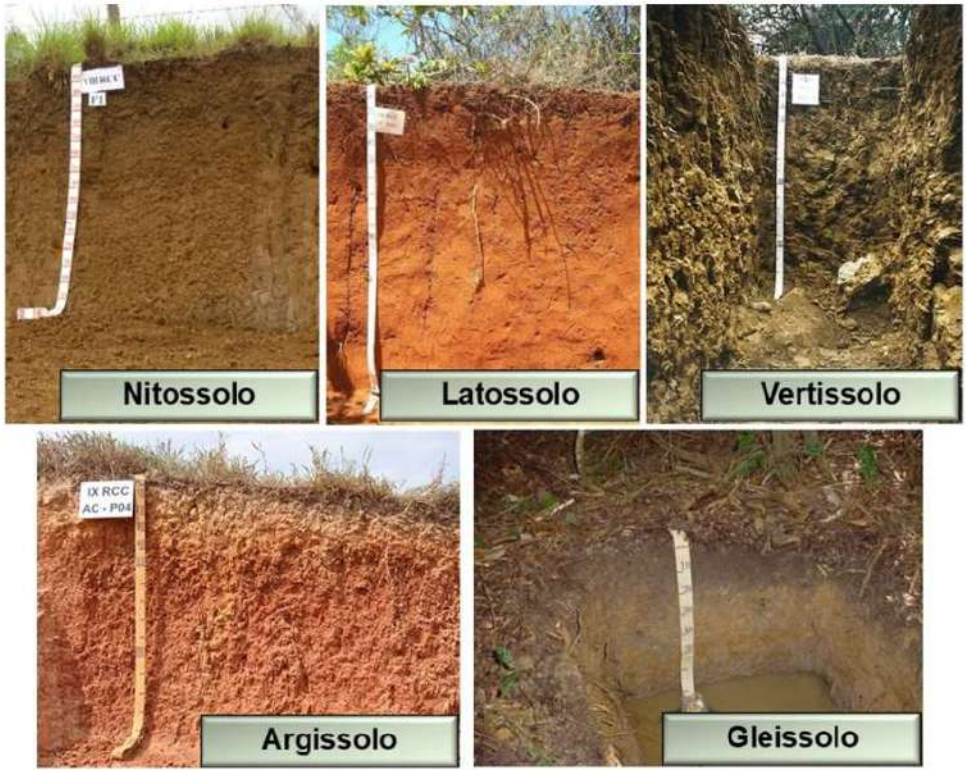
A unidade geológica predominante da área do aeródromo pertence ao Grupo Pantanal, constituído essencialmente por sedimentos inconsolidados, como:

- Argilas e siltes finos, resultantes da deposição em ambiente lacustre e fluvial;
- Areias finas e médias, depositadas por eventos de inundação de transporte hídricos;
- Camadas orgânicas dispersas, com presença de matéria orgânica proveniente da vegetação pantaneira.

O substrato da região é fortemente influenciado pelo lençol freático elevado, que varia sazonalmente conforme os ciclos de cheia e estiagem. A presença de camadas de solo saturado e a baixa permeabilidade dos sedimentos finos afetam diretamente a estabilidade do terreno, exigindo soluções específicas para implantação da pista e demais estruturas do aeródromo.

A diversidade de solos na região do Pantanal está diretamente relacionada às variações geológicas e hidrológicas que caracterizam sua paisagem. A imagem abaixo ilustra alguns dos principais tipos de solos encontrados na região, incluindo Nitossolos, Latossolos, Argissolos, Vertissolos e Gleissolos. Esses solos apresentam características distintas, influenciando diretamente sua capacidade de drenagem, fertilidade e uso para atividades agropecuárias e infraestruturais. Os Latossolos e Argissolos, por exemplo, são mais comuns em áreas de maior estabilidade geomorfológica, enquanto os Gleissolos ocorrem em ambientes com influência direta da saturação hídrica, típicos das planícies alagáveis do Pantanal. Já os Vertissolos possuem alta plasticidade e retração, sendo comuns em áreas com maior influência de sedimentos argilosos. A presença desses diferentes tipos de solo ressalta a complexidade geológica da região e a necessidade de estudos detalhados para qualquer intervenção ambiental ou de engenharia.

***Figura 14** – Solos Presentes na Região*



***Fonte:** PMDBBS (2009).*

3.1.3 Formação e Processos Geológicos Atuais

A dinâmica geológica da região do Pantanal é marcada por processos de sedimentação contínuos, resultantes da ação dos rios que transportam e depositam materiais ao longo da planície. Entre os principais processos identificados na área do aeródromo, destacam-se:

- Deposição fluvial: Formação de camadas sedimentares devido à deposição de partículas transportadas pelo Rio Paraguai e seus afluentes.
- Compactação natural do solo: A ação da umidade e da carga sedimentar gera a consolidação lenta dos materiais depositados.
- Variação do lençol freático: Os níveis de água subterrânea oscilam conforme as estações do ano, influenciando diretamente a resistência do solo.

A instabilidade desses processos geológicos reforça a necessidade de adoção de técnicas de estabilização e drenagem eficientes, garantindo a segurança e a durabilidade da infraestrutura do aeródromo.

3.1.4 Considerações para o Projeto

Com base nos estudos geológicos realizados, algumas diretrizes devem ser consideradas na concepção do aeródromo:

- Atenção à compactação dos sedimentos superficiais, uma vez que os solos argilosos e silto-argilosos apresentam baixa resistência natural.
- Monitoramento do lençol freático para prever possíveis variações sazonais que possam comprometer a estabilidade da pista.
- Possível necessidade de remoção e substituição de material em trechos onde os solos apresentam alta saturação ou camadas orgânicas excessivas.

3.1.5 Conclusão

O estudo geológico demonstra que a região do Aeródromo São Pedro é composta por sedimentos recentes e de baixa consolidação, exigindo um planejamento cuidadoso para a implantação da infraestrutura aeroportuária. A influência do regime hidrológico local deve ser considerada em todas as etapas do projeto, desde a terraplenagem até a execução do revestimento, garantindo a funcionalidade e a longevidade da obra.

3.2 ESTUDOS GEOTÉCNICOS

3.2.1 Introdução

Os estudos geotécnicos realizados na área do Aeródromo São Pedro tiveram como objetivo caracterizar o comportamento mecânico dos solos, avaliando sua capacidade de suporte e resposta às solicitações da infraestrutura aeroportuária. Esses estudos são fundamentais para subsidiar o projeto de terraplenagem, dimensionamento da pista e das demais áreas operacionais, garantindo a segurança e a estabilidade da obra ao longo do tempo.

A área do aeródromo encontra-se inserida em uma região com solos predominantemente argilosos e silto-argilosos, caracterizados por baixa resistência e

elevada compressibilidade. Além disso, a influência direta do lençol freático exige soluções específicas para evitar recalques diferenciais e garantir a durabilidade das estruturas.

3.2.2 Metodologia

Para a caracterização geotécnica do terreno, foram realizados ensaios de campo e laboratório, seguindo as normas da ABNT e DNIT, abrangendo os seguintes procedimentos:

- Sondagens a trado, utilizadas para reconhecimento do perfil do solo e coleta de amostras;
- Ensaios de granulometria e limites de Atterberg, para classificação dos solos;
- Ensaios de compactação Proctor para determinação da umidade ótima e do peso específico aparente seco;
- Índice de Suporte Califórnia (ISC) para avaliação da resistência mecânica do solo sob cargas aplicadas.

Esses ensaios forneceram parâmetros essenciais para a definição das soluções de engenharia aplicáveis ao projeto do aeródromo, garantindo a compatibilidade entre as condições do solo e as exigências operacionais da pista.

***Figura 15** – Execução de Sondagens a Trado*

***Fonte:** FX Sondagens (2021).*

3.2.3 Caracterização Geotécnica do Solo

Os ensaios realizados indicaram que o subsolo da área do Aeródromo São Pedro é composto majoritariamente por solos argilosos e silto-argilosos, com presença de camadas arenosas em profundidades variáveis. A classificação dos materiais, conforme a ABNT NBR 6502/1995, identifica solos de baixa coesão, com baixa capacidade de suporte natural e tendência a expansões volumétricas em períodos úmidos.

A variação sazonal do nível do lençol freático é outro fator relevante, uma vez que, durante o período de cheia, ocorre elevação da umidade do solo, reduzindo sua resistência e favorecendo processos de recalque.

3.2.4 Considerações para Revestimento Primário

Considerando que a estrutura da pista será executada com revestimento primário, os valores de Índice de Suporte Califórnia (ISC) obtidos nos ensaios geotécnicos — ainda que, em alguns trechos, estejam abaixo dos parâmetros usualmente adotados para pavimentos flexíveis ou rígidos — podem ser admitidos como compatíveis com a solução proposta, desde que sejam adotadas medidas de engenharia que garantam o desempenho funcional da estrutura.

Ressalta-se a importância de se garantir adequada compactação do subleito, controle da umidade durante a execução e dimensionamento eficiente da espessura da camada de reforço. Recomenda-se atenção especial às regiões onde o ISC for inferior a 5%, devendo-se prever, nestes casos, a substituição ou estabilização dos materiais existentes, de forma a mitigar deformações plásticas e garantir a capacidade de suporte mínima para o tráfego pretendido.

Complementarmente, a utilização de material granular selecionado para a formação da base da pista é essencial para assegurar a integridade estrutural ao longo do tempo, considerando as características da operação e os dados de suporte disponíveis.

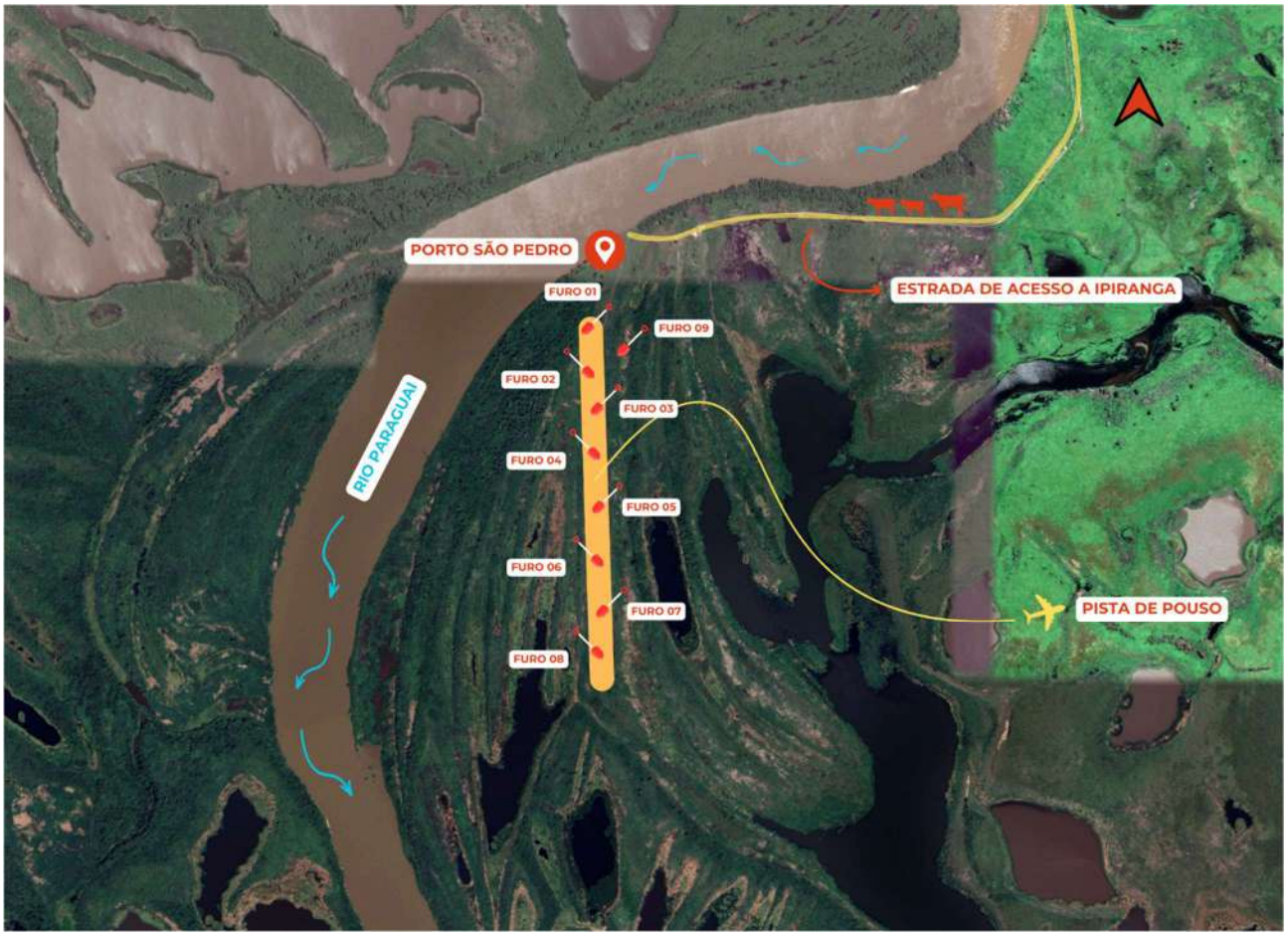
3.2.5 Resultados

Os ensaios geotécnicos realizados na área do Aeródromo São Pedro forneceram dados essenciais para a caracterização do subsolo e definição das diretrizes de projeto. A seguir, são apresentados os resultados obtidos a partir das sondagens a trado e dos ensaios laboratoriais, incluindo a classificação dos solos, índices de suporte, permeabilidade e demais propriedades mecânicas relevantes.

Sondagens a Trado

As sondagens permitiram a identificação do perfil estratigráfico do terreno, indicando variações na composição dos solos ao longo da área do aeródromo. Os valores de penetração e descrição dos materiais encontrados estão organizados no Quadro 01. A localização das inspeções está explícita na Figura 17. Os demais ensaios realizados estão resumidos nos Quadros 02 a 13.

Figura 16 – *Mapa de Localização dos Furos de Sondagem*



Fonte: *o Autor (2025).*

Quadro 1 *– Sondagens a Trado*

BOLETIM DE SONDAGEM A TRADO DO SUBLEITO								
Cliente:	FAZENDA SÃO PAULO							
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS							
Data:	24/01/2025			TABELA DOS FUROS DE SONDAGENS				
Nº	PROFUNDIDADE (m)			TIPO DE EXECUÇÃO	N.A (m)	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA	COORDENADAS UTM - (DATUM: SIRGAS 2000)	
ST01	0,00	-	0,20	ENSAIO	2,00	CAPA VEGETAL	E	N
	0,20	-	1,40			SILTE ARGILOSO FINO CINZA CLARO	459.347	7.990.981
	1,40	-	2,00			AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA		
		-						
ST02	0,00	-	0,10	ENSAIO	1,80	CAPA VEGETAL	E	N
	0,10	-	1,20			SILTE ARGILOSO FINO CINZA CLARO	459.356	7.990.685
	1,20	-	2,00			AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA		
		-						
ST03	0,00	-	0,10	ENSAIO	1,50	CAPA VEGETAL	E	N
	0,10	-	1,10			SILTE ARGILOSO FINO CINZA CLARO	459.360	7.990.535
	1,10	-	2,00			AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA		
		-						
ST04	0,00	-	0,20	ENSAIO	1,85	CAPA VEGETAL	E	N
	0,20	-	1,20			SILTE ARGILOSO FINO CINZA CLARO	459.364	7.990.383
	1,20	-	2,00			AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA		
		-						
ST05	0,00	-	0,20	ENSAIO	1,75	CAPA VEGETAL	E	N
	0,20	-	1,10			SILTE ARGILOSO FINO CINZA CLARO	459.368	7.990.234
	1,10	-	2,00			AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA		
		-						
ST06	0,00	-	0,25	ENSAIO	1,90	CAPA VEGETAL	E	N
	0,25	-	1,40			SILTE ARGILOSO FINO CINZA CLARO	459.370	7.990.083
	1,40	-	2,00			AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA		
		-						
ST07	0,00		0,20	ENSAIO	2,00	ARGILA ORGANICA(TURFA)	E	N
	0,20		1,00			SILTE ARGILOSO FINO CINZA CLARO	459.375	7.989.939
	1,00		2,00			AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA		
ST08	0,00		0,10	ENSAIO	1,90	ARGILA ORGANICA(TURFA)	E	N
	0,10		1,10			SILTE ARGILOSO FINO CINZA CLARO	459.380	7.990.781
	1,10		2,00			AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA		
		-						
ST09	0,00		0,10	ENSAIO	1,85	CAPA VEGETAL	E	N
	0,10		1,30			SILTE ARGILOSO FINO CINZA CLARO	459.421	7.990.871
	1,30		2,00			AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA		
BASE 01	0,00		1,00	ENSAIO	N.E	CASCALHO SILTOSO MARROM CLARO NATURAL	E	N
							448.394	8.005.810
BASE 02	0,00		1,00	ENSAIO	N.E	CASCALHO POUCO ARENOSO SILTOSO CLARO COM ADIÇÃO DE 1% DE CIMENTO	E	N
							448.394	8.005.810
BASE 03	0,00		1,00	ENSAIO	N.E	CASCALHO POUCO ARENOSO SILTOSO CLARO COM ADIÇÃO DE 2% DE CIMENTO	E	N
							448.394	8.005.810

N. A. = Nível d'água

N. E. = Não encontrado

BOLETIM DE ENSAIO

Cliente: FAZENDA SÃO PAULO

Obra: AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS

Data: 24/01/2025

Furo	Camada	Granulometria							LL	IP	IG	Classificação TRB	Compactação		Expansão (%)	ISC (%)	Comportamento
		% passante											Energia PI				
		2"	1"	3/8"	nº 4	nº 10	nº 40	nº 200					HOT (%)	den. máx(g/cm³)			
ST01	Subleito	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,47	98,33	45,4	15,4	11	A-7	18,82	1,531	3,63	3,68	
ST02	Subleito	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,94	66,81	45,9	15,1	9	A-7	18,56	1,681	3,13	4,60	
ST03	Subleito	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,87	66,04	44,1	14,5	10	A-7	16,35	1,724	3,27	5,53	
ST04	Subleito	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	98,81	77,92	52,6	15,9	13	A-7	16,05	1,668	1,95	8,75	
ST05	Subleito	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,32	61,90	37,2	10,1	5	A-4	10,96	1,845	1,94	9,21	
ST06	Subleito	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,74	64,21	39,9	11,4	7	A-6	12,37	1,824	1,84	11,05	
ST07	Subleito	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,84	68,71	42,5	14,4	8	A-7	13,86	1,782	2,79	9,67	
ST08	Subleito	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,88	78,99	53,4	16,9	13	A-7	26,18	1,502	3,98	5,53	
ST09	Subleito	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,95	70,94	51,4	14,9	12	A-7	21,04	1,566	2,67	6,45	
-	BASE	100,00	97,54	90,29	89,25	87,50	62,10	58,45	0	0	0	A-2-4	6,31	2,140	0,34	47,89	
-	BASE	100,00	83,97	80,54	90,05	86,31	58,33	59,39	0	0	0	A-1-B	7,69	2,147	0,19	147,36	

Fonte: *o Autor (2025).*

***Quadro 2** – Relatório de Sondagens 01*

GRANULOMETRIA - NORMA ABNT NBR 7181

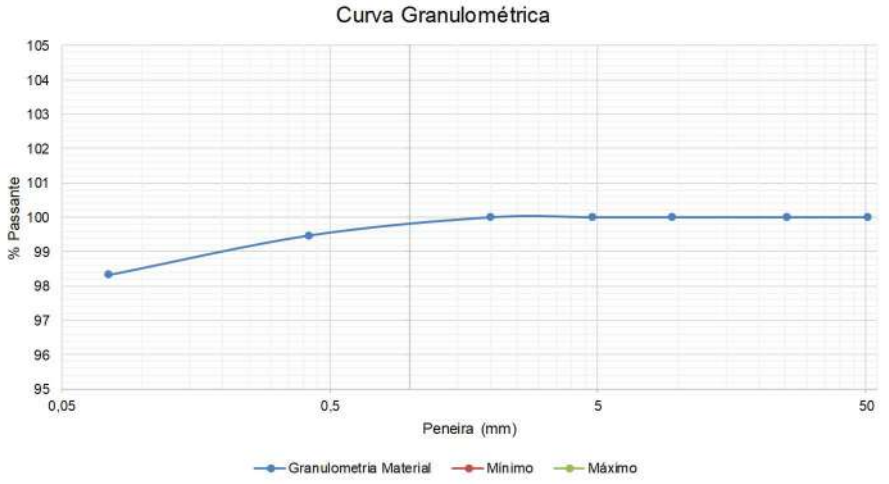
Estado:	MS	**Municipio**	CORUMBÁ
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS	**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO	**Prof. da coleta (m):**	2,00
Coordenada:	459.347 E - 7.990.981 N	**Furo:**	ST01
Camada:	Subleito	**Descrição do material:**	AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA

Umidade Higroscópica				**Amostra**	
Cápsula Nº	4	12		**Peso úmido - peneiramento grosso (g)**	1000,00
Peso bruto úmido (g)	100,00	100,00		**Peso retido na # nº 10 (g)**	0,00
Peso bruto seco (g)	96,07	95,64		**Peso úmido passante na # nº 10 (g)**	1000,00
Peso da cápsula (g)	14,38	16,04		**Peso seco passante # nº 10 (g)**	948,56
Peso da água (g)	3,93	4,36	-	**Peso da amostra seca (g)**	951,08
Peso do solo seco (g)	82	80	-		
Umidade (%)	4,81	5,48		**Peso úmido - peneiramento fino (g)**	120,00
Umidade média (%)			5,14	**Peso da amostra seca (g)**	113,83

Peneiramento					**Faixa**			
Peneiras		**Retido**		**Passante**	**Projeto**		**Trabalho**	
pol.	**mm**	**Peso (g)**	**Acumulado (g)**	**% acumulada**	**Mínimo**	**Máximo**	**mínimo**	**máximo**
2	**50,8**	-	0,00	100,00				
1	**25,4**	-	0,00	100,00				
3/8	**9,5**	-	0,00	100,00				
nº 4	**4,8**	-	0,00	100,00				
nº 10	**2**	-	0,00	100,00				
nº 40	**0,42**	0,60	0,60	99,47				
nº 200	**0,075**	1,90	1,90	98,33				

Observação para a base estabilizada granulometricamente: A porcentragem do material que passa na peneira nº200 não deve ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira nº40

Composição Granulométrica				
Índice de Grupo	11		**Areia Média: 2,0 - 0,42mm (%)**	0,53
Limite de Liquidez - LL (%)	45,40		**Areia Fina: 0,42 - 0,075mm (%)**	1,14
Limite de Plasticidade - LP (%)	30,00		**Passando na nº 200 (%)**	98,33
Índice de Plasticidade - IP (%)	15,40		**Total (%)**	100,00
Pedregulho: Acima de 4,8mm (%)	-		**Retido: nº 10 - 200 (%)**	1,67
Areia Grossa: 4,8 - 2,0mm (%)	-		**Classificação TRB**	A-7



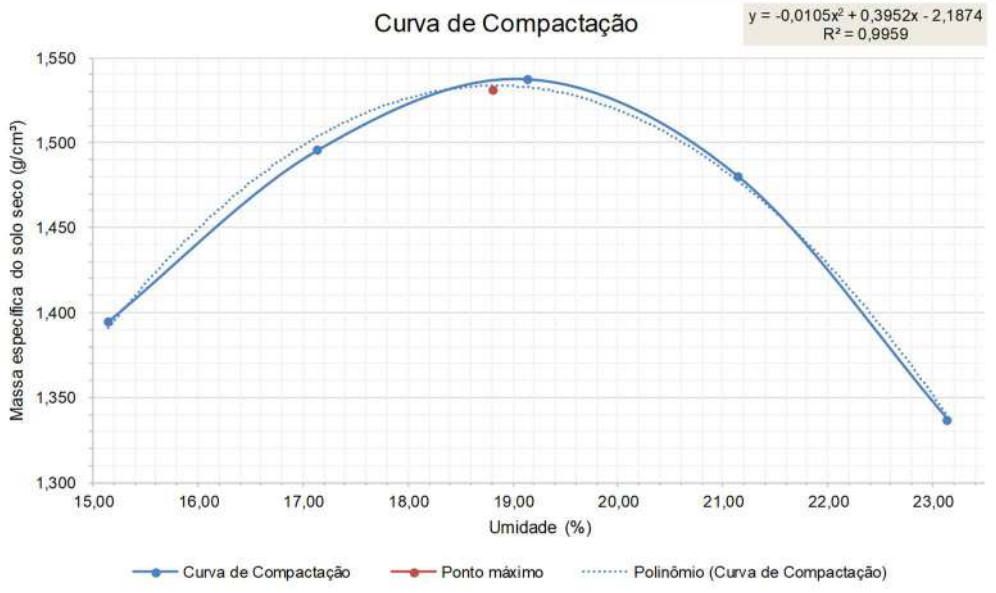
COMPACTAÇÃO - NORMA ABNT NBR 7182

Estado:	MS	**Cidade:**	CORUMBÁ			
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS				**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO				**Profundidade (m):**	2,00
Coordenada:	459.347	E	-	7990981 N	**Furo:**	ST01
Camada:	Subleito		**Descrição do material:**	AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA		

Umidade Higroscópica				**Amostra**	
Cápsula Nº	4	12		**Peso úmido (g)**	3.000,00
Peso bruto úmido (g)	100,00	100,00		**Peso da amostra seca (g)**	2.845,68
Peso bruto seco (g)	96,07	95,64		**Peso do Cilindro (g)**	2.270,00
Peso da cápsula (g)	14,38	16,04		**Volume do cilindro (cm³)**	989,00
Peso da água (g)	3,93	4,36	-	**Altura do cilindro (cm³)**	
Peso do solo seco (g)	82	80	-	**Diâmetro do cilindro (cm)**	
Umidade (%)	4,81	5,48		**Nº de camada**	5
Umidade média (%)			5,14	**Nº de golpes**	26

Amostra	1	2	3	4	5
Umidade média (%)	15,14	17,14	19,14	21,14	23,14
Água total (g)	454,32	514,32	574,32	634,32	694,32
Água adicionada (g)	300,00	360,00	420,00	480,00	540,00
Água adicionada (%)	10,00	12,00	14,00	16,00	18,00
Peso bruto úmido (g)	3.895,00	4.055,00	4.150,00	4.126,00	3.990,00
Peso do solo úmido (g)	1.625,00	1.785,00	1.880,00	1.856,00	1.720,00
Densidade do solo úmido (g/cm³)	1,643	1,805	1,901	1,877	1,739
Densidade do solo seco (g/cm³)	1,394	1,495	1,537	1,480	1,337

Energia de Compactação:	P.I.
Umidade ótima (%)	18,82
Massa Específica Aparente Seca Máxima (g/cm³)	1,53



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC) - NORMA ABNT NBR 9895

Estado:	MS	**Cidade:**	CORUMBÁ				
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS					**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO					**Profundidade (m):**	2,00
Coordenada:	459.347	E	-	7990981	N	**Furo:**	ST01
Camada:	Subleito		**Descrição do material:**	AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA			

Expansão

Tempo (dias)	Data	Hora	Leitura do relógio comparador (mm)	Altura Inicial do corpor de prova (mm)	Expansão (%)
1	17/01/2024	08:00	1,03	113	3,63
2	18/01/2024	08:00	2,05		
3	19/01/2024	08:00	3,08		
4	20/01/2024	08:00	4,10		

Penetração

Penet. (mm)	0,63	1,27	1,9	2,54	3,81	5,08	6,35	7,62
Tempo (min)	0,5	1	1,5	2	3	4	5	6
Leitura (mm)	5	10	15	20	30	40	60	70
Pressão lida (MPa)	0,05	0,10	0,14	0,19	0,29	0,38	0,57	0,67
Correção (mm)				-		-		
Pressão corrigida (MPa)				0,19		0,38		
ISC (%)				2,76		3,68		

Energia de Compactação:	P.I.
Umidade ótima (%)	18,82
Massa Específica Aparente Seca Máxima (g/cm³)	1,53
ISC (%)	3,68

Fonte: *o Autor (2025).*

***Quadro 3** – Relatório de Sondagens 02*

GRANULOMETRIA - NORMA ABNT NBR 7181

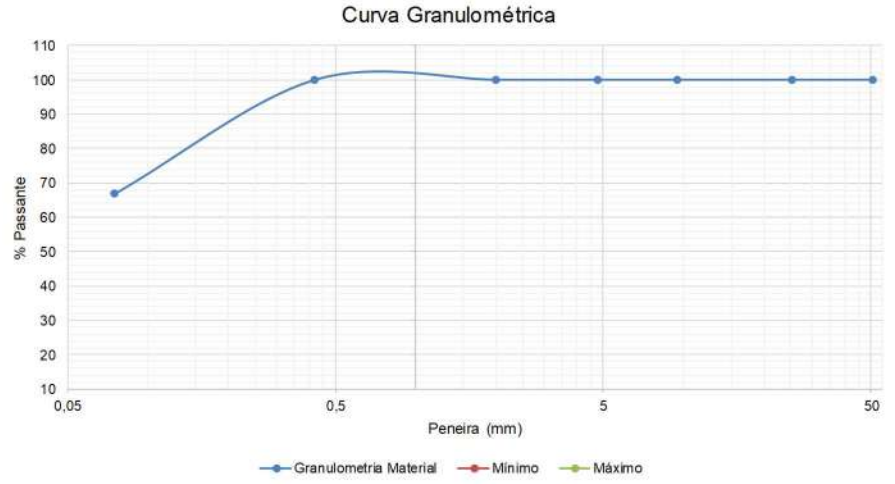
Estado:	MS	**Municipio**	CORUMBÁ				
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS					**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO					**Prof. da coleta (m):**	2,00
Coordenada:	459.356	E	-	7.990.685	N	**Furo:**	ST02
Camada:	Subleito		**Descrição do material:**	AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA			

Umidade Higroscópica				**Amostra**	
Cápsula Nº	4	3		**Peso úmido - peneiramento grosso (g)**	1000,00
Peso bruto úmido (g)	100,00	100,00		**Peso retido na # nº 10 (g)**	0,00
Peso bruto seco (g)	96,02	96,08		**Peso úmido passante na # nº 10 (g)**	1000,00
Peso da cápsula (g)	14,46	14,44		**Peso seco passante # nº 10 (g)**	951,59
Peso da água (g)	3,98	3,92	-	**Peso da amostra seca (g)**	953,83
Peso do solo seco (g)	82	82	-		
Umidade (%)	4,88	4,80		**Peso úmido - peneiramento fino (g)**	120,00
Umidade média (%)			4,84	**Peso da amostra seca (g)**	114,19

Peneiramento					**Faixa**			
Peneiras		**Retido**		**Passante**	**Projeto**		**Trabalho**	
pol.	**mm**	**Peso (g)**	**Acumulado (g)**	**% acumulada**	**Mínimo**	**Máximo**	**mínimo**	**máximo**
2	**50,8**	-	0,00	100,00				
1	**25,4**	-	0,00	100,00				
3/8	**9,5**	-	0,00	100,00				
nº 4	**4,8**	-	0,00	100,00				
nº 10	**2**	-	0,00	100,00				
nº 40	**0,42**	0,07	0,07	99,94				
nº 200	**0,075**	37,90	37,90	66,81				

Observação para a base estabilizada granulometricamente: A porcentragem do material que passa na peneira nº200 não deve ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira nº40

Composição Granulométrica				
Índice de Grupo	9		**Areia Média: 2,0 - 0,42mm (%)**	0,06
Limite de Liquidez - LL (%)	45,90		**Areia Fina: 0,42 - 0,075mm (%)**	33,13
Limite de Plasticidade - LP (%)	30,80		**Passando na nº 200 (%)**	66,81
Índice de Plasticidade - IP (%)	15,10		**Total (%)**	100,00
Pedregulho: Acima de 4,8mm (%)	-		**Retido: nº 10 - 200 (%)**	33,19
Areia Grossa: 4,8 - 2,0mm (%)	-		**Classificação TRB**	A-7



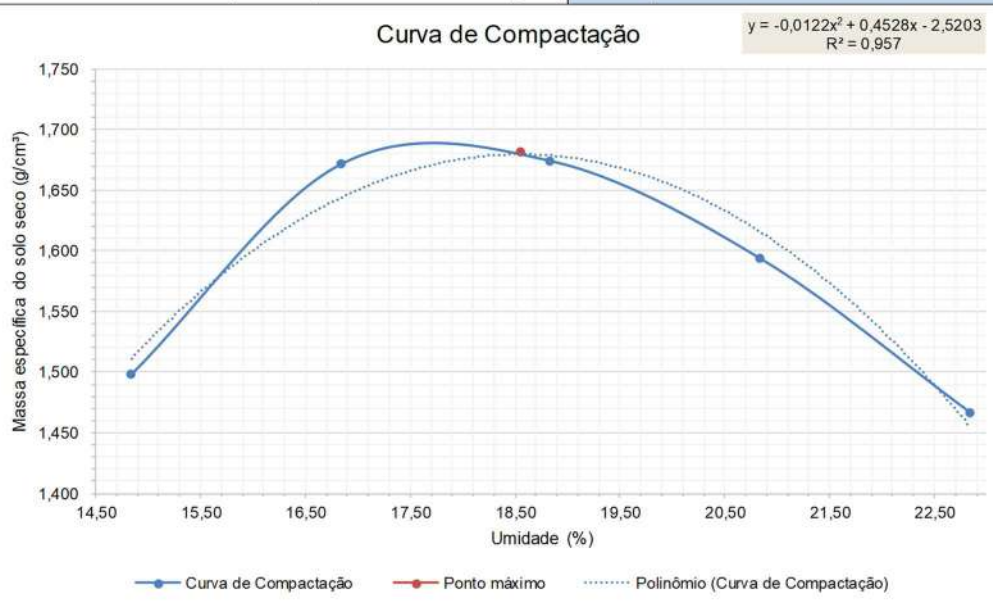
COMPACTAÇÃO - NORMA ABNT NBR 7182

Estado:	MS	**Cidade:**	CORUMBÁ			
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS				**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO				**Profundidade (m):**	2,00
Coordenada:	459.356 E	-	7990685	N	**Furo:**	ST02
Camada:	Subleito	**Descrição do material:**	AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA			

Umidade Higroscópica				**Amostra**	
Cápsula Nº	4	3		**Peso úmido (g)**	3.000,00
Peso bruto úmido (g)	100,00	100,00		**Peso da amostra seca (g)**	2.854,78
Peso bruto seco (g)	96,02	96,08		**Peso do Cilindro (g)**	2.270,00
Peso da cápsula (g)	14,46	14,44		**Volume do cilindro (cm³)**	989,00
Peso da água (g)	3,98	3,92	-	**Altura do cilindro (cm³)**	
Peso do solo seco (g)	82	82	-	**Diâmetro do cilindro (cm)**	
Umidade (%)	4,88	4,80		**Nº de camada**	5
Umidade média (%)			4,84	**Nº de golpes**	26

Amostra	1	2	3	4	5
Umidade média (%)	14,84	16,84	18,84	20,84	22,84
Água total (g)	445,22	505,22	565,22	625,22	685,22
Água adicionada (g)	300,00	360,00	420,00	480,00	540,00
Água adicionada (%)	10,00	12,00	14,00	16,00	18,00
Peso bruto úmido (g)	4.010,00	4.258,00	4.310,00	4.261,00	4.150,00
Peso do solo úmido (g)	1.740,00	1.988,00	2.040,00	1.991,00	1.880,00
Densidade do solo úmido (g/cm³)	1,759	2,010	2,063	2,013	1,901
Densidade do solo seco (g/cm³)	1,498	1,672	1,674	1,594	1,467

Energia de Compactação:	P.I.
Umidade ótima (%)	18,56
Massa Específica Aparente Seca Máxima (g/cm³)	1,68



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC) - NORMA ABNT NBR 9895

Estado:	MS	**Cidade:**	CORUMBÁ				
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS					**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO					**Profundidade (m):**	2,00
Coordenada:	459.356	E	-	7990685	N	**Furo:**	ST02
Camada:	Subleito		**Descrição do material:**	AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA			

Expansão

Tempo (dias)	Data	Hora	Leitura do relógio comparador (mm)	Altura Inicial do corpor de prova (mm)	Expansão (%)
1	17/01/2025	09:24	0,89	113	3,13
2	18/01/2025	09:24	1,77		
3	19/01/2025	09:24	2,66		
4	20/01/2025	09:24	3,54		

Penetração

Penet. (mm)	0,63	1,27	1,9	2,54	3,81	5,08	6,35	7,62
Tempo (min)	0,5	1	1,5	2	3	4	5	6
Leitura (mm)	5	15	25	30	40	50	60	65
Pressão lida (MPa)	0,05	0,14	0,24	0,29	0,38	0,48	0,57	0,62
Correção (mm)				-		-		
Pressão corrigida (MPa)				0,29		0,48		
ISC (%)				4,14		4,60		

Energia de Compactação:	P.I.
Umidade ótima (%)	18,56
Massa Específica Aparente Seca Máxima (g/cm³)	1,68
ISC (%)	4,60

Fonte: *o Autor (2025).*

***Quadro 4** – Relatório de Sondagens 03*

GRANULOMETRIA - NORMA ABNT NBR 7181

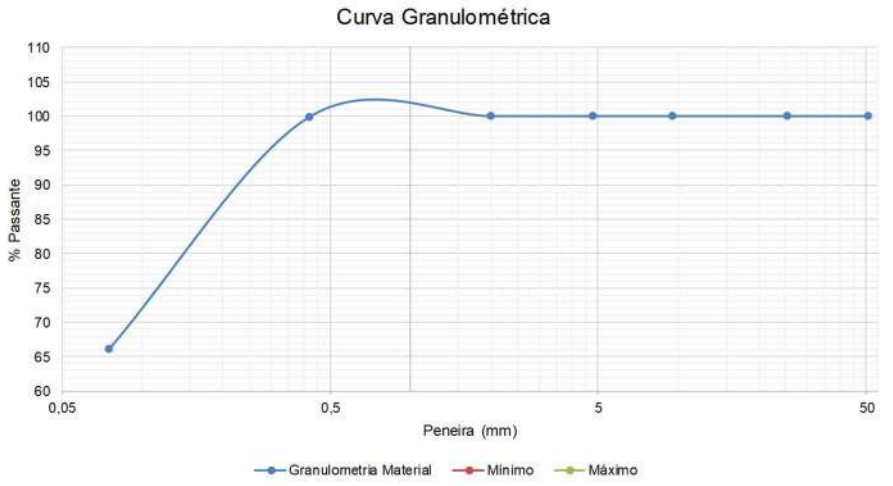
Estado:	MS	**Municipio**	CORUMBÁ			
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS				**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO				**Prof. da coleta (m):**	2,00
Coordenada:	459.360	E	-	7.990.535 N	**Furo:**	ST03
Camada:	Subleito		**Descrição do material:**	AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA		

Umidade Higroscópica				**Amostra**	
Cápsula N°	5	8		**Peso úmido - peneiramento grosso (g)**	1000,00
Peso bruto úmido (g)	100,00	100,00		**Peso retido na # nº 10 (g)**	0,00
Peso bruto seco (g)	97,70	97,58		**Peso úmido passante na # nº 10 (g)**	1000,00
Peso da cápsula (g)	15,70	15,74		**Peso seco passante # nº 10 (g)**	971,19
Peso da água (g)	2,30	2,42	-	**Peso da amostra seca (g)**	972,00
Peso do solo seco (g)	82	82	-		
Umidade (%)	2,80	2,96		**Peso úmido - peneiramento fino (g)**	120,00
Umidade média (%)			2,88	**Peso da amostra seca (g)**	116,54

Peneiramento					**Faixa**			
Peneiras		**Retido**		**Passante**	**Projeto**		**Trabalho**	
pol.	**mm**	**Peso (g)**	**Acumulado (g)**	**% acumulada**	**Mínimo**	**Máximo**	**mínimo**	**máximo**
2	**50,8**	-	0,00	100,00				
1	**25,4**	-	0,00	100,00				
3/8	**9,5**	-	0,00	100,00				
nº 4	**4,8**	-	0,00	100,00				
nº 10	**2**	-	0,00	100,00				
nº 40	**0,42**	0,15	0,15	99,87				
nº 200	**0,075**	39,58	39,58	66,04				

Observação para a base estabilizada granulometricamente: A porcentragem do material que passa na peneira nº200 não deve ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira n°40

Composição Granulométrica			
Índice de Grupo	10	**Areia Média: 2,0 - 0,42mm (%)**	0,13
Limite de Liquidez - LL (%)	44,10	**Areia Fina: 0,42 - 0,075mm (%)**	33,83
Limite de Plasticidade - LP (%)	29,60	**Passando na nº 200 (%)**	66,04
Índice de Plasticidade - IP (%)	14,50	**Total (%)**	100,00
Pedregulho: Acima de 4,8mm (%)	-	**Retido: nº 10 - 200 (%)**	33,96
Areia Grossa: 4,8 - 2,0mm (%)	-	**Classificação TRB**	A-7



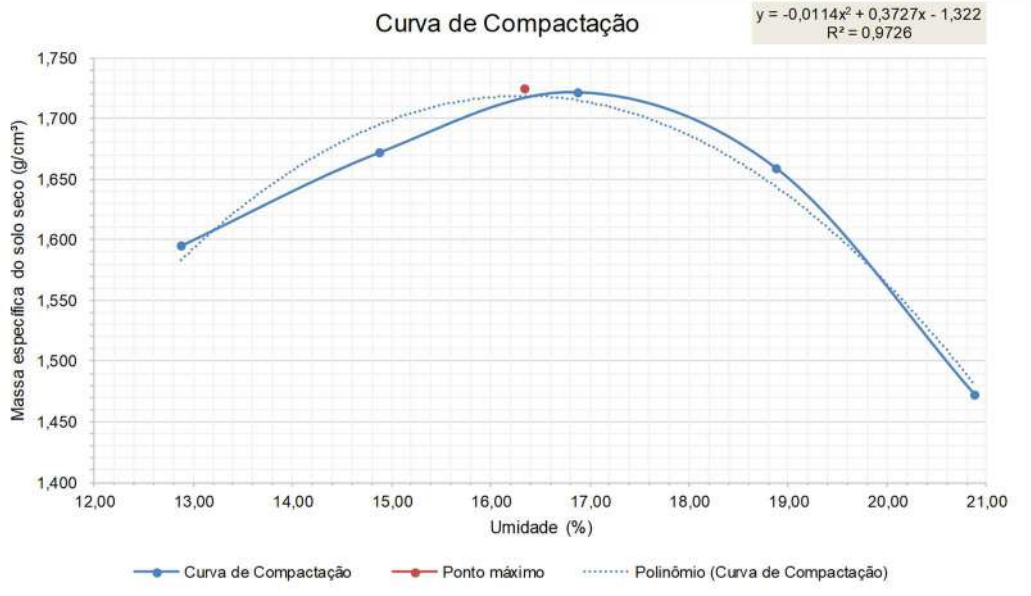
COMPACTAÇÃO - NORMA ABNT NBR 7182

Estado:	MS	**Cidade:**	CORUMBÁ			
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS				**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO				**Profundidade (m):**	2,00
Coordenada:	459.360 E	-	7990535 N		**Furo:**	ST03
Camada:	Subleito	**Descrição do material:**	AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA			

Umidade Higroscópica				**Amostra**	
Cápsula Nº	5	8		**Peso úmido (g)**	3.000,00
Peso bruto úmido (g)	100,00	100,00		**Peso da amostra seca (g)**	2.913,57
Peso bruto seco (g)	97,70	97,58		**Peso do Cilindro (g)**	2.270,00
Peso da cápsula (g)	15,70	15,74		**Volume do cilindro (cm³)**	989,00
Peso da água (g)	2,30	2,42	-	**Altura do cilindro (cm³)**	
Peso do solo seco (g)	82	82	-	**Diâmetro do cilindro (cm)**	
Umidade (%)	2,80	2,96		**Nº de camada**	5
Umidade média (%)			2,88	**Nº de golpes**	26

Amostra	1	2	3	4	5
Umidade média (%)	12,88	14,88	16,88	18,88	20,88
Água total (g)	386,43	446,43	506,43	566,43	626,43
Água adicionada (g)	300,00	360,00	420,00	480,00	540,00
Água adicionada (%)	10,00	12,00	14,00	16,00	18,00
Peso bruto úmido (g)	4.080,00	4.212,00	4.318,00	4.292,00	4.110,00
Peso do solo úmido (g)	1.810,00	1.942,00	2.048,00	2.022,00	1.840,00
Densidade do solo úmido (g/cm³)	1,830	1,964	2,071	2,044	1,860
Densidade do solo seco (g/cm³)	1,594	1,671	1,721	1,658	1,472

Energia de Compactação:	P.I.
Umidade ótima (%)	16,35
Massa Específica Aparente Seca Máxima (g/cm³)	1,72



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC) - NORMA ABNT NBR 9895

Estado:	MS	**Cidade:**	CORUMBÁ				
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS					**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO					**Profundidade (m):**	2,00
Coordenada:	459.360	E	-	7990535	N	**Furo:**	ST03
Camada:	Subleito		**Descrição do material:**	AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA			

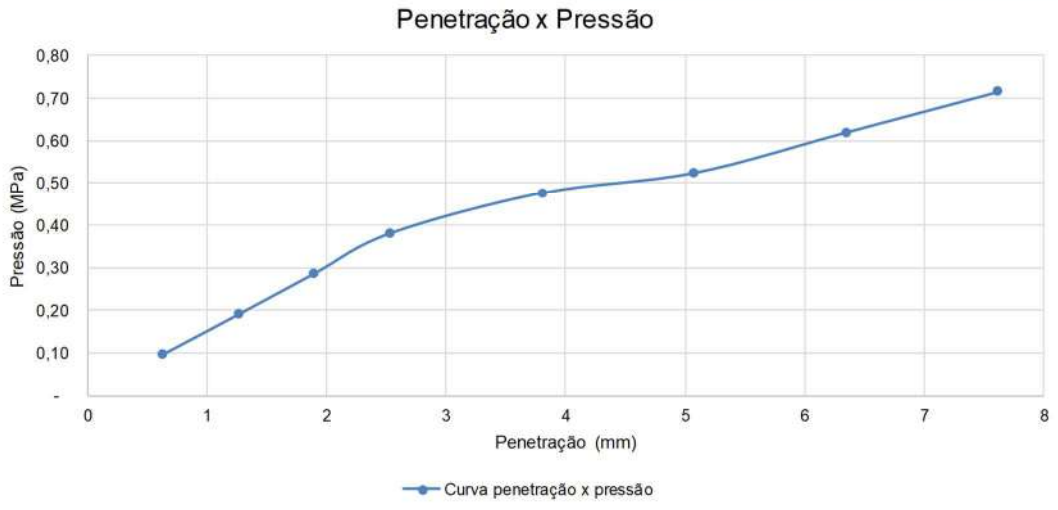
Expansão

Tempo (dias)	Data	Hora	Leitura do relógio comparador (mm)	Altura Inicial do corpor de prova (mm)	Expansão (%)
1	17/01/2025	10:30	0,93	113	3,27
2	18/01/2025	10:30	1,85		
3	19/01/2025	10:30	2,78		
4	20/01/2025	10:30	3,70		

Penetração

Penet. (mm)	0,63	1,27	1,9	2,54	3,81	5,08	6,35	7,62
Tempo (min)	0,5	1	1,5	2	3	4	5	6
Leitura (mm)	10	20	30	40	50	55	65	75
Pressão lida (MPa)	0,10	0,19	0,29	0,38	0,48	0,52	0,62	0,71
Correção (mm)				-		-		
Pressão corrigida (MPa)				0,38		0,52		
ISC (%)				5,53		5,07		

Energia de Compactação:	P.I.
Umidade ótima (%)	16,35
Massa Específica Aparente Seca Máxima (g/cm³)	1,72
ISC (%)	5,53



Fonte: *o Autor (2025).*

***Quadro 5** – Relatório de Sondagens 04*

GRANULOMETRIA - NORMA ABNT NBR 7181

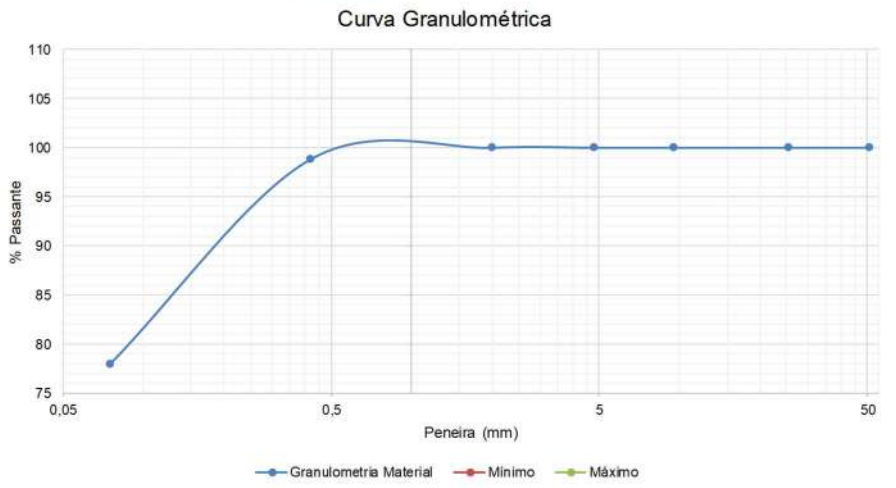
Estado:	MS	**Municipio**	CORUMBÁ			
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS				**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO				**Prof. da coleta (m):**	2,00
Coordenada:	459.364	E	-	7.990.383	N	**Furo:** ST04
Camada:	Subleito		**Descrição do material:**	AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA		

Umidade Higroscópica				**Amostra**	
Cápsula Nº	24	300		**Peso úmido - peneiramento grosso (g)**	1000,00
Peso bruto úmido (g)	100,00	100,00		**Peso retido na # nº 10 (g)**	0,00
Peso bruto seco (g)	97,98	98,15		**Peso úmido passante na # nº 10 (g)**	1000,00
Peso da cápsula (g)	15,70	15,74		**Peso seco passante # nº 10 (g)**	976,50
Peso da água (g)	2,02	1,85	-	**Peso da amostra seca (g)**	977,04
Peso do solo seco (g)	82	82	-		
Umidade (%)	2,46	2,24		**Peso úmido - peneiramento fino (g)**	120,00
Umidade média (%)			2,35	**Peso da amostra seca (g)**	117,18

Peneiramento					**Faixa**			
Peneiras		**Retido**		**Passante**	**Projeto**		**Trabalho**	
pol.	**mm**	**Peso (g)**	**Acumulado (g)**	**% acumulada**	**Mínimo**	**Máximo**	**mínimo**	**máximo**
2	**50,8**	-	0,00	100,00				
1	**25,4**	-	0,00	100,00				
3/8	**9,5**	-	0,00	100,00				
nº 4	**4,8**	-	0,00	100,00				
nº 10	**2**	-	0,00	100,00				
nº 40	**0,42**	1,40	1,40	98,81				
nº 200	**0,075**	25,87	25,87	77,92				

Observação para a base estabilizada granulometricamente: A porcentagem do material que passa na peneira nº200 não deve ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira nº40

Composição Granulométrica				
Índice de Grupo	13		**Areia Média: 2,0 - 0,42mm (%)**	1,19
Limite de Liquidez - LL (%)	52,60		**Areia Fina: 0,42 - 0,075mm (%)**	20,88
Limite de Plasticidade - LP (%)	36,70		**Passando na nº 200 (%)**	77,92
Índice de Plasticidade - IP (%)	15,90		**Total (%)**	100,00
Pedregulho: Acima de 4,8mm (%)	-		**Retido: nº 10 - 200 (%)**	22,08
Areia Grossa: 4,8 - 2,0mm (%)	-		**Classificação TRB**	A-7



,

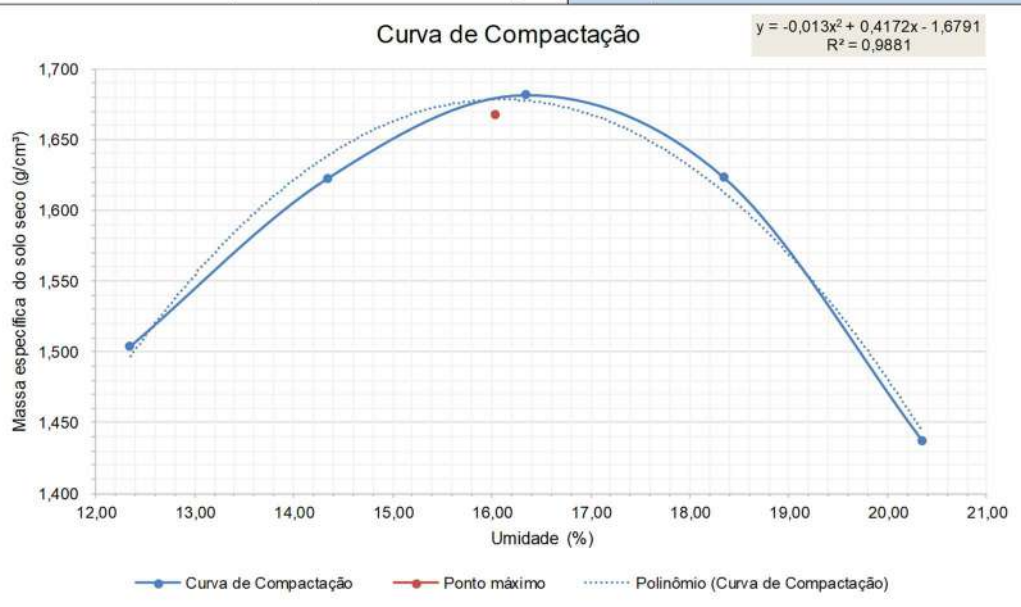
COMPACTAÇÃO - NORMA ABNT NBR 7182

Estado:	MS	**Cidade:**	CORUMBÁ			
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS				**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO				**Profundidade (m):**	2,00
Coordenada:	459.364 E	-	7990383 N		**Furo:**	ST04
Camada:	Subleito	**Descrição do material:**	AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA			

Umidade Higroscópica				**Amostra**	
Cápsula Nº	24	300		**Peso úmido (g)**	3.000,00
Peso bruto úmido (g)	100,00	100,00		**Peso da amostra seca (g)**	2.929,50
Peso bruto seco (g)	97,98	98,15		**Peso do Cilindro (g)**	2.270,00
Peso da cápsula (g)	15,70	15,74		**Volume do cilindro (cm³)**	989,00
Peso da água (g)	2,02	1,85	-	**Altura do cilindro (cm³)**	
Peso do solo seco (g)	82	82	-	**Diâmetro do cilindro (cm)**	
Umidade (%)	2,46	2,24		**Nº de camada**	5
Umidade média (%)			2,35	**Nº de golpes**	26

Amostra	1	2	3	4	5
Umidade média (%)	12,35	14,35	16,35	18,35	20,35
Água total (g)	370,50	430,50	490,50	550,50	610,50
Água adicionada (g)	300,00	360,00	420,00	480,00	540,00
Água adicionada (%)	10,00	12,00	14,00	16,00	18,00
Peso bruto úmido (g)	3.967,00	4.144,00	4.258,00	4.236,00	4.055,00
Peso do solo úmido (g)	1.697,00	1.874,00	1.988,00	1.966,00	1.785,00
Densidade do solo úmido (g/cm³)	1,716	1,895	2,010	1,988	1,805
Densidade do solo seco (g/cm³)	1,504	1,623	1,681	1,623	1,438

Energia de Compactação:	P.I.
Umidade ótima (%)	16,05
Massa Específica Aparente Seca Máxima (g/cm³)	1,67



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC) - NORMA ABNT NBR 9895

Estado:	MS	**Cidade:**	CORUMBÁ				
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS					**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO					**Profundidade (m):**	2,00
Coordenada:	459.364	E	-	7990383	N	**Furo:**	ST04
Camada:	Subleito		**Descrição do material:**		AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA		

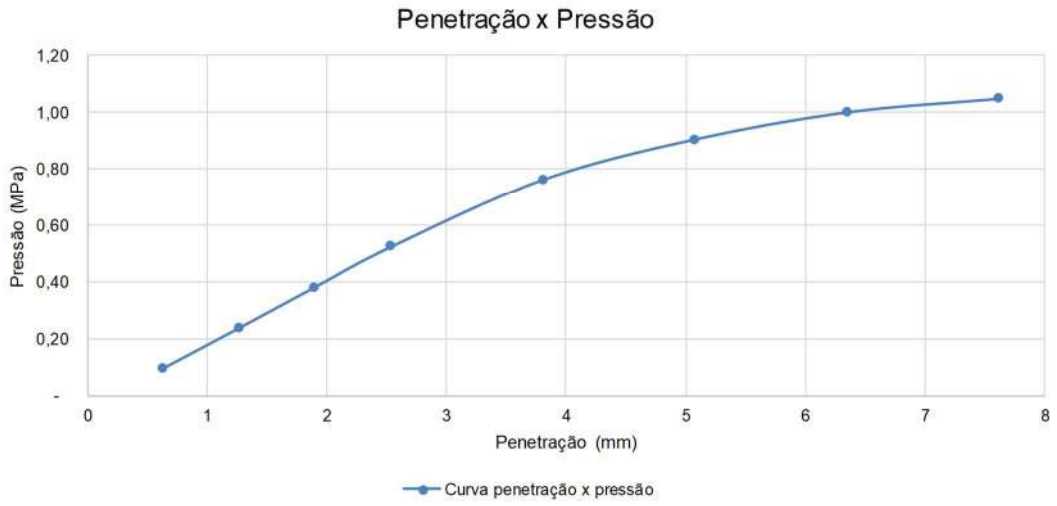
Expansão

Tempo (dias)	Data	Hora	Leitura do relógio comparador (mm)	Altura Inicial do corpor de prova (mm)	Expansão (%)
1	17/01/2025	11:20	0,55	113	1,95
2	18/01/2025	11:20	1,10		
3	19/01/2025	11:20	1,65		
4	20/01/2025	11:20	2,20		

Penetração

Penet. (mm)	0,63	1,27	1,9	2,54	3,81	5,08	6,35	7,62
Tempo (min)	0,5	1	1,5	2	3	4	5	6
Leitura (mm)	10	25	40	55	80	95	105	110
Pressão lida (MPa)	0,10	0,24	0,38	0,52	0,76	0,91	1,00	1,05
Correção (mm)				-		-		
Pressão corrigida (MPa)				0,52		0,91		
ISC (%)				7,60		8,75		

Energia de Compactação:	P.I.
Umidade ótima (%)	16,05
Massa Específica Aparente Seca Máxima (g/cm³)	1,67
ISC (%)	8,75



Fonte: *o Autor (2025).*

***Quadro 6** – Relatório de Sondagens 05*

GRANULOMETRIA - NORMA ABNT NBR 7181

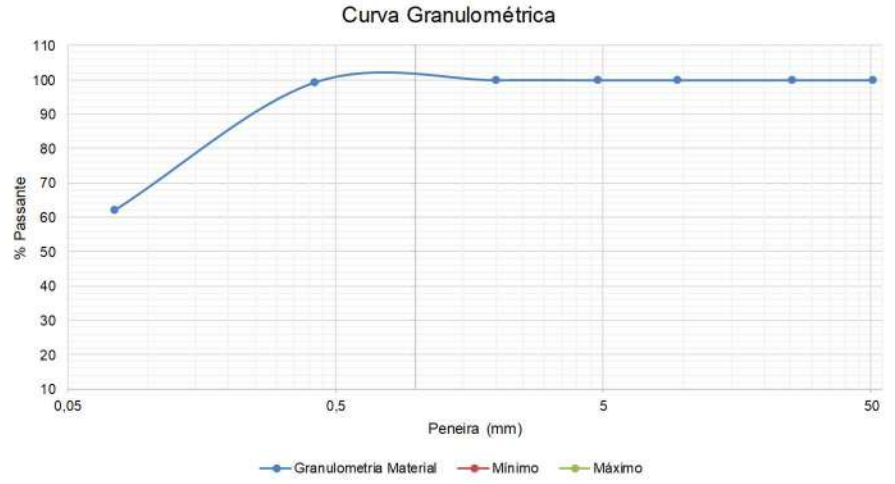
Estado:	MS	**Municipio**	CORUMBÁ				
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS					**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO					**Prof. da coleta (m):**	2,00
Coordenada:	459.368	E	-	7.990.234	N	**Furo:**	ST05
Camada:	Subleito		**Descrição do material:**		AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA		

Umidade Higroscópica				**Amostra**	
Cápsula Nº	17	99		**Peso úmido - peneiramento grosso (g)**	1000,00
Peso bruto úmido (g)	100,00	100,00		**Peso retido na # nº 10 (g)**	0,00
Peso bruto seco (g)	98,88	98,74		**Peso úmido passante na # nº 10 (g)**	1000,00
Peso da cápsula (g)	15,85	14,52		**Peso seco passante # nº 10 (g)**	985,78
Peso da água (g)	1,12	1,26	-	**Peso da amostra seca (g)**	985,97
Peso do solo seco (g)	83	84	-		
Umidade (%)	1,35	1,50		**Peso úmido - peneiramento fino (g)**	120,00
Umidade média (%)			1,42	**Peso da amostra seca (g)**	118,29

Peneiramento					**Faixa**			
Peneiras		**Retido**		**Passante**	**Projeto**		**Trabalho**	
pol.	**mm**	**Peso (g)**	**Acumulado (g)**	**% acumulada**	**Mínimo**	**Máximo**	**mínimo**	**máximo**
2	**50,8**	-	0,00	100,00				
1	**25,4**	-	0,00	100,00				
3/8	**9,5**	-	0,00	100,00				
nº 4	**4,8**	-	0,00	100,00				
nº 10	**2**	-	0,00	100,00				
nº 40	**0,42**	0,80	0,80	99,32				
nº 200	**0,075**	45,07	45,07	61,90				

Observação para a base estabilizada granulometricamente: A porcentragem do material que passa na peneira nº200 não deve ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira nº40

Composição Granulométrica				
Índice de Grupo	5		**Areia Média: 2,0 - 0,42mm (%)**	0,68
Limite de Liquidez - LL (%)	37,20		**Areia Fina: 0,42 - 0,075mm (%)**	37,42
Limite de Plasticidade - LP (%)	27,10		**Passando na nº 200 (%)**	61,90
Índice de Plasticidade - IP (%)	10,10		**Total (%)**	100,00
Pedregulho: Acima de 4,8mm (%)	-		**Retido: nº 10 - 200 (%)**	38,10
Areia Grossa: 4,8 - 2,0mm (%)	-		**Classificação TRB**	A-4



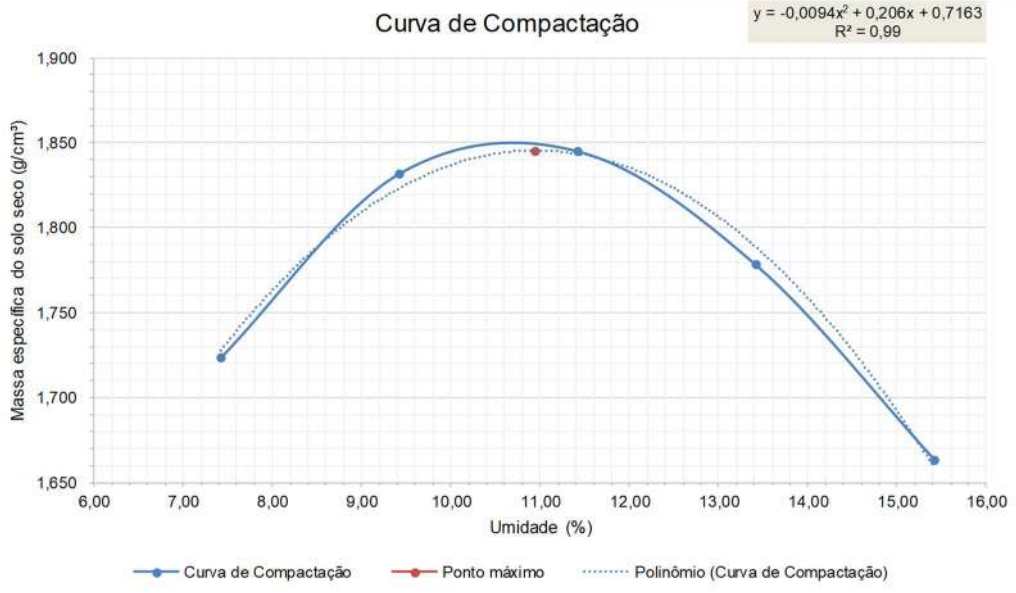
COMPACTAÇÃO - NORMA ABNT NBR 7182

Estado:	MS	**Cidade:**	CORUMBÁ			
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS				**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO				**Profundidade (m):**	2,00
Coordenada:	459.368	E	-	7990234	N	**Furo:** ST05
Camada:	Subleito		**Descrição do material:**	AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA		

Umidade Higroscópica				**Amostra**	
Cápsula Nº	17	99		**Peso úmido (g)**	3.000,00
Peso bruto úmido (g)	100,00	100,00		**Peso da amostra seca (g)**	2.957,33
Peso bruto seco (g)	98,88	98,74		**Peso do Cilindro (g)**	2.270,00
Peso da cápsula (g)	15,85	14,52		**Volume do cilindro (cm³)**	989,00
Peso da água (g)	1,12	1,26	-	**Altura do cilindro (cm³)**	
Peso do solo seco (g)	83	84	-	**Diâmetro do cilindro (cm)**	
Umidade (%)	1,35	1,50		**Nº de camada**	5
Umidade média (%)			1,42	**Nº de golpes**	26

Amostra	1	2	3	4	5
Umidade média (%)	7,42	9,42	11,42	13,42	15,42
Água total (g)	222,67	282,67	342,67	402,67	462,67
Água adicionada (g)	180,00	240,00	300,00	360,00	420,00
Água adicionada (%)	6,00	8,00	10,00	12,00	14,00
Peso bruto úmido (g)	4.111,00	4.270,00	4.330,00	4.301,00	4.215,00
Peso do solo úmido (g)	1.841,00	2.000,00	2.060,00	2.031,00	1.945,00
Densidade do solo úmido (g/cm³)	1,861	2,022	2,083	2,054	1,967
Densidade do solo seco (g/cm³)	1,723	1,832	1,845	1,778	1,663

Energia de Compactação:	P.I.
Umidade ótima (%)	10,96
Massa Específica Aparente Seca Máxima (g/cm³)	1,84



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC) - NORMA ABNT NBR 9895

Estado:	MS	**Cidade:**	CORUMBÁ				
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS					**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO					**Profundidade (m):**	2,00
Coordenada:	459.368	E	-	7990234	N	**Furo:**	ST05
Camada:	Subleito		**Descrição do material:**	AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA			

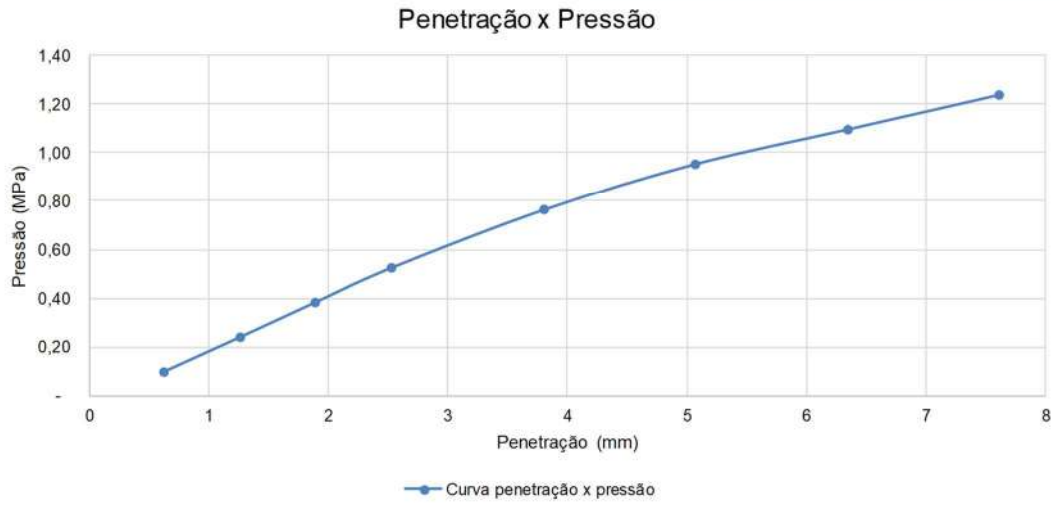
Expansão

Tempo (dias)	Data	Hora	Leitura do relógio comparador (mm)	Altura Inicial do corpor de prova (mm)	Expansão (%)
1	18/01/2025	08:20	0,55	113	1,94
2	19/01/2025	08:20	1,10		
3	20/01/2025	08:20	1,64		
4	21/01/2025	08:20	2,19		

Penetração

Penet. (mm)	0,63	1,27	1,9	2,54	3,81	5,08	6,35	7,62
Tempo (min)	0,5	1	1,5	2	3	4	5	6
Leitura (mm)	10	25	40	55	80	100	115	130
Pressão lida (MPa)	0,10	0,24	0,38	0,52	0,76	0,95	1,10	1,24
Correção (mm)				-		-		
Pressão corrigida (MPa)				0,52		0,95		
ISC (%)				7,60		9,21		

Energia de Compactação:	P.I.
Umidade ótima (%)	10,96
Massa Específica Aparente Seca Máxima (g/cm³)	1,84
ISC (%)	9,21



Fonte: *o Autor (2025).*

***Quadro 7** – Relatório de Sondagens 06*

GRANULOMETRIA - NORMA ABNT NBR 7181

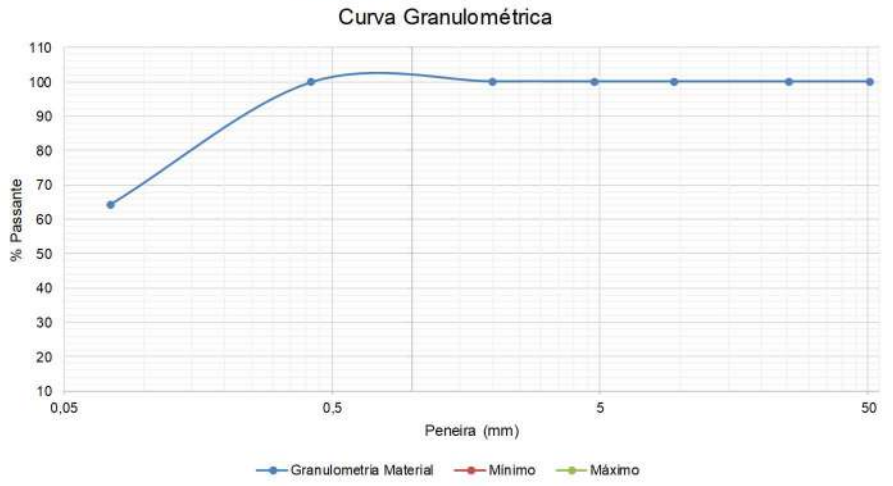
Estado:	MS	**Município**	CORUMBÁ			
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS				**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO				**Prof. da coleta (m):**	2,00
Coordenada:	459.370 E	-	7.990.083 N		**Furo:**	ST06
Camada:	Subleito	**Descrição do material:**	AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA			

Umidade Higroscópica				**Amostra**	
Cápsula Nº	13	8		**Peso úmido - peneiramento grosso (g)**	1000,00
Peso bruto úmido (g)	100,00	100,00		**Peso retido na # nº 10 (g)**	0,00
Peso bruto seco (g)	97,47	97,51		**Peso úmido passante na # nº 10 (g)**	1000,00
Peso da cápsula (g)	15,45	15,58		**Peso seco passante # nº 10 (g)**	969,38
Peso da água (g)	2,53	2,49	-	**Peso da amostra seca (g)**	970,29
Peso do solo seco (g)	82	82	-		
Umidade (%)	3,08	3,04		**Peso úmido - peneiramento fino (g)**	120,00
Umidade média (%)			3,06	**Peso da amostra seca (g)**	116,33

Peneiramento					**Faixa**			
Peneiras		**Retido**		**Passante**	**Projeto**		**Trabalho**	
pol.	**mm**	**Peso (g)**	**Acumulado (g)**	**% acumulada**	**Mínimo**	**Máximo**	**mínimo**	**máximo**
2	**50,8**	-	0,00	100,00				
1	**25,4**	-	0,00	100,00				
3/8	**9,5**	-	0,00	100,00				
nº 4	**4,8**	-	0,00	100,00				
nº 10	**2**	-	0,00	100,00				
nº 40	**0,42**	0,30	0,30	99,74				
nº 200	**0,075**	41,63	41,63	64,21				

Observação para a base estabilizada granulometricamente: A porcentagem do material que passa na peneira nº200 não deve ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira nº40

Composição Granulométrica				
Índice de Grupo	7		**Areia Média: 2,0 - 0,42mm (%)**	0,26
Limite de Liquidez - LL (%)	39,90		**Areia Fina: 0,42 - 0,075mm (%)**	35,53
Limite de Plasticidade - LP (%)	28,50		**Passando na nº 200 (%)**	64,21
Índice de Plasticidade - IP (%)	11,40		**Total (%)**	100,00
Pedregulho: Acima de 4,8mm (%)	-		**Retido: nº 10 - 200 (%)**	35,79
Areia Grossa: 4,8 - 2,0mm (%)	-		**Classificação TRB**	A-6



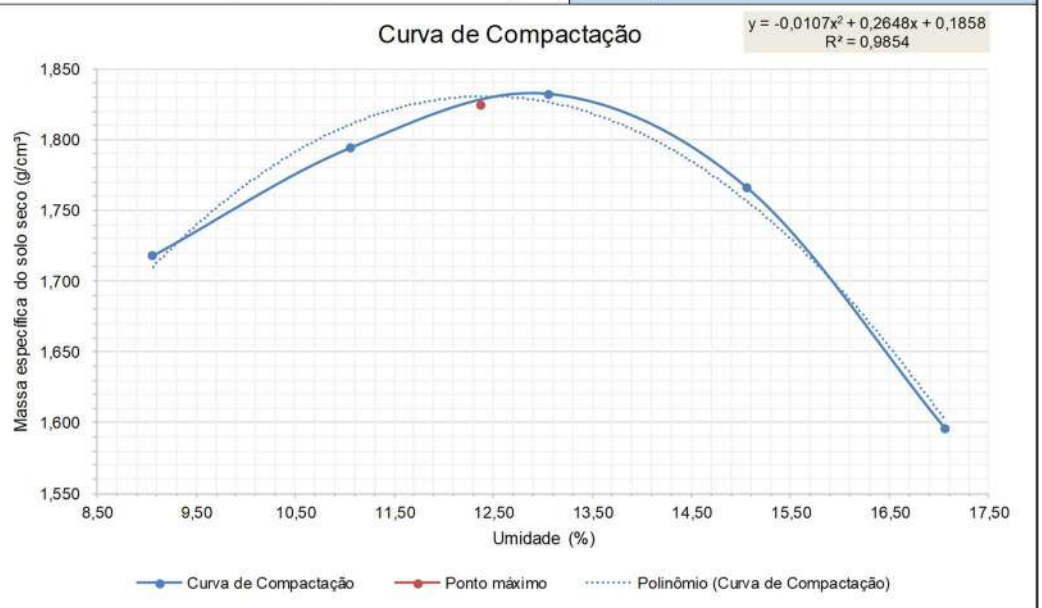
COMPACTAÇÃO - NORMA ABNT NBR 7182

Estado:	MS	**Cidade:**	CORUMBÁ			
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS				**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO				**Profundidade (m):**	2,00
Coordenada:	459.370	E	-	7990083 N	**Furo:**	ST06
Camada:	Subleito		**Descrição do material:**	AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA		

Umidade Higroscópica				**Amostra**	
Cápsula Nº	13	8		**Peso úmido (g)**	3.000,00
Peso bruto úmido (g)	100,00	100,00		**Peso da amostra seca (g)**	2.908,14
Peso bruto seco (g)	97,47	97,51		**Peso do Cilindro (g)**	2.270,00
Peso da cápsula (g)	15,45	15,58		**Volume do cilindro (cm³)**	989,00
Peso da água (g)	2,53	2,49	-	**Altura do cilindro (cm³)**	
Peso do solo seco (g)	82	82	-	**Diâmetro do cilindro (cm)**	
Umidade (%)	3,08	3,04		**Nº de camada**	5
Umidade média (%)			3,06	**Nº de golpes**	26

Amostra	1	2	3	4	5
Umidade média (%)	9,06	11,06	13,06	15,06	17,06
Água total (g)	271,86	331,86	391,86	451,86	511,86
Água adicionada (g)	180,00	240,00	300,00	360,00	420,00
Água adicionada (%)	6,00	8,00	10,00	12,00	14,00
Peso bruto úmido (g)	4.138,00	4.265,00	4.354,00	4.326,00	4.173,00
Peso do solo úmido (g)	1.868,00	1.995,00	2.084,00	2.056,00	1.903,00
Densidade do solo úmido (g/cm³)	1,889	2,017	2,107	2,079	1,924
Densidade do solo seco (g/cm³)	1,718	1,794	1,832	1,766	1,596

Energia de Compactação:	P.I.
Umidade ótima (%)	12,37
Massa Específica Aparente Seca Máxima (g/cm³)	1,82



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC) - NORMA ABNT NBR 9895

Estado:	MS	**Cidade:**	CORUMBÁ				
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS					**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO					**Profundidade (m):**	2,00
Coordenada:	459.370	E	-	7990083	N	**Furo:**	ST06
Camada:	Subleito		**Descrição do material:**		AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA		

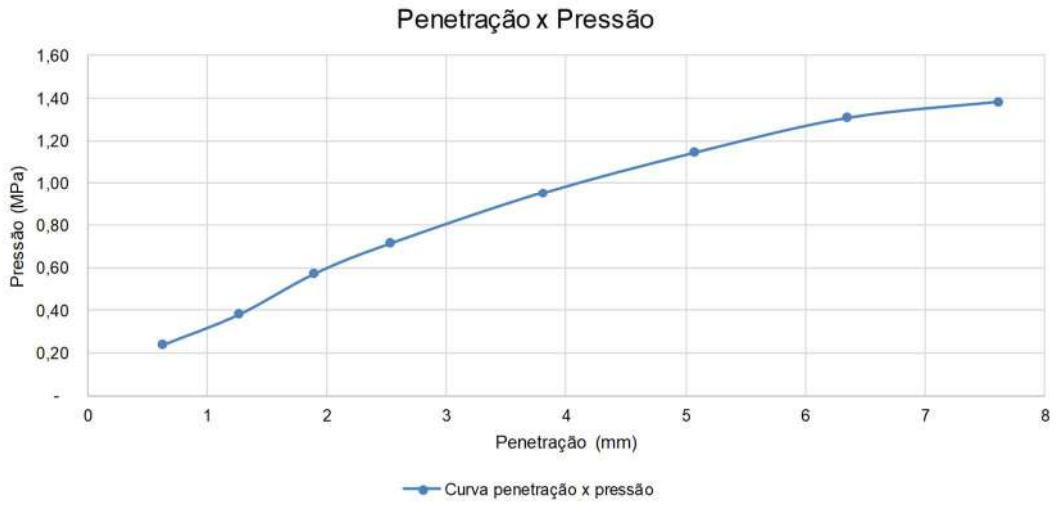
Expansão

Tempo (dias)	Data	Hora	Leitura do relógio comparador (mm)	Altura Inicial do corpor de prova (mm)	Expansão (%)
1	18/01/2025	07:30	0,52	113	1,84
2	19/01/2025	07:30	1,04		
3	20/01/2025	07:30	1,56		
4	21/01/2025	07:30	2,08		

Penetração

Penet. (mm)	0,63	1,27	1,9	2,54	3,81	5,08	6,35	7,62
Tempo (min)	0,5	1	1,5	2	3	4	5	6
Leitura (mm)	25	40	60	75	100	120	137	145
Pressão lida (MPa)	0,24	0,38	0,57	0,71	0,95	1,14	1,31	1,38
Correção (mm)				-		-		
Pressão corrigida (MPa)				0,71		1,14		
ISC (%)				10,36		11,05		

Energia de Compactação:	P.I.
Umidade ótima (%)	12,37
Massa Específica Aparente Seca Máxima (g/cm³)	1,82
ISC (%)	11,05



Fonte: *o Autor (2025).*

***Quadro 8** – Relatório de Sondagens 07*

GRANULOMETRIA - NORMA ABNT NBR 7181

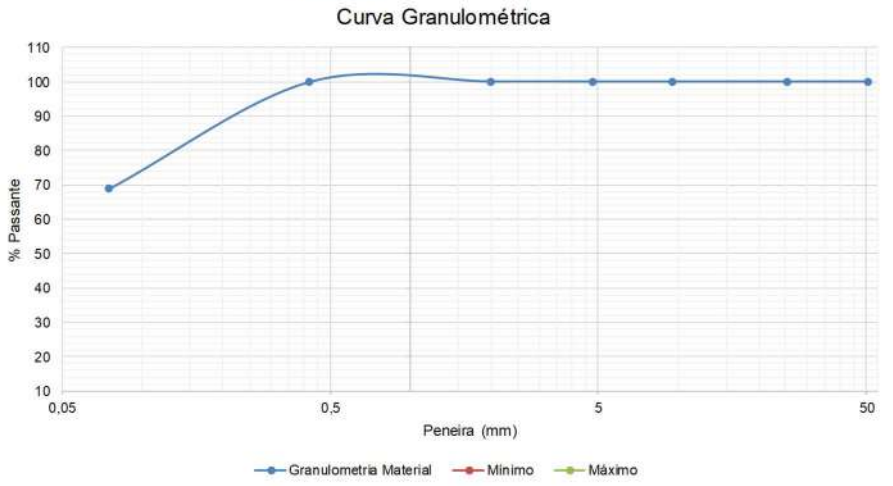
Estado:	MS	**Municipio**	CORUMBÁ			
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS				**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO				**Prof. da coleta (m):**	2,00
Coordenada:	459.375	E	-	7.989.939	N	**Furo:** ST07
Camada:	Subleito		**Descrição do material:**	AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA		

Umidade Higroscópica				**Amostra**	
Cápsula N°	300	10		**Peso úmido - peneiramento grosso (g)**	1000,00
Peso bruto úmido (g)	100,00	100,00		**Peso retido na # nº 10 (g)**	0,00
Peso bruto seco (g)	98,31	97,76		**Peso úmido passante na # nº 10 (g)**	1000,00
Peso da cápsula (g)	14,12	16,08		**Peso seco passante # nº 10 (g)**	976,25
Peso da água (g)	1,69	2,24	-	**Peso da amostra seca (g)**	976,80
Peso do solo seco (g)	84	82	-		
Umidade (%)	2,01	2,74		**Peso úmido - peneiramento fino (g)**	120,00
Umidade média (%)			2,37	**Peso da amostra seca (g)**	117,15

Peneiramento					**Faixa**			
Peneiras		**Retido**		**Passante**	**Projeto**		**Trabalho**	
pol.	**mm**	**Peso (g)**	**Acumulado (g)**	**% acumulada**	**Mínimo**	**Máximo**	**mínimo**	**máximo**
2	**50,8**	-	0,00	100,00				
1	**25,4**	-	0,00	100,00				
3/8	**9,5**	-	0,00	100,00				
nº 4	**4,8**	-	0,00	100,00				
nº 10	**2**	-	0,00	100,00				
nº 40	**0,42**	0,19	0,19	99,84				
nº 200	**0,075**	36,66	36,66	68,71				

Observação para a base estabilizada granulometricamente: A porcentragem do material que passa na peneira nº200 não deve ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira n°40

Composição Granulométrica			
Índice de Grupo	8	**Areia Média: 2,0 - 0,42mm (%)**	0,16
Limite de Liquidez - LL (%)	42,50	**Areia Fina: 0,42 - 0,075mm (%)**	31,13
Limite de Plasticidade - LP (%)	28,10	**Passando na nº 200 (%)**	68,71
Índice de Plasticidade - IP (%)	14,40	**Total (%)**	100,00
Pedregulho: Acima de 4,8mm (%)	-	**Retido: nº 10 - 200 (%)**	31,29
Areia Grossa: 4,8 - 2,0mm (%)	-	**Classificação TRB**	A-7



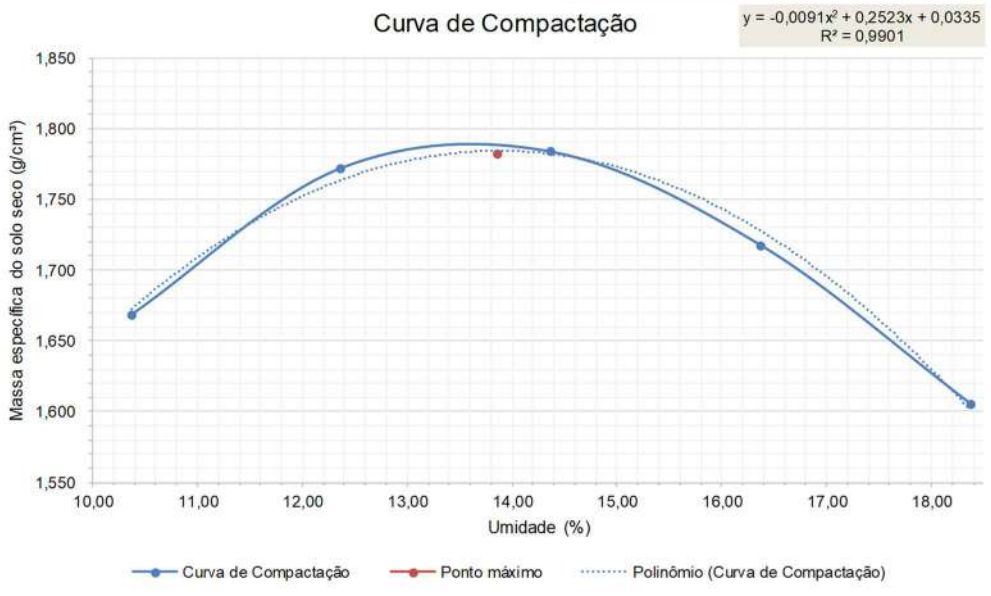
COMPACTAÇÃO - NORMA ABNT NBR 7182

Estado:	MS	**Cidade:**	CORUMBÁ			
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS				**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO				**Profundidade (m):**	2,00
Coordenada:	459.375 E	-	7989939 N		**Furo:**	ST07
Camada:	Subleito	**Descrição do material:**	AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA			

Umidade Higroscópica				**Amostra**	
Cápsula Nº	300	10		**Peso úmido (g)**	3.000,00
Peso bruto úmido (g)	100,00	100,00		**Peso da amostra seca (g)**	2.928,75
Peso bruto seco (g)	98,31	97,76		**Peso do Cilindro (g)**	2.270,00
Peso da cápsula (g)	14,12	16,08		**Volume do cilindro (cm³)**	989,00
Peso da água (g)	1,69	2,24	-	**Altura do cilindro (cm³)**	
Peso do solo seco (g)	84	82	-	**Diâmetro do cilindro (cm)**	
Umidade (%)	2,01	2,74		**Nº de camada**	5
Umidade média (%)			2,37	**Nº de golpes**	26

Amostra	1	2	3	4	5
Umidade média (%)	10,37	12,37	14,37	16,37	18,37
Água total (g)	311,25	371,25	431,25	491,25	551,25
Água adicionada (g)	240,00	300,00	360,00	420,00	480,00
Água adicionada (%)	8,00	10,00	12,00	14,00	16,00
Peso bruto úmido (g)	4.111,00	4.270,00	4.330,00	4.301,00	4.215,00
Peso do solo úmido (g)	1.841,00	2.000,00	2.060,00	2.031,00	1.945,00
Densidade do solo úmido (g/cm³)	1,861	2,022	2,083	2,054	1,967
Densidade do solo seco (g/cm³)	1,668	1,772	1,783	1,717	1,605

Energia de Compactação:	P.I.
Umidade ótima (%)	13,86
Massa Específica Aparente Seca Máxima (g/cm³)	1,78



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC) - NORMA ABNT NBR 9895

Estado:	MS	**Cidade:**	CORUMBÁ				
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS					**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO					**Profundidade (m):**	2,00
Coordenada:	459.375	E	-	7989939	N	**Furo:**	ST07
Camada:	Subleito		**Descrição do material:**		AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA		

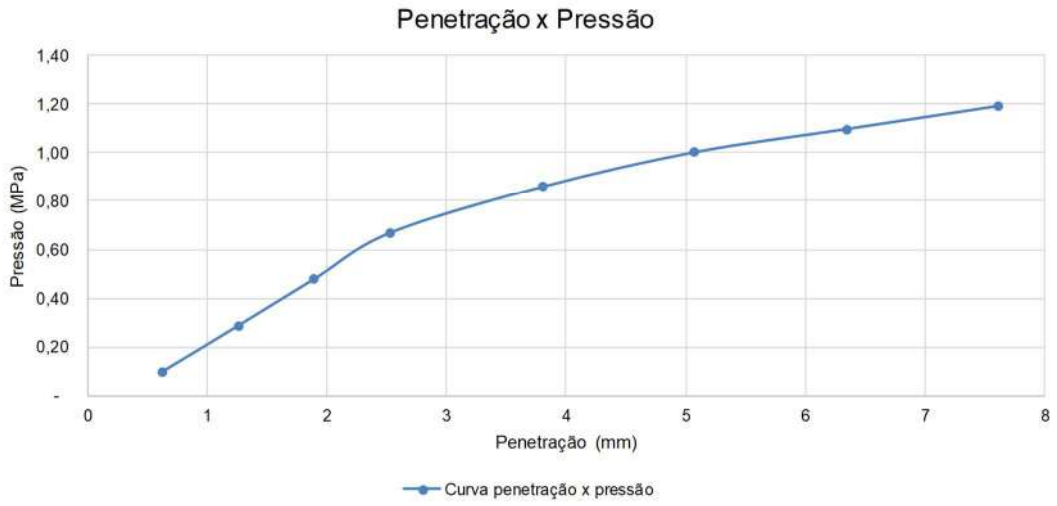
Expansão

Tempo (dias)	Data	Hora	Leitura do relógio comparador (mm)	Altura Inicial do corpor de prova (mm)	Expansão (%)
1	18/01/2024	09:30	0,79	113	2,79
2	19/01/2024	09:30	1,58		
3	20/01/2024	09:30	2,36		
4	21/01/2024	09:30	3,15		

Penetração

Penet. (mm)	0,63	1,27	1,9	2,54	3,81	5,08	6,35	7,62
Tempo (min)	0,5	1	1,5	2	3	4	5	6
Leitura (mm)	10	30	50	70	90	105	115	125
Pressão lida (MPa)	0,10	0,29	0,48	0,67	0,86	1,00	1,10	1,19
Correção (mm)				-		-		
Pressão corrigida (MPa)				0,67		1,00		
ISC (%)				9,67		9,67		

Energia de Compactação:	P.I.
Umidade ótima (%)	13,86
Massa Específica Aparente Seca Máxima (g/cm³)	1,78
ISC (%)	9,67



Fonte: *o Autor (2025).*

***Quadro 9** – Relatório de Sondagens 08*

GRANULOMETRIA - NORMA ABNT NBR 7181

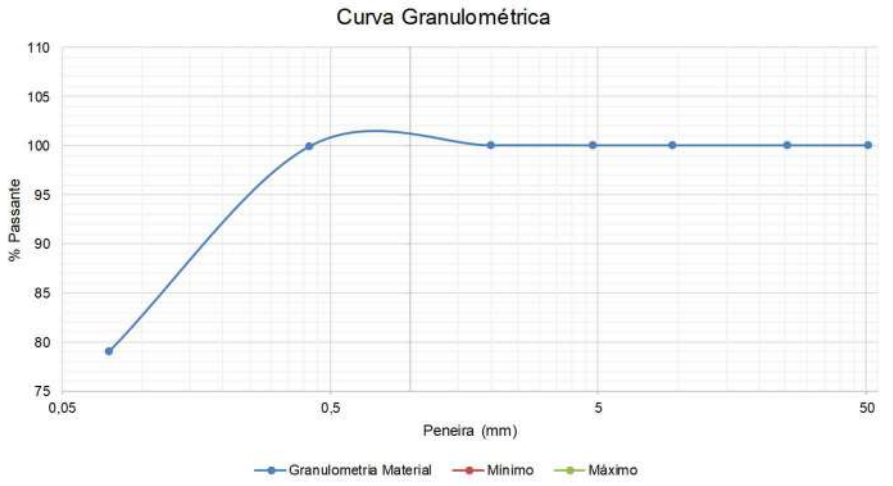
Estado:	MS	**Municipio**	CORUMBÁ			
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS				**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO				**Prof. da coleta (m):**	2,00
Coordenada:	459.380	E	-	7.990.781 N	**Furo:**	ST08
Camada:	Subleito		**Descrição do material:**	AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA		

Umidade Higroscópica				**Amostra**	
Cápsula N°	7	12		**Peso úmido - peneiramento grosso (g)**	1000,00
Peso bruto úmido (g)	100,00	100,00		**Peso retido na # nº 10 (g)**	0,00
Peso bruto seco (g)	89,20	90,01		**Peso úmido passante na # nº 10 (g)**	1000,00
Peso da cápsula (g)	16,34	16,08		**Peso seco passante # nº 10 (g)**	858,32
Peso da água (g)	10,80	9,99	-	**Peso da amostra seca (g)**	875,90
Peso do solo seco (g)	73	74	-		
Umidade (%)	14,82	13,51		**Peso úmido - peneiramento fino (g)**	120,00
Umidade média (%)			14,17	**Peso da amostra seca (g)**	103,00

Peneiramento					**Faixa**			
Peneiras		**Retido**		**Passante**	**Projeto**		**Trabalho**	
pol.	**mm**	**Peso (g)**	**Acumulado (g)**	**% acumulada**	**Mínimo**	**Máximo**	**mínimo**	**máximo**
2	**50,8**	-	0,00	100,00				
1	**25,4**	-	0,00	100,00				
3/8	**9,5**	-	0,00	100,00				
nº 4	**4,8**	-	0,00	100,00				
nº 10	**2**	-	0,00	100,00				
nº 40	**0,42**	0,12	0,12	99,88				
nº 200	**0,075**	21,64	21,64	78,99				

Observação para a base estabilizada granulometricamente: A porcentragem do material que passa na peneira nº200 não deve ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira n°40

Composição Granulométrica				
Índice de Grupo	13		**Areia Média: 2,0 - 0,42mm (%)**	0,12
Limite de Liquidez - LL (%)	53,40		**Areia Fina: 0,42 - 0,075mm (%)**	20,89
Limite de Plasticidade - LP (%)	36,50		**Passando na nº 200 (%)**	78,99
Índice de Plasticidade - IP (%)	16,90		**Total (%)**	100,00
Pedregulho: Acima de 4,8mm (%)	-		**Retido: nº 10 - 200 (%)**	21,01
Areia Grossa: 4,8 - 2,0mm (%)	-		**Classificação TRB**	A-7



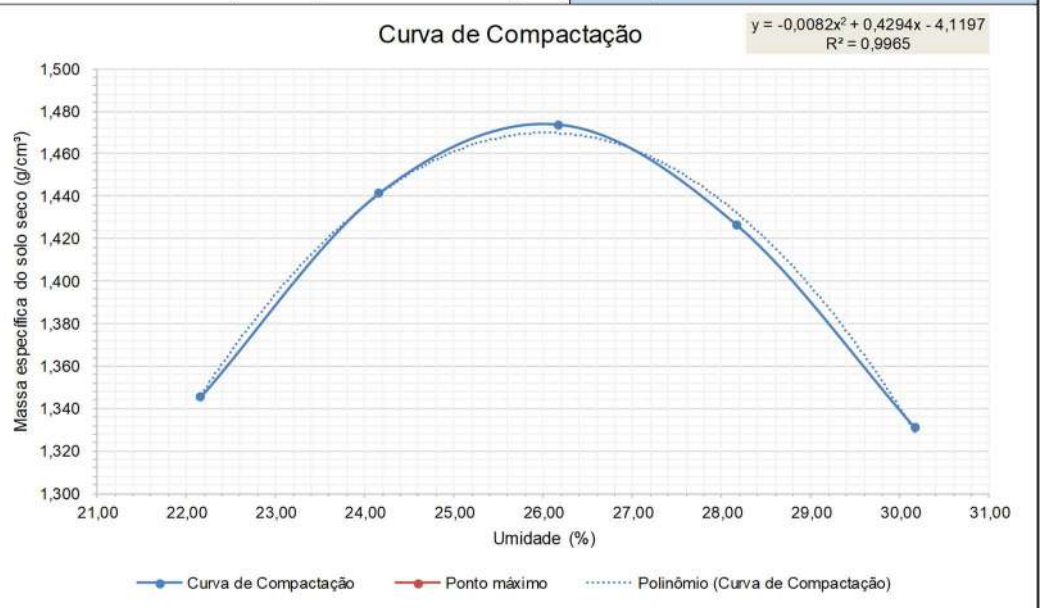
COMPACTAÇÃO - NORMA ABNT NBR 7182

Estado:	MS	**Cidade:**	CORUMBÁ			
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS				**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO				**Profundidade (m):**	2,00
Coordenada:	459.380 E	-	7990781	N	**Furo:**	ST08
Camada:	Subleito	**Descrição do material:**	AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA			

Umidade Higroscópica				**Amostra**	
Cápsula Nº	7	12		**Peso úmido (g)**	3.000,00
Peso bruto úmido (g)	100,00	100,00		**Peso da amostra seca (g)**	2.574,96
Peso bruto seco (g)	89,20	90,01		**Peso do Cilindro (g)**	2.270,00
Peso da cápsula (g)	16,34	16,08		**Volume do cilindro (cm³)**	989,00
Peso da água (g)	10,80	9,99	-	**Altura do cilindro (cm³)**	
Peso do solo seco (g)	73	74	-	**Diâmetro do cilindro (cm)**	
Umidade (%)	14,82	13,51		**Nº de camada**	5
Umidade média (%)			14,17	**Nº de golpes**	26

Amostra	1	2	3	4	5
Umidade média (%)	22,17	24,17	26,17	28,17	30,17
Água total (g)	665,04	725,04	785,04	845,04	905,04
Água adicionada (g)	240,00	300,00	360,00	420,00	480,00
Água adicionada (%)	8,00	10,00	12,00	14,00	16,00
Peso bruto úmido (g)	3.980,00	4.150,00	4.244,00	4.234,00	4.155,00
Peso do solo úmido (g)	1.710,00	1.880,00	1.974,00	1.964,00	1.885,00
Densidade do solo úmido (g/cm³)	1,729	1,901	1,996	1,986	1,906
Densidade do solo seco (g/cm³)	1,346	1,442	1,474	1,426	1,331

Energia de Compactação:	P.I.
Umidade ótima (%)	26,18
Massa Específica Aparente Seca Máxima (g/cm³)	1,50



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC) - NORMA ABNT NBR 9895

Estado:	MS	**Cidade:**	CORUMBÁ				
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS					**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO					**Profundidade (m):**	2,00
Coordenada:	459.380	E	-	7990781	N	**Furo:**	ST08
Camada:	Subleito		**Descrição do material:**	AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA			

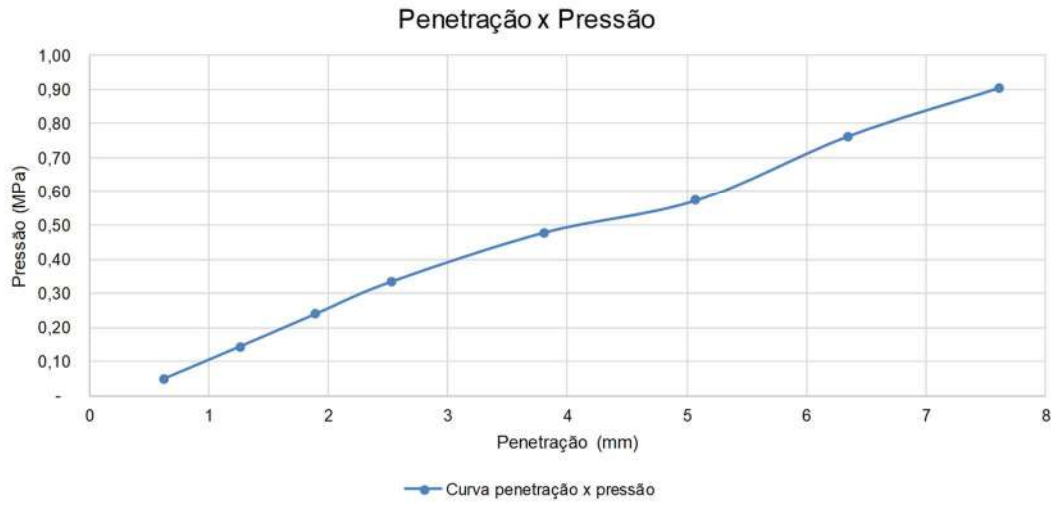
Expansão

Tempo (dias)	Data	Hora	Leitura do relógio comparador (mm)	Altura Inicial do corpor de prova (mm)	Expansão (%)
1	18/01/2025	10:30	1,13	113	3,98
2	19/01/2025	10:30	2,25		
3	20/01/2025	10:30	3,38		
4	21/01/2025	10:30	4,50		

Penetração

Penet. (mm)	0,63	1,27	1,9	2,54	3,81	5,08	6,35	7,62
Tempo (min)	0,5	1	1,5	2	3	4	5	6
Leitura (mm)	5	15	25	35	50	60	80	95
Pressão lida (MPa)	0,05	0,14	0,24	0,33	0,48	0,57	0,76	0,91
Correção (mm)				-		-		
Pressão corrigida (MPa)				0,33		0,57		
ISC (%)				4,84		5,53		

Energia de Compactação:	P.I.
Umidade ótima (%)	26,18
Massa Específica Aparente Seca Máxima (g/cm³)	1,50
ISC (%)	5,53



Fonte: *o Autor (2025).*

***Quadro 10** – Relatório de Sondagens 09*

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC) - NORMA ABNT NBR 9895

Estado:	MS	**Cidade:**	CORUMBÁ				
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS					**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO					**Profundidade (m):**	2,00
Coordenada:	459.380	E	-	7990781	N	**Furo:**	ST09
Camada:	Subleito		**Descrição do material:**	AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA			

Expansão

Tempo (dias)	Data	Hora	Leitura do relógio comparador (mm)	Altura Inicial do corpor de prova (mm)	Expansão (%)
1	18/01/2025	10:30	1,13	113	3,98
2	19/01/2025	10:30	2,25		
3	20/01/2025	10:30	3,38		
4	21/01/2025	10:30	4,50		

Penetração

Penet. (mm)	0,63	1,27	1,9	2,54	3,81	5,08	6,35	7,62
Tempo (min)	0,5	1	1,5	2	3	4	5	6
Leitura (mm)	5	15	25	35	50	60	80	95
Pressão lida (MPa)	0,05	0,14	0,24	0,33	0,48	0,57	0,76	0,91
Correção (mm)				-		-		
Pressão corrigida (MPa)				0,33		0,57		
ISC (%)				4,84		5,53		

Energia de Compactação:	P.I.
Umidade ótima (%)	26,18
Massa Específica Aparente Seca Máxima (g/cm³)	1,50
ISC (%)	5,53

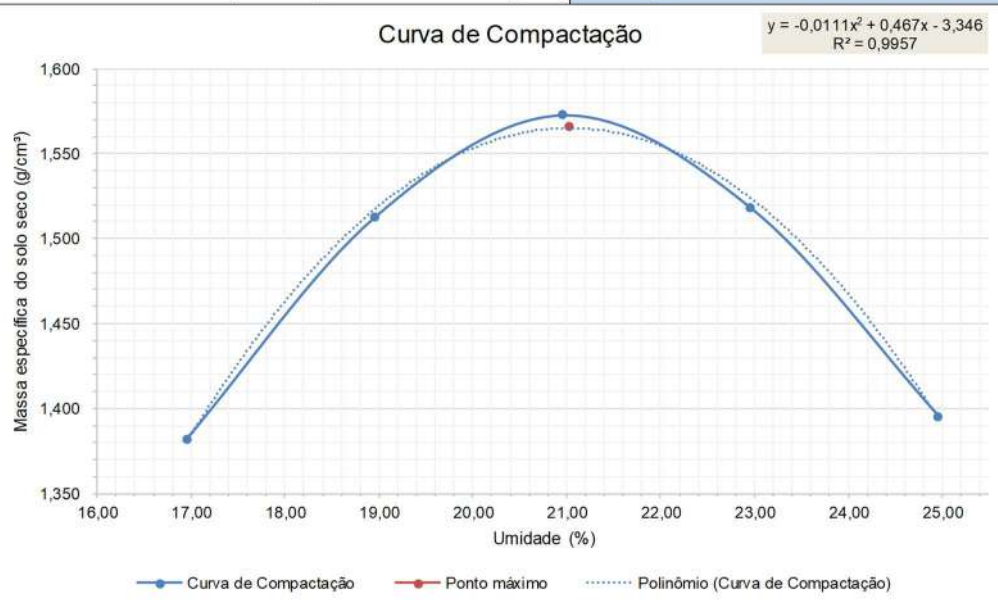
COMPACTAÇÃO - NORMA ABNT NBR 7182

Estado:	MS	**Cidade:**	CORUMBÁ			
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS				**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO				**Profundidade (m):**	2,00
Coordenada:	459.421	E	-	7990871	N	**Furo:** ST09
Camada:	Subleito		**Descrição do material:**	AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA		

Umidade Higroscópica				**Amostra**	
Cápsula Nº	7	24		**Peso úmido (g)**	3.000,00
Peso bruto úmido (g)	100,00	100,00		**Peso da amostra seca (g)**	2.791,20
Peso bruto seco (g)	94,82	94,26		**Peso do Cilindro (g)**	2.270,00
Peso da cápsula (g)	16,44	15,75		**Volume do cilindro (cm³)**	989,00
Peso da água (g)	5,18	5,74	-	**Altura do cilindro (cm³)**	
Peso do solo seco (g)	78	79	-	**Diâmetro do cilindro (cm)**	
Umidade (%)	6,61	7,31		**Nº de camada**	5
Umidade média (%)			6,96	**Nº de golpes**	26

Amostra	1	2	3	4	5
Umidade média (%)	16,96	18,96	20,96	22,96	24,96
Água total (g)	508,80	568,80	628,80	688,80	748,80
Água adicionada (g)	300,00	360,00	420,00	480,00	540,00
Água adicionada (%)	10,00	12,00	14,00	16,00	18,00
Peso bruto úmido (g)	3.916,00	4.116,00	4.238,00	4.219,00	4.109,00
Peso do solo úmido (g)	1.646,00	1.846,00	1.968,00	1.949,00	1.839,00
Densidade do solo úmido (g/cm³)	1,664	1,867	1,990	1,971	1,859
Densidade do solo seco (g/cm³)	1,382	1,513	1,573	1,518	1,395

Energia de Compactação:	P.I.
Umidade ótima (%)	21,04
Massa Específica Aparente Seca Máxima (g/cm³)	1,57



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC) - NORMA ABNT NBR 9895

Estado:	MS	**Cidade:**	CORUMBÁ				
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS					**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO					**Profundidade (m):**	2,00
Coordenada:	459.421	E	-	7990871	N	**Furo:**	ST09
Camada:	Subleito		**Descrição do material:**	AREIA FINA SILTOSA CINZA CLARA SATURADA			

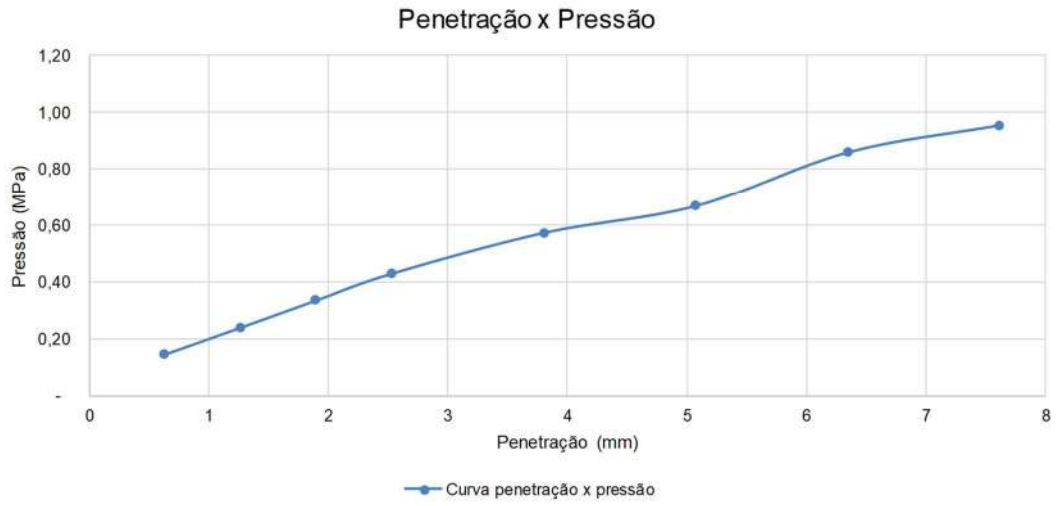
Expansão

Tempo (dias)	Data	Hora	Leitura do relógio comparador (mm)	Altura Inicial do corpor de prova (mm)	Expansão (%)
1	18/01/2024	13:20	0,76	113	2,67
2	19/01/2024	13:20	1,51		
3	20/01/2024	13:20	2,27		
4	21/01/2024	13:20	3,02		

Penetração

Penet. (mm)	0,63	1,27	1,9	2,54	3,81	5,08	6,35	7,62
Tempo (min)	0,5	1	1,5	2	3	4	5	6
Leitura (mm)	15	25	35	45	60	70	90	100
Pressão lida (MPa)	0,14	0,24	0,33	0,43	0,57	0,67	0,86	0,95
Correção (mm)				-		-		
Pressão corrigida (MPa)				0,43		0,67		
ISC (%)				6,22		6,45		

Energia de Compactação:	P.I.
Umidade ótima (%)	21,04
Massa Específica Aparente Seca Máxima (g/cm³)	1,57
ISC (%)	6,45



Fonte: *o Autor (2025).*

***Quadro 11** – Relatório de Sondagens – Material de Base – Cascalho*

GRANULOMETRIA - NORMA ABNT NBR 7181

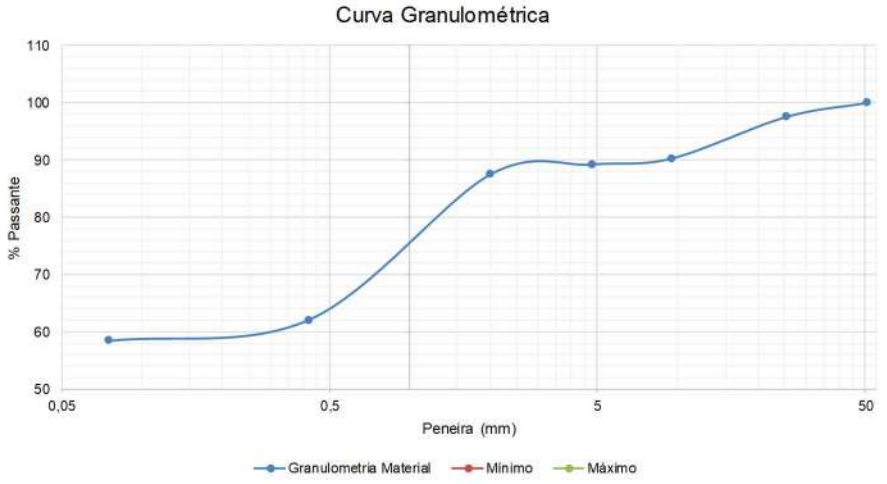
Estado:	MS	**Municipio**	CORUMBÁ				
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS					**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO					**Prof. da coleta (m):**	1,00
Coordenada:	448.394	E	-	8.005.810	N	**Furo:**	-
Camada:	BASE		**Descrição do material:**	CASCALHO SILTOSO MARROM CLARO NATURAL			

Umidade Higroscópica				**Amostra**	
Cápsula Nº	12	23		**Peso úmido - peneiramento grosso (g)**	3000,00
Peso bruto úmido (g)	100,00	100,00		**Peso retido na # nº 10 (g)**	371,00
Peso bruto seco (g)	98,80	99,10		**Peso úmido passante na # nº 10 (g)**	2629,00
Peso da cápsula (g)	14,77	15,42		**Peso seco passante # nº 10 (g)**	2596,09
Peso da água (g)	1,20	0,90	-	**Peso da amostra seca (g)**	2967,50
Peso do solo seco (g)	84	84	-		
Umidade (%)	1,43	1,08		**Peso úmido - peneiramento fino (g)**	120,00
Umidade média (%)			1,25	**Peso da amostra seca (g)**	118,50

Peneiramento					**Faixa**			
Peneiras		**Retido**		**Passante**	**Projeto**		**Trabalho**	
pol.	**mm**	**Peso (g)**	**Acumulado (g)**	**% acumulada**	**Mínimo**	**Máximo**	**mínimo**	**máximo**
2	**50,8**	-	0,00	100,00				
1	**25,4**	73,00	73,00	97,54				
3/8	**9,5**	288,00	288,00	90,29				
nº 4	**4,8**	319,00	319,00	89,25				
nº 10	**2**	371,00	371,00	87,50				
nº 40	**0,42**	34,40	34,40	62,10				
nº 200	**0,075**	39,34	39,34	58,45				

Observação para a base estabilizada granulometricamente: A porcentagem do material que passa na peneira nº200 não deve ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira nº40

Composição Granulométrica			
Índice de Grupo	-	**Areia Média: 2,0 - 0,42mm (%)**	25,40
Limite de Liquidez - LL (%)	-	**Areia Fina: 0,42 - 0,075mm (%)**	3,65
Limite de Plasticidade - LP (%)	-	**Passando na nº 200 (%)**	58,45
Índice de Plasticidade - IP (%)	-	**Total (%)**	100,00
Pedregulho: Acima de 4,8mm (%)	10,75	**Retido: nº 10 - 200 (%)**	29,05
Areia Grossa: 4,8 - 2,0mm (%)	1,75	**Classificação TRB**	A-2-4



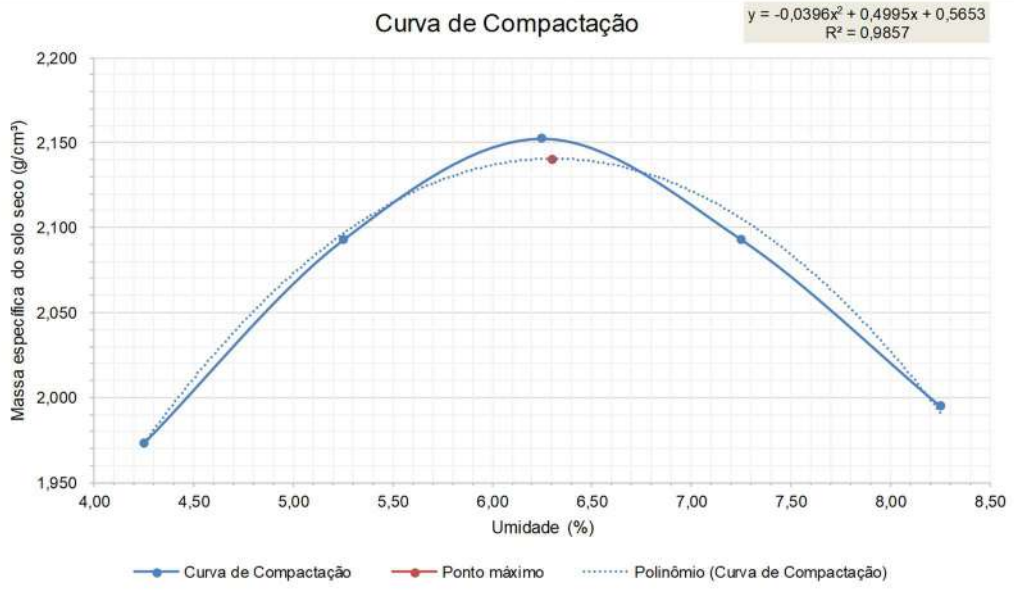
COMPACTAÇÃO - NORMA ABNT NBR 7182

Estado:	MS	**Cidade:**	CORUMBÁ			
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS				**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO				**Profundidade (m):**	1,00
Coordenada:	448.394	E	-	8005810 N	**Furo:**	-
Camada:	BASE		**Descrição do material:**	CASCALHO SILTOSO MARROM CLARO NATURAL		

Umidade Higroscópica				**Amostra**	
Cápsula Nº	12	23		**Peso úmido (g)**	6.000,00
Peso bruto úmido (g)	100,00	100,00		**Peso da amostra seca (g)**	5.924,89
Peso bruto seco (g)	98,80	99,10		**Peso do Cilindro (g)**	4.192,00
Peso da cápsula (g)	14,77	15,42		**Volume do cilindro (cm³)**	2.041,00
Peso da água (g)	1,20	0,90	-	**Altura do cilindro (cm³)**	
Peso do solo seco (g)	84	84	-	**Diâmetro do cilindro (cm)**	
Umidade (%)	1,43	1,08		**Nº de camada**	5
Umidade média (%)			1,25	**Nº de golpes**	26

Amostra	1	2	3	4	5
Umidade média (%)	4,25	5,25	6,25	7,25	8,25
Água total (g)	255,11	315,11	375,11	435,11	495,11
Água adicionada (g)	180,00	240,00	300,00	360,00	420,00
Água adicionada (%)	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00
Peso bruto úmido (g)	8.398,00	8.700,00	8.878,00	8.798,00	8.630,00
Peso do solo úmido (g)	4.206,00	4.508,00	4.686,00	4.606,00	4.438,00
Densidade do solo úmido (g/cm³)	2,061	2,209	2,296	2,257	2,174
Densidade do solo seco (g/cm³)	1,973	2,093	2,152	2,093	1,995

Energia de Compactação:	P.I.
Umidade ótima (%)	6,31
Massa Específica Aparente Seca Máxima (g/cm³)	2,14



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC) - NORMA ABNT NBR 9895

Estado:	MS	**Cidade:**	CORUMBÁ				
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS					**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO					**Profundidade (m):**	1,00
Coordenada:	448.394	E	-	8005810	N	**Furo:**	1
Camada:	BASE		**Descrição do material:**		CASCALHO SILTOSO MARROM CLARO NATURAL		

Expansão

Tempo (dias)	Data	Hora	Leitura do relógio comparador (mm)	Altura Inicial do corpor de prova (mm)	Expansão (%)
1	29/01/2025	09:40	0,10	113	0,34
2	30/01/2025	09:40	0,19		
3	31/01/2025	09:40	0,29		
4	01/02/2025	09:40	0,38		

Penetração

Penet. (mm)	0,63	1,27	1,9	2,54	3,81	5,08	6,35	7,62
Tempo (min)	0,5	1	1,5	2	3	4	5	6
Leitura (mm)	45	145	200	270	405	520	620	700
Pressão lida (MPa)	0,43	1,38	1,91	2,57	3,86	4,96	5,91	6,67
Correção (mm)				-		-		
Pressão corrigida (MPa)				2,57		4,96		
ISC (%)				37,30		47,89		

Energia de Compactação:	P.I.
Umidade ótima (%)	6,31
Massa Específica Aparente Seca Máxima (g/cm³)	2,14
ISC (%)	47,89

Fonte: *o Autor (2025).*

***Quadro 12** – Relatório de Sondagens – Material de Base – Cascalho com adição 1% de cimento*

GRANULOMETRIA - NORMA ABNT NBR 7181

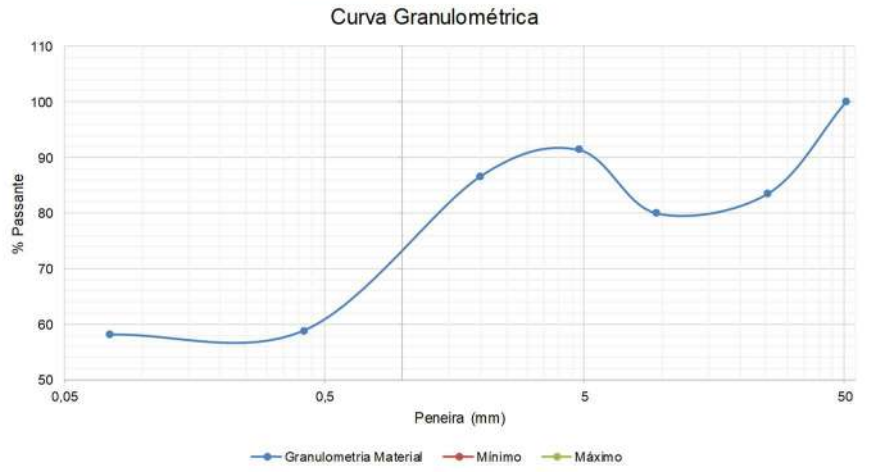
Estado:	MS	**Municipio**	CORUMBÁ			
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS				**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO				**Prof. da coleta (m):**	1,00
Coordenada:	448.394	E	-	8.005.810 N	**Furo:**	-
Camada:	BASE		**Descrição do material:**	CASCALHO POUCO ARENOSO SILTOSO CLARO COM ADIÇÃO DE 1% DE CIMENTO		

Umidade Higroscópica				**Amostra**	
Cápsula Nº	3	9		**Peso úmido - peneiramento grosso (g)**	3000,00
Peso bruto úmido (g)	100	100		**Peso retido na # nº 10 (g)**	388,00
Peso bruto seco (g)	96,88	96,44		**Peso úmido passante na # nº 10 (g)**	2612,00
Peso da cápsula (g)	15,25	14,48		**Peso seco passante # nº 10 (g)**	2505,36
Peso da água (g)	3,12	3,56	-	**Peso da amostra seca (g)**	2897,54
Peso do solo seco (g)	82	82	-		
Umidade (%)	3,82	4,34		**Peso úmido - peneiramento fino (g)**	120,00
Umidade média (%)			4,08	**Peso da amostra seca (g)**	115,10

Peneiramento					**Faixa**			
Peneiras		**Retido**		**Passante**	**Projeto**		**Trabalho**	
pol.	**mm**	**Peso (g)**	**Acumulado (g)**	**% acumulada**	**Minimo**	**Máximo**	**mínimo**	**máximo**
2	**50,8**	-	0,00	100,00				
1	**25,4**	480,00	480,00	83,43				
3/8	**9,5**	581,00	581,00	79,95				
nº 4	**4,8**	250,00	250,00	91,37				
nº 10	**2**	388,00	388,00	86,61				
nº 40	**0,42**	36,96	36,96	58,80				
nº 200	**0,075**	37,94	37,94	58,06				

Observação para a base estabilizada granulometricamente: A porcentragem do material que passa na peneira nº200 não deve ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira n°40

Composição Granulométrica			
Índice de Grupo	-	**Areia Média: 2,0 - 0,42mm (%)**	27,81
Limite de Liquidez - LL (%)	-	**Areia Fina: 0,42 - 0,075mm (%)**	0,74
Limite de Plasticidade - LP (%)	-	**Passando na nº 200 (%)**	58,06
Índice de Plasticidade - IP (%)	-	**Total (%)**	100,00
Pedregulho: Acima de 4,8mm (%)	8,63	**Retido: nº 10 - 200 (%)**	28,55
Areia Grossa: 4,8 - 2,0mm (%)	4,76	**Classificação TRB**	A-1-B



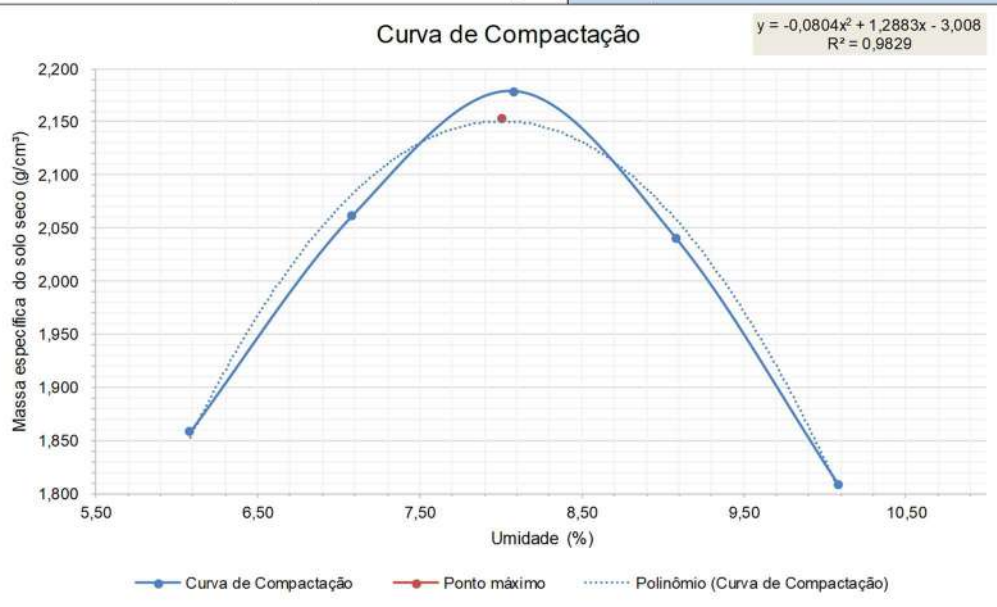
COMPACTAÇÃO - NORMA ABNT NBR 7182

Estado:	MS	**Cidade:**	CORUMBÁ			
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS				**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO				**Profundidade (m):**	1,00
Coordenada:	448.394	E	-	8005810	N	**Furo:** -
Camada:	BASE		**Descrição do material:**	CASCALHO POUCO ARENOSO SILTOSO CLARO COM AI		

Umidade Higroscópica				**Amostra**	
Cápsula Nº	3	9		**Peso úmido (g)**	6.000,00
Peso bruto úmido (g)	100,00	100,00		**Peso da amostra seca (g)**	5.755,03
Peso bruto seco (g)	96,88	96,44		**Peso do Cilindro (g)**	5.626,00
Peso da cápsula (g)	15,25	14,48		**Volume do cilindro (cm³)**	2.014,00
Peso da água (g)	3,12	3,56	-	**Altura do cilindro (cm³)**	
Peso do solo seco (g)	82	82	-	**Diâmetro do cilindro (cm)**	
Umidade (%)	3,82	4,34		**Nº de camada**	5
Umidade média (%)			4,08	**Nº de golpes**	26

Amostra	1	2	3	4	5
Umidade média (%)	6,08	7,08	8,08	9,08	10,08
Água total (g)	364,97	424,97	484,97	544,97	604,97
Água adicionada (g)	120,00	180,00	240,00	300,00	360,00
Água adicionada (%)	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00
Peso bruto úmido (g)	9.610	10.094	10.400	10.145	9.677
Peso do solo úmido (g)	3.984,00	4.468,00	4.774,00	4.519,00	4.051,00
Densidade do solo úmido (g/cm³)	1,978	2,218	2,370	2,244	2,011
Densidade do solo seco (g/cm³)	1,858	2,061	2,179	2,040	1,809

Energia de Compactação:	P.I.
Umidade ótima (%)	8,01
Massa Específica Aparente Seca Máxima (g/cm³)	2,15



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC) - NORMA ABNT NBR 9895

Estado:	MS	**Cidade:**	CORUMBÁ				
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS					**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO					**Profundidade (m):**	1,00
Coordenada:	448.394	E	-	8005810	N	**Furo:**	1
Camada:	BASE		**Descrição do material:**	CASCALHO POUCO ARENOSO SILTOSO CLARO COM AI			

Expansão

Tempo (dias)	Data	Hora	Leitura do relógio comparador (mm)	Altura Inicial do corpor de prova (mm)	Expansão (%)
1	20/01/2025	08:00	0,11	113	0,38
2	21/01/2025	08:00	0,22		
3	22/01/2025	08:00	0,32		
4	23/01/2025	08:00	0,43		

Penetração

Penet. (mm)	0,63	1,27	1,9	2,54	3,81	5,08	6,35	7,62
Tempo (min)	0,5	1	1,5	2	3	4	5	6
Leitura (mm)	100	200	300	400	600	800	1.050	1.200
Pressão lida (MPa)	0,95	1,91	2,86	3,81	5,72	7,63	10,01	11,44
Correção (mm)				-		-		
Pressão corrigida (MPa)				3,81		7,63		
ISC (%)				55,26		73,68		

Energia de Compactação:	P.I.
Umidade ótima (%)	8,01
Massa Específica Aparente Seca Máxima (g/cm³)	2,15
ISC (%)	73,68

Fonte: *o Autor (2025).*

***Quadro 13** – Relatório de Sondagens – Material de Base – Cascalho com adição 2% de cimento*

GRANULOMETRIA - NORMA ABNT NBR 7181

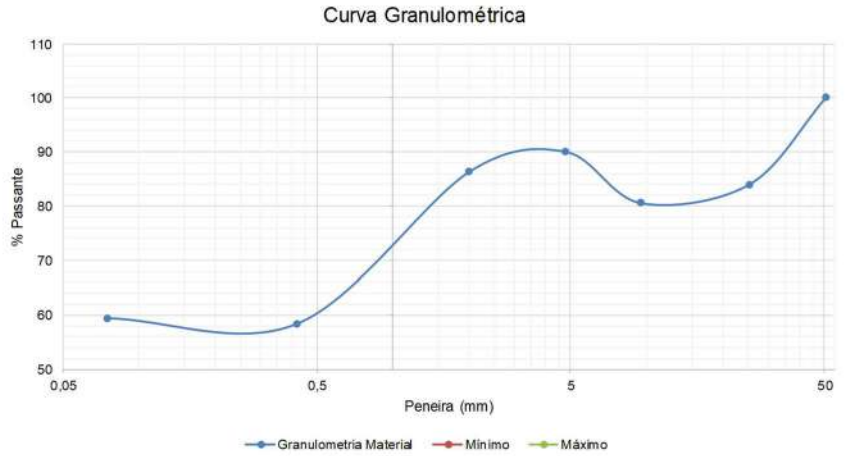
Estado:	MS	**Municipio**	CORUMBÁ			
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS				**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO				**Prof. da coleta (m):**	1,00
Coordenada:	448.394	E	-	8.005.810 N	**Furo:**	-
Camada:	BASE		**Descrição do material:**	CASCALHO POUCO ARENOSO SILTOSO CLARO COM ADIÇÃO DE 2% DE CIMENTO		

Umidade Higroscópica				**Amostra**	
Cápsula Nº	17	65		**Peso úmido - peneiramento grosso (g)**	3000,00
Peso bruto úmido (g)	100,00	100,00		**Peso retido na # nº 10 (g)**	399,00
Peso bruto seco (g)	97,28	97,08		**Peso úmido passante na # nº 10 (g)**	2601,00
Peso da cápsula (g)	15,45	14,78		**Peso seco passante # nº 10 (g)**	2511,63
Peso da água (g)	2,72	2,92	-	**Peso da amostra seca (g)**	2913,60
Peso do solo seco (g)	82	82	-		
Umidade (%)	3,32	3,55		**Peso úmido - peneiramento fino (g)**	120,00
Umidade média (%)			3,44	**Peso da amostra seca (g)**	115,88

Peneiramento					**Faixa**			
Peneiras		**Retido**		**Passante**	**Projeto**		**Trabalho**	
pol.	**mm**	**Peso (g)**	**Acumulado (g)**	**% acumulada**	**Mínimo**	**Máximo**	**mínimo**	**máximo**
2	**50,8**	-	0,00	100,00				
1	**25,4**	467,00	467,00	83,97				
3/8	**9,5**	567,00	567,00	80,54				
nº 4	**4,8**	290,00	290,00	90,05				
nº 10	**2**	399,00	399,00	86,31				
nº 40	**0,42**	37,56	37,56	58,33				
nº 200	**0,075**	36,14	36,14	59,39				

Observação para a base estabilizada granulometricamente: A porcentagem do material que passa na peneira nº200 não deve ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira nº40

Composição Granulométrica			
Índice de Grupo	-	**Areia Média: 2,0 - 0,42mm (%)**	27,97
Limite de Liquidez - LL (%)	-	**Areia Fina: 0,42 - 0,075mm (%)**	(1,06)
Limite de Plasticidade - LP (%)	-	**Passando na nº 200 (%)**	59,39
Índice de Plasticidade - IP (%)	-	**Total (%)**	100,00
Pedregulho: Acima de 4,8mm (%)	9,95	**Retido: nº 10 - 200 (%)**	26,92
Areia Grossa: 4,8 - 2,0mm (%)	3,74	**Classificação TRB**	A-1-B



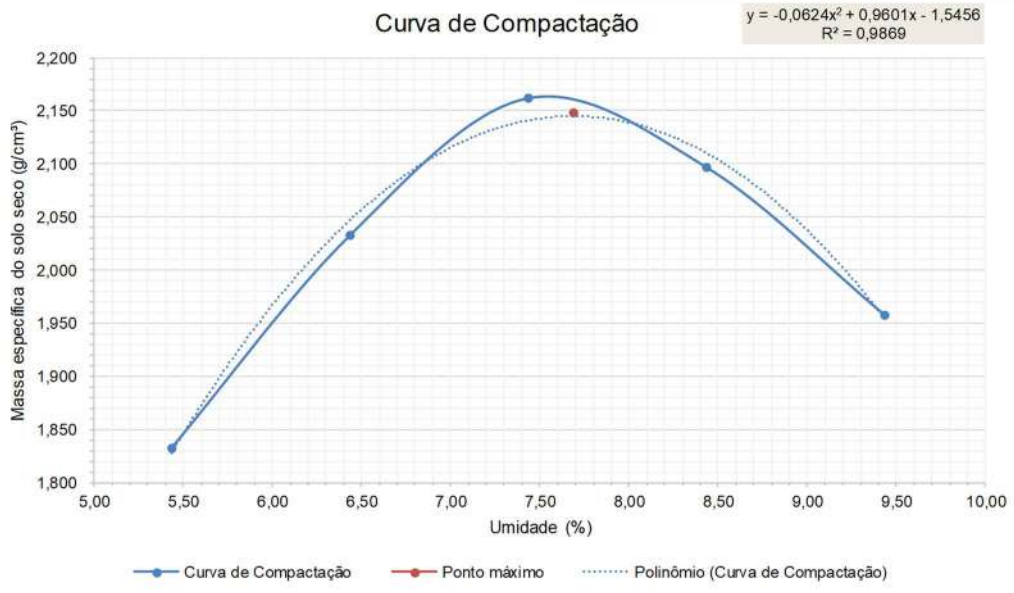
COMPACTAÇÃO - NORMA ABNT NBR 7182

Estado:	MS	**Cidade:**	CORUMBÁ			
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS				**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO				**Profundidade (m):**	1,00
Coordenada:	448.394	E	-	8005810 N	**Furo:**	-
Camada:	BASE		**Descrição do material:**	CASCALHO POUCO ARENOSO SILTOSO CLARO COM A		

Umidade Higroscópica				**Amostra**	
Cápsula Nº	17	65		**Peso úmido (g)**	6.000,00
Peso bruto úmido (g)	100,00	100,00		**Peso da amostra seca (g)**	5.793,84
Peso bruto seco (g)	97,28	97,08		**Peso do Cilindro (g)**	4.258,00
Peso da cápsula (g)	15,45	14,78		**Volume do cilindro (cm³)**	2.014,00
Peso da água (g)	2,72	2,92	-	**Altura do cilindro (cm³)**	
Peso do solo seco (g)	82	82	-	**Diâmetro do cilindro (cm)**	
Umidade (%)	3,32	3,55		**Nº de camada**	5
Umidade média (%)			3,44	**Nº de golpes**	26

Amostra	1	2	3	4	5
Umidade média (%)	5,44	6,44	7,44	8,44	9,44
Água total (g)	326,16	386,16	446,16	506,16	566,16
Água adicionada (g)	120,00	180,00	240,00	300,00	360,00
Água adicionada (%)	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00
Peso bruto úmido (g)	8.160,00	8.633,00	8.962,00	8.870,00	8.611,00
Peso do solo úmido (g)	3.902,00	4.375,00	4.704,00	4.612,00	4.353,00
Densidade do solo úmido (g/cm³)	1,937	2,172	2,336	2,290	2,161
Densidade do solo seco (g/cm³)	1,832	2,032	2,162	2,097	1,957

Energia de Compactação:	P.I.
Umidade ótima (%)	7,69
Massa Específica Aparente Seca Máxima (g/cm³)	2,15



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC) - NORMA ABNT NBR 9895

Estado:	MS	**Cidade:**	CORUMBÁ				
Obra:	AERODROMO PORTO SÃO PEDRO - CORUMBÁ/MS					**Data:**	24/01/2025
Via:	PISTA DE POUSO					**Profundidade (m):**	1,00
Coordenada:	448.394	E	-	8005810	N	**Furo:**	1
Camada:	BASE		**Descrição do material:**		CASCALHO POUCO ARENOSO SILTOSO CLARO COM AI		

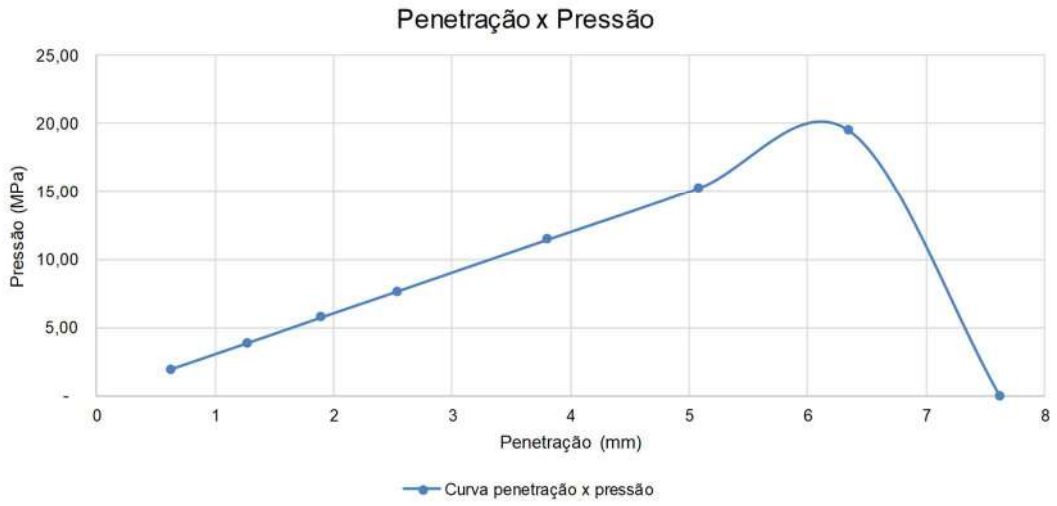
Expansão

Tempo (dias)	Data	Hora	Leitura do relógio comparador (mm)	Altura Inicial do corpor de prova (mm)	Expansão (%)
1	20/01/2025	09:30	0,05	113	0,19
2	21/01/2025	09:30	0,11		
3	22/01/2025	09:30	0,16		
4	23/01/2025	09:30	0,21		

Penetração

Penet. (mm)	0,63	1,27	1,9	2,54	3,81	5,08	6,35	7,62
Tempo (min)	0,5	1	1,5	2	3	4	5	6
Leitura (mm)	200	400	600	800	1200	1600	2050	
Pressão lida (MPa)	1,91	3,81	5,72	7,63	11,44	15,25	19,54	-
Correção (mm)				-		-		
Pressão corrigida (MPa)				7,63		15,25		
ISC (%)				110,52		147,36		

Energia de Compactação:	P.I.
Umidade ótima (%)	7,69
Massa Específica Aparente Seca Máxima (g/cm³)	2,15
ISC (%)	147,36



Fonte: *o Autor (2025).*

***Figura 17** – Execução do Furo 01*

***Fonte:** o Autor (2025).*

***Figura 18** – Execução do Furo 01*

***Fonte:** o Autor (2025).*

Figura 19 *– Execução do Furo 02*

Fonte: *o Autor (2025).*

Figura 20 *– Execução do Furo 02*

Fonte: *o Autor (2025).*

Figura 21 *– Execução do Furo 03*

Fonte: *o Autor (2025).*

Figura 22 *– Execução do Furo 04*

Fonte: *o Autor (2025).*

Figura 23 *– Execução do Furo 05*

Fonte: *o Autor (2025).*

Figura 24 *– Execução do Furo 05*

Fonte: *o Autor (2025).*

Figura 25 *– Execução do Furo 06*

Fonte: *o Autor (2025).*

Figura 26 *– Execução do Furo 06*

Fonte: *o Autor (2025).*

***Figura 27** – Execução do Furo 07*

***Fonte:** o Autor (2025).*

***Figura 28** – Execução do Furo 07*

***Fonte:** o Autor (2025).*

Figura 29 *– Execução do Furo 08*

Fonte: *o Autor (2025).*

Figura 30 *– Execução do Furo 08*

Fonte: *o Autor (2025).*

Figura 31 *– Execução do Furo 09*

Fonte: *o Autor (2025).*

Figura 32 *– Execução do Furo 10*

Fonte: *o Autor (2025).*

3.3 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

3.3.1 Introdução

Os estudos hidrológicos têm como objetivo avaliar as características do clima, do solo e da pluviometria na região do Aeródromo São Pedro, a fim de determinar as descargas máximas que escoarão pelos dispositivos de drenagem projetados. A correta definição desses parâmetros é essencial para garantir o funcionamento eficiente da infraestrutura aeroportuária, evitando impactos negativos da ação da água sobre a pista e demais áreas operacionais.

O aeródromo está localizado em uma região sujeita a cheias sazonais, sendo necessário um estudo detalhado do comportamento hidrológico para determinar a cota de enchente máxima e definir as soluções de drenagem adequadas.

3.3.2 Caracterização Hidrológica da Região

A região do Aeródromo São Pedro pertence à bacia hidrográfica do Rio Paraguai, uma das principais do Pantanal. O comportamento hidrológico é fortemente influenciado pelo regime de cheia e seca, que causa grandes variações nos níveis dos cursos d'água ao longo do ano.

***Figura 33** – Cheia Histórica de 2023 – Rio Paraguai*

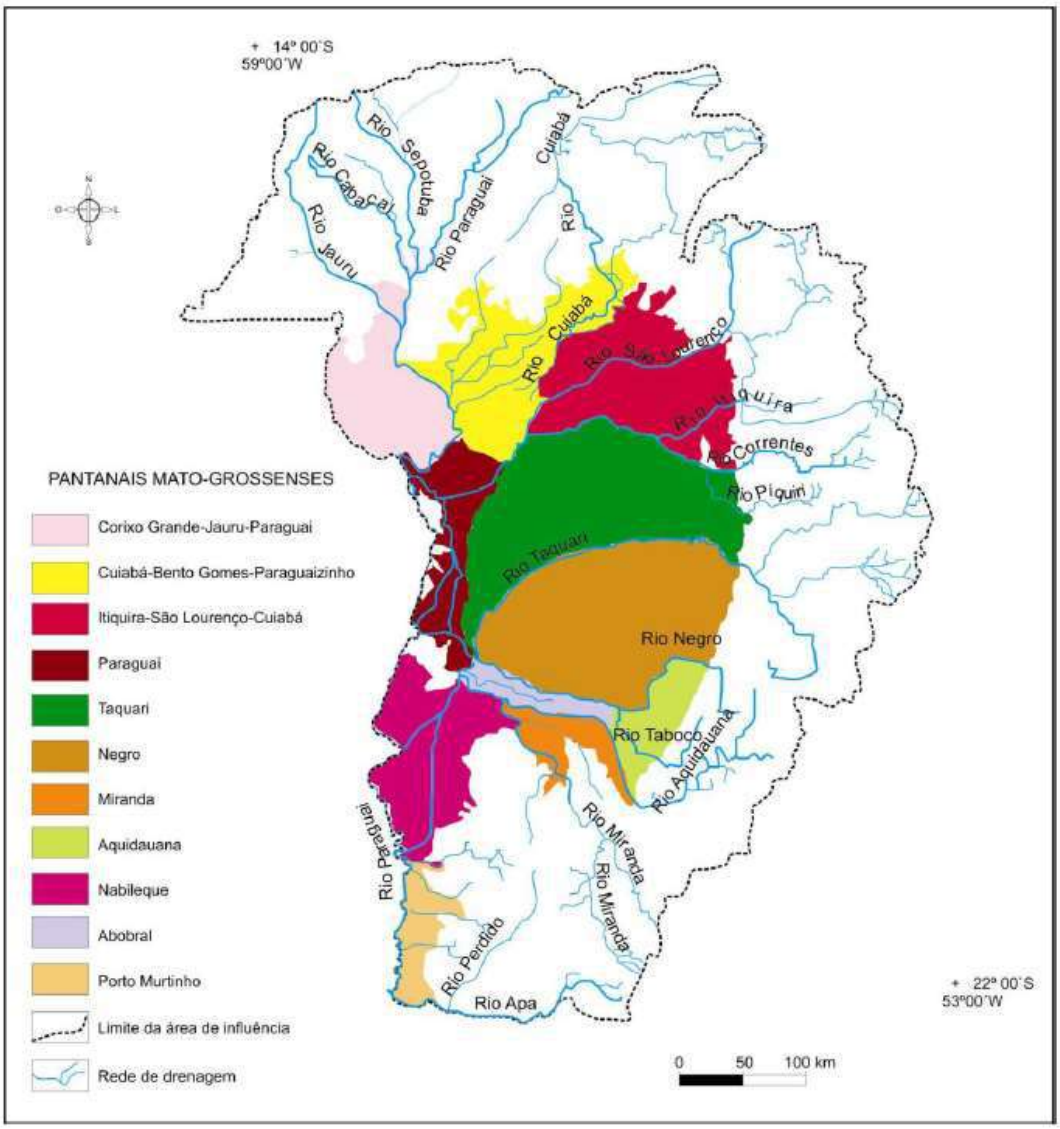
***Fonte:** o Autor (2023).*

Os principais aspectos hidrológicos identificados incluem:

- Regime de precipitação marcado por estação chuvosa intensa, com grande volume de precipitação entre os meses de outubro e março;
- Influência da cheia do Rio Paraguai, que pode afetar diretamente o nível do lençol freático e a capacidade de escoamento da área do aeródromo;
- Áreas de várzea e solo com baixa permeabilidade, contribuindo para retenção de água e exigindo soluções eficazes de drenagem.

Para definir os parâmetros hidrológicos da região, foram utilizados dados de estações meteorológicas e pluviométricas próximas, além de levantamentos topográficos e inspeções de campo.

Figura 34 – *Principais Bacias Hidrográficas do Pantanal*



Fonte: *Souza e Cunha (2004).*

3.3.3 Regime Pluviométrico e Intensidade de Chuvas

O regime pluviométrico da região foi analisado a partir dos registros da estação pluviométrica Amolar (código 1.857.001), situada no município de Corumbá/MS, cuja série histórica compreende 22 anos de dados consistidos disponibilizados pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA. Durante a etapa de verificação de consistência, foram descartados os anos que apresentaram falhas significativas ou incoerências nos registros, conforme os critérios recomendados pelo

DNIT IPR-715 (2005), de forma a assegurar a representatividade estatística das precipitações máximas anuais.

Figura 35 *- Dados da Estação*

Dados Estação

Código	1857001
Nome Estação	AMOLAR
Código Adicional	
Bacia	6 - RIO PARANÁ
SubBacia	66 - RIOS PARAGUAI,SÃO LOURENÇO E .
Rio	
Estado	MATO GROSSO DO SUL
Município	CORUMBÁ
Responsável	ANA
Operadora	SGB-CPRM
Latitude	-18.0403
Longitude	-57.4908
Altitude (m)	111
Área de Drenagem (Km²)	

Figura 36 *- Estação Amolar (Corumbá/MS)*

O regime pluviométrico da região foi analisado com base nos dados da estação Amolar (código 1.857.001), cuja série histórica de 22 anos de registros consistidos permitiu uma avaliação representativa das precipitações máximas anuais. A partir dessa base de dados, aplicou-se o método estatístico de Gumbel (Ven Te Chow) para a determinação das precipitações máximas de um dia associadas a diferentes tempos de recorrência (5, 10, 15, 20, 25, 50 e 100 anos), conforme os procedimentos estabelecidos no Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem – DNIT IPR-715 (2005). Com os resultados obtidos, foi possível ajustar a equação de chuvas intensas da região, que subsidiou o dimensionamento das estruturas de drenagem previstas no projeto.

Séries Históricas - Precipitação Mensal			
Mês	**Médias Mensais**	**Média Dias de Chuva**	**Média Das Máxima Diária**
Janeiro	134,83	6,47	36,67
Fevereiro	124,73	5,17	38,98
Março	84,57	4,63	30,70
Abril	45,43	2,43	25,79
Maio	45,85	2,17	24,24
Junho	13,09	1,03	9,70
Julho	11,33	0,93	8,10
Agosto	16,23	1,07	9,38
Setembro	35,68	1,70	24,95
Outubro	61,01	2,97	28,07
Novembro	90,03	3,63	35,07
Dezembro	135,63	5,57	41,26

Gráfico 1 *- Precipitação Média Anual.*

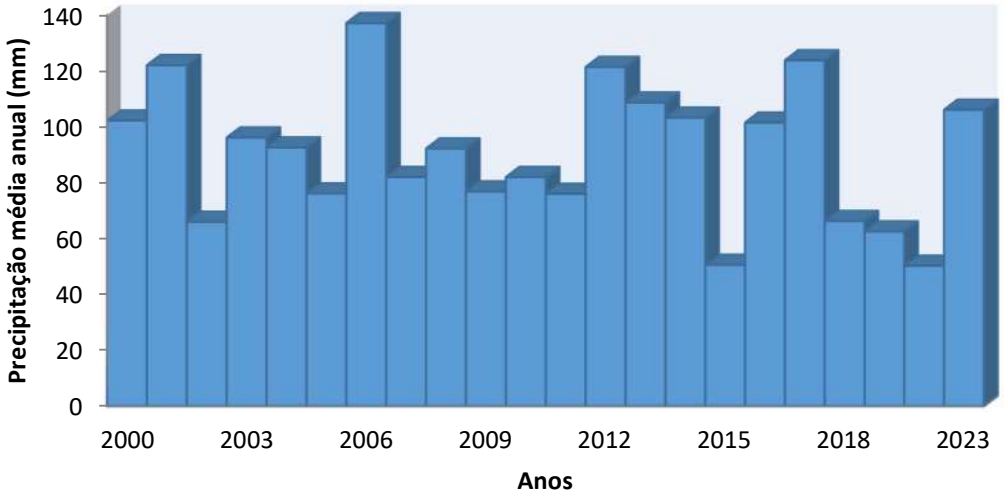


Gráfico 2 *- Precipitação Média Mensal.*

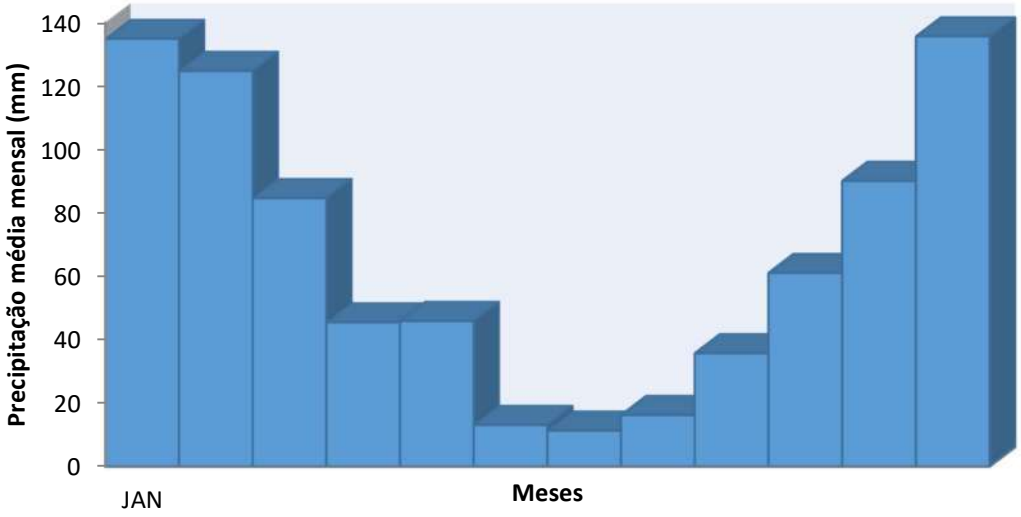
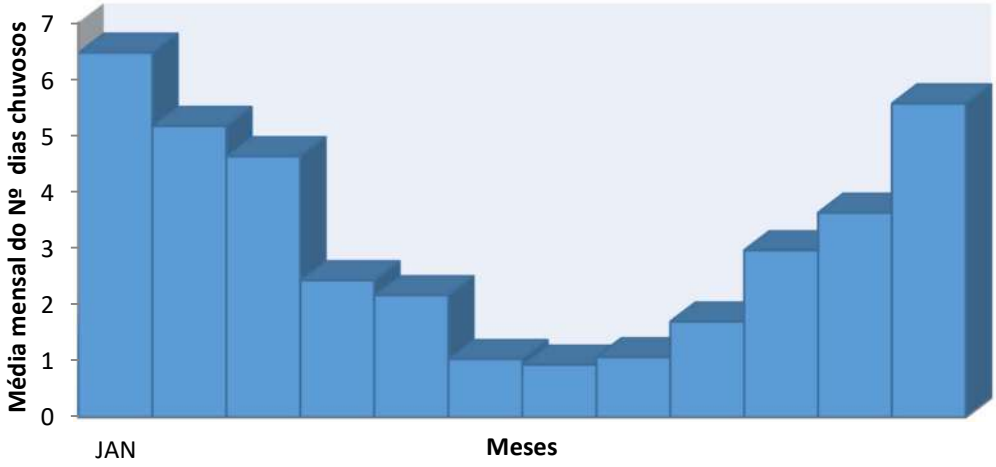


Gráfico 3 *- Média de Dias Chuvosos Mensais.*



Séries Históricas - Precipitação Anual			
Ano	**Média**	**Total**	**Máxima Diária**
2000	102,27	1227,20	151,10
2001	122,08	1464,90	93,20
2002	65,98	791,80	86,70
2003	96,15	1153,80	75,00
2004	92,59	1111,10	93,60
2005	76,15	913,80	104,50
2006	137,15	1645,80	72,20
2007	82,04	984,50	60,00
2008	92,23	1106,80	93,70
2009	76,85	922,20	88,20
2010	82,00	984,00	95,10
2011	75,99	911,90	113,80
2012	121,42	1457,00	60,00
2013	108,71	1304,50	71,20
2014	103,29	1239,50	126,10
2015	50,58	606,90	52,00
2016	101,53	1218,30	93,40
2017	123,82	1485,80	104,00
2018	66,30	795,60	93,60
2020	62,53	750,30	127,50
2022	50,26	603,10	52,30
2023	106,13	1273,50	138,80

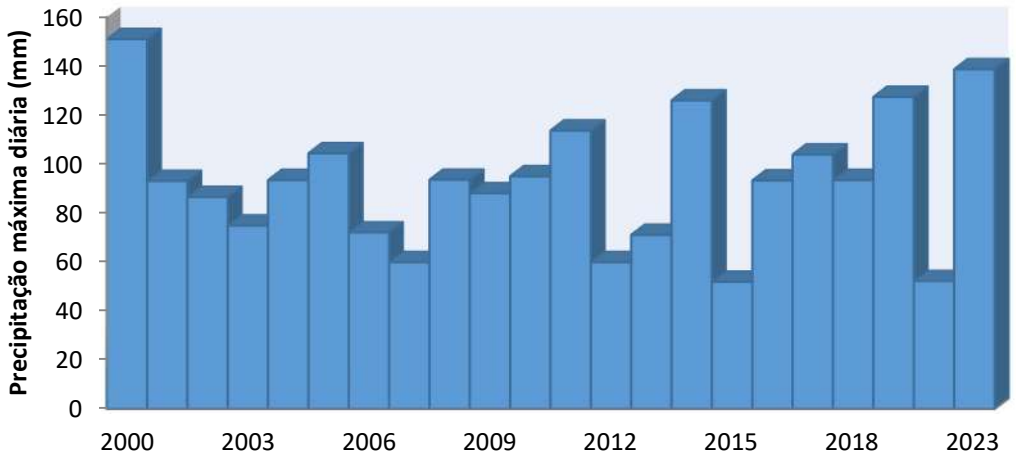
Conforme a análise dos dados brutos extraídos da plataforma da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), alguns anos da série histórica da Estação

Amolar (código 1.857.001) foram desconsiderados do tratamento estatístico por apresentarem inconsistências ou ausência de registros completos. Os anos de 2019, 2021 e 2024 foram excluídos com base nos critérios de consistência definidos pelo Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem – DNIT IPR-715 (2005), que recomenda a utilização apenas de anos com dados contínuos e representativos das condições pluviométricas locais.

O ano de 2019 apresentou falhas significativas nos registros diários, especialmente durante o período chuvoso (novembro a dezembro), impossibilitando a determinação confiável da precipitação máxima anual. O ano de 2021 foi descartado por apresentar valores anômalos, muito abaixo da média regional, sugerindo erro de medição, calibração inadequada do pluviômetro ou inconsistência nos dados encaminhados à ANA. Já o ano de 2024 foi desconsiderado por se tratar de uma série ainda em consolidação, cujos registros não foram submetidos ao processo de consistência e validação pela agência.

Dessa forma, a série final utilizada no estudo hidrológico compreende apenas anos consistidos, contínuos e representativos do regime pluviométrico regional, assegurando a confiabilidade dos resultados obtidos pelo método estatístico de Gumbel e o consequente ajuste da equação de chuvas intensas para a região de Corumbá/MS, conforme os procedimentos e recomendações estabelecidos pelo DNIT.

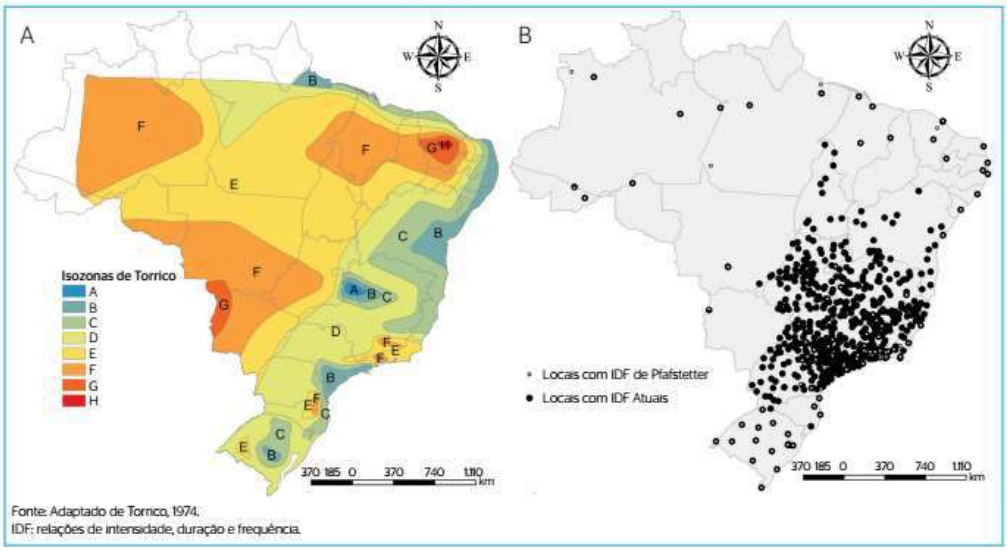
Gráfico 4 *- Precipitação Máxima Diária Durante a Série.*



Com base nos dados depurados da estação Amolar, aplicou-se o método estatístico de Gumbel (Ven Te Chow, 1962) para a determinação das precipitações máximas de um dia associadas a diferentes períodos de retorno — 5, 10, 15, 25, 50 e 100 anos — seguindo as orientações do IPR-715. As alturas de chuva correspondentes a 24 horas foram então desagregadas para durações menores, empregando-se o método da desagregação de chuvas de 24h. Tal procedimento foi adotado devido à natureza dos registros, obtidos por pluviômetros diários, e baseia-se na proporcionalidade temporal das precipitações observadas em estudos nacionais de chuvas intensas.

A região em que está localizado a obra em estudo enquadra-se na Isozona “G”, definida nos estudos de Taborga. As isozonas são áreas delimitadas em mapas que tem como característica principal a descrição do comportamento semelhantes das chuvas de determinada região. Dividido em oito regiões brasileiras, o método de isozonas, comumente utilizado para auxiliar no dimensionamento das estruturas de drenagem de estradas, é a relação entre as alturas de chuvas de 1h e 24h e 6 minutos e 24h, e nos locais sem dados pluviográficos, são utilizados dados de chuvas diárias para estimar a precipitação.

Figura 37 - Mapa de isozonas



ESTUDO ESTATÍSTICO DE CHUVAS

PROJETO: Aeródromo Porto São Pedro
TRECHO: Corumbá/MS

POSTO PLUVIOMÉTRICO:	Amolar (Corumbá/MS)	Código da Estação:1857001

Método de Ven Te Chow - Gumbel	$P_{tr} = P_{média} + K \times$ Desvio Padrão

K_{10} =	1,5134
K_{15} =	1,9129
K_{25} =	2,4081
K_{50} =	3,0717
K_{100} =	3,7305

$P_{média}$ =	93,00
$D._{Padrão}$ =	26,96

P_{10} =	133,798	mm
P_{15} =	144,567	mm
P_{25} =	157,915	mm
P_{50} =	175,807	mm
P_{100} =	193,567	mm

Cálculo das Precipitações de Chuva (mm) - Método das Isozonas

ISOZONA	G									
RELAÇÃO	1 hora/24 horas					6 min/24 horas				
Tr (anos)	10	15	25	50	100	10	15	25	50	100
%	47,4	47,2	46,8	46,4	45,9	15,4	15,4	15,4	15,4	13,7

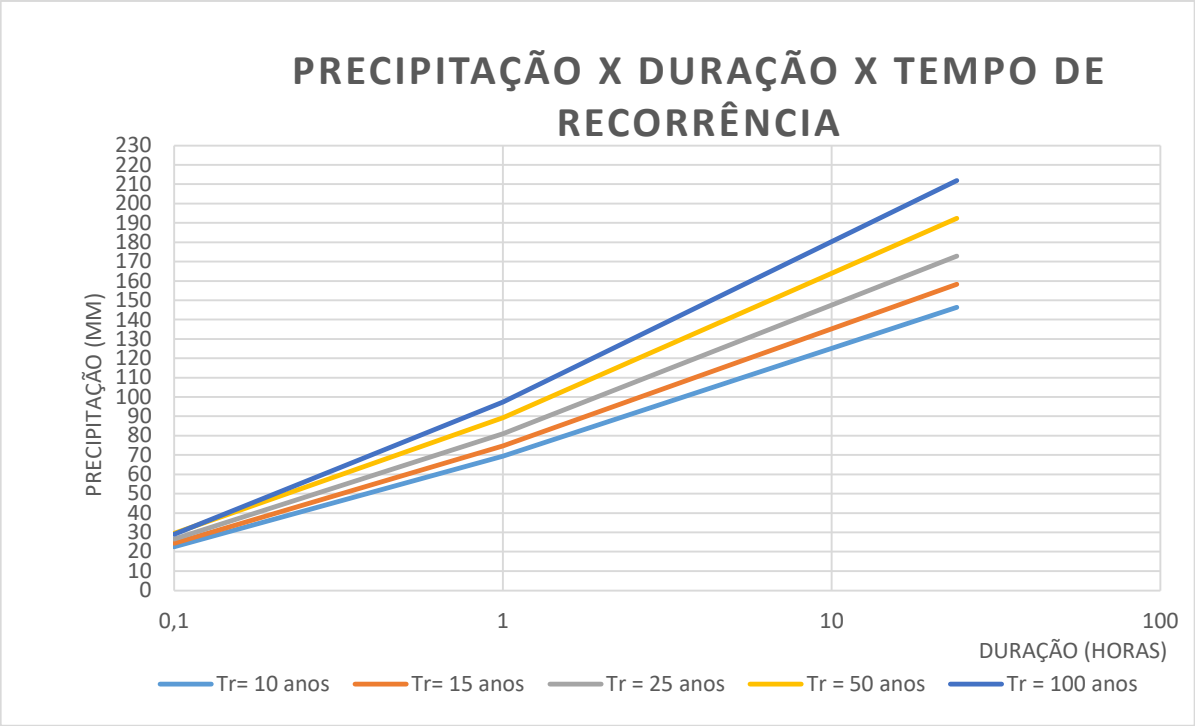
Tr = 10 anos			Tr = 15 anos			Tr = 25 anos		
6min	1 h	24 h	6min	1 h	24 h	6min	1 h	24 h
22,562	69,445	146,508	24,378	74,718	158,301	26,629	80,925	172,917

Tr = 50 anos		
6min	1 h	24 h
29,646	89,324	192,509

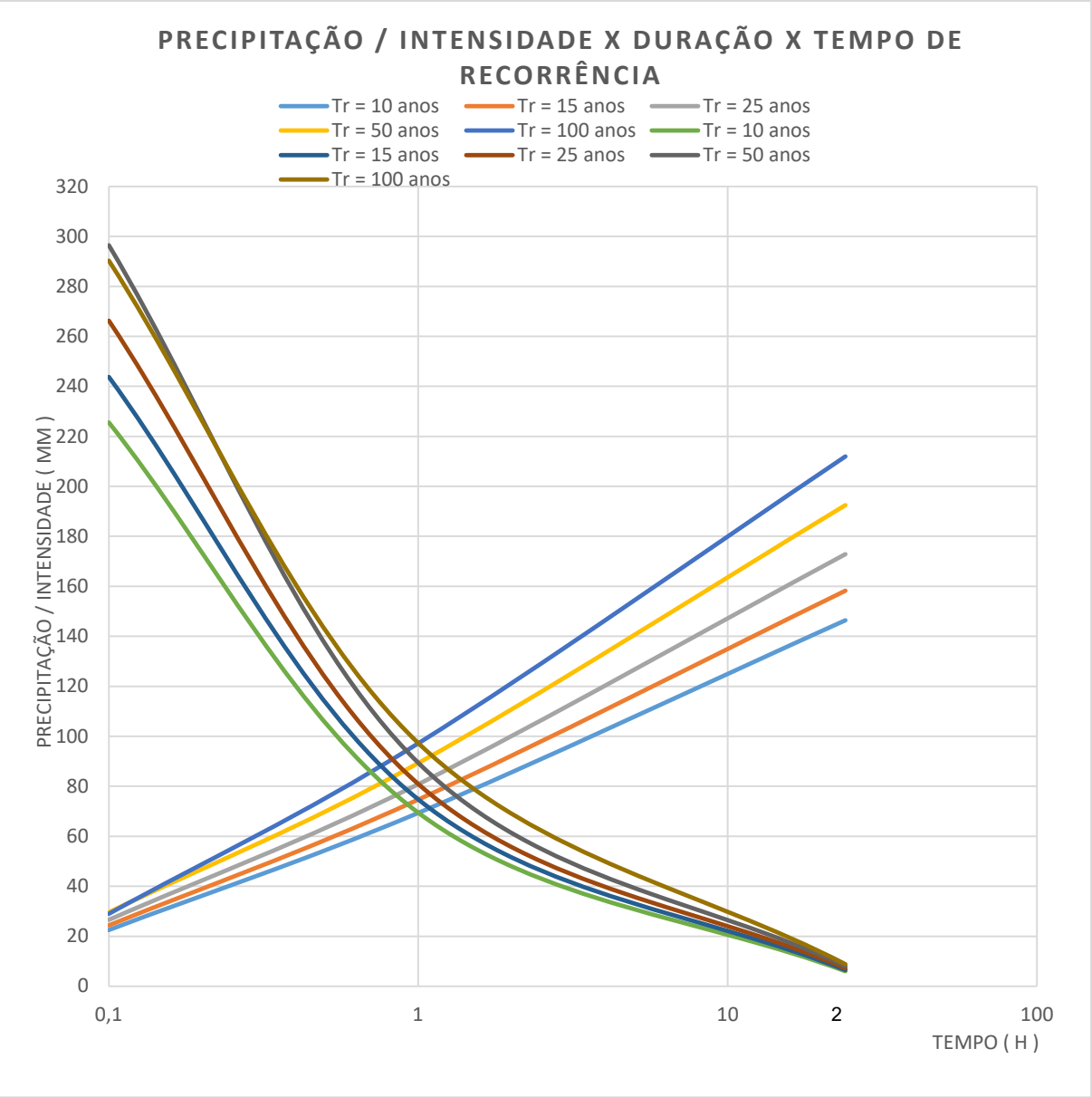
Tr = 100 anos		
6min	1 h	24 h
29,038	97,288	211,955

A partir dos dados obtidos, aplicou-se o método estatístico de Gumbel para a estimativa das precipitações máximas de um dia correspondentes aos tempos de recorrência de 10, 15, 25, 50 e 100 anos, conforme os procedimentos estabelecidos no DNIT IPR-715 (2005).

Dados:	Intensidade (mm/h)				
t (h)	Tr =10	Tr =15	Tr =25	Tr =50	Tr =100
0,1	22,562	24,378	26,629	29,646	29,038
1	69,445	74,718	80,925	89,324	97,288
24	146,508	158,301	172,917	192,509	211,955



T (min)	T (h)	Precipitação (mm)					Intensidade (mm/h)				
		Tr=10	Tr=15	Tr=25	Tr=50	Tr=100	Tr=10	Tr=15	Tr=25	Tr=50	Tr=100
6	**0,1**	22,6	24,4	26,6	29,6	29,0	225,6	243,8	266,3	296,5	290,4
60	**1**	69,4	74,7	80,9	89,3	97,3	69,4	74,7	80,9	89,3	97,3
1440	**24**	146,5	158,3	172,9	192,5	212,0	6,1	6,6	7,2	8,0	8,8



A partir das chuvas desagregadas, ajustou-se a equação de chuvas intensas na forma geral:

$$I = \frac{A\ x\ Tr^{d}}{(t + c)^{b}}$$

Onde:

- I = intensidade de precipitação (mm/h);
- Tr = período de retorno (anos);
- t = duração da chuva (minutos);

- A, b, c d = coeficientes estatísticos.

O parâmetro "$\boldsymbol{c}$" foi definido por meio de análise iterativa (varredura de 5 a 20 minutos), identificando-se o valor que proporcionou melhor ajuste entre a intensidade observada e estimada, conforme metodologia recomendada pela IPR-715. O ajuste final resultou em coeficientes representativos das condições hidrológicas da região de Corumbá, permitindo estimar com precisão as intensidades de chuva para quaisquer durações e tempos de retorno dentro do domínio analisado.

A equação de chuvas intensas ajustada para a estação pluviométrica estudada é expressa pela seguinte relação:

$$\boldsymbol{I = \frac{842,924\ x\ Tr^{0,1598}}{(t+11)^{0,7133}}}$$

3.3.4 Estudo das Bacias de Contribuição

Após a definição do projeto planimétrico, foram identificados os talvegues interceptados pelo traçado da pista de pouso e decolagem, permitindo a delimitação das bacias hidrográficas situadas a montante do aeródromo.

Para cada bacia foi determinado o tempo de concentração (Tc) utilizando a Fórmula de Kirpich modificada:

$$tc = 0,0195\ x\ \left(\frac{L}{H}\right)^{0,77}$$

Onde:

- L = comprimento máximo do talvegue (km);
- H = desnível máximo da bacia (m);
- Tc = tempo de concentração (min).

Com base nesses valores, foram calculadas as vazões de projeto considerando os tempos de recorrência estabelecidos para diferentes dispositivos.

- Drenagem superficial: Tr = 10 anos;
- Bueiros tubulares: Tr = 15 anos (como canal) e 25 anos (como orifício);
- Bueiros celulares: Tr = 25 anos (como canal) e 50 anos (como orifício);
- Pontilhões: Tr = 50 anos;
- Pontes: Tr = 100 anos.

Os cálculos das vazões foram realizados com base no Método Racional, um coeficiente de escoamento compatível com a cobertura do solo da região.

3.3.5 Determinação da Cota de Enchente Máxima

A definição da cota de enchente máxima foi baseada em inspeções de campo e relatos de moradores locais, considerando os níveis máximos atingidos durante eventos de cheia. Durante as visitas ao local, foi constatado que a sede da chácara próxima ao aeródromo era o único ponto da região que não alagava, mesmo durante a cheia de 2023, conforme evidenciado na Figura 12 – Área do Aeródromo Durante Enchente Histórica de 2023.

Dessa forma, a elevação da pista foi projetada para ser igual ou superior à cota da sede da chácara, garantindo que a infraestrutura do aeródromo permaneça operacional mesmo em períodos de cheia. Essa abordagem permitiu estabelecer uma referência confiável para o projeto, evitando a necessidade de modelagens hidrológicas complexas.

3.3.6 Considerações para o Projeto de Drenagem

Com base nos resultados dos estudos hidrológicos, foram definidas diretrizes para o projeto de drenagem do Aeródromo São Pedro:

- Definição da elevação mínima da pista baseada na conta de enchente máxima, utilizando a sede da chácara como referência;
- Implantação de sistema de drenagem que evite o acúmulo de água na pista e pátio de aeronaves;
- Uso de bueiros e valetas dimensionados para os períodos de recorrência adequados;

3.3.7 Conclusão

Os estudos hidrológicos demonstraram a necessidade de medidas específicas para garantir o funcionamento do Aeródromo São Pedro em um ambiente sujeito a variações hidrológicas intensas. A adoção de um sistema de drenagem eficiente, associado à definição correta da cota de enchente máxima, é essencial para preservar a infraestrutura aeroportuária e garantir sua operação segura ao longo do ano.

3.4 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

3.4.1 Introdução

Os estudos topográficos do Aeródromo São Pedro foram realizados com o objetivo de fornecer a base cartográfica necessária para o desenvolvimento do projeto executivo, garantindo que as soluções de engenharia fossem compatíveis com as características planialtimétricas do terreno. O levantamento topográfico permitiu a definição precisa do traçado da pista, das áreas de movimentação de terra e da drenagem, garantindo um planejamento eficiente e seguro da infraestrutura aeroportuária.

Dada a complexidade da área de estudo, que inclui variações de relevo, interferências naturais e influência de cheias sazonais, foi adotada uma metodologia avançada, utilizando técnicas combinadas de fotogrametria aérea e levantamentos terrestres GNSS de alta precisão.

3.4.2 Metodologia

O levantamento topográfico foi executado empregando três principais técnicas:

- Fotogrametria Aérea com VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado);
- Levantamento GNSS (Sistema Global de Navegação por Satélite);
- Topografia Convencional para pontos de controle e detalhamento.

Levantamento Fotogramétrico com Drone

Foi realizado um levantamento aerofotogramétrico utilizando um VANT (drone profissional) equipado com câmera de alta resolução e GNSS embarcado, garantindo precisão na georreferência das imagens. As principais etapas desse levantamento foram:

- Planejamento do voo: Determinação da área de cobertura, sobreposição das imagens e altura de voo para obtenção de fotografias com alta resolução;
- Execução do voo: O drone realizou a captura automática das imagens, garantindo uma sobreposição mínima de 75% na linha de voo e 60% entre faixas adjacentes, conforme recomendações da ANAC e IBGE para aerolevantamentos;
- Coleta de Pontos de Controle (GCPs - Ground Control Points): Foram implantados e medidos pontos de controle no solo utilizando GNSS de precisão, garantindo o correto georreferenciamento do ortomosaico;
- Processamento das imagens: As imagens capturadas foram processadas em software fotogramétrico especializado (Agisoft Metashape e Pix4D), gerando o Modelo Digital de Superfície (MDS) e o Modelo Digital do Terreno (MDT), fundamentais para análise do relevo e planejamento da terraplenagem.

Levantamento GNSS RTK e PPK

O levantamento terrestre foi conduzido utilizando receptores GNSS de dupla frequência, operando nos modos RTK (Real Time Kinematic) e PPK (Post Processed Kinematic), garantindo precisão centimétrica na obtenção das coordenadas dos pontos topográficos.

As etapas desse levantamento incluíram:

- Implantação de marcos geodésicos locais, utilizando metodologia de Posicionamento por Ponto Preciso (PPP), seguindo as normas do IBGE para compatibilidade com o Sistema Geodésico Brasileiro (SGB);
- Levantamento de pontos de interesse, incluindo o eixo da pista, talvegues, áreas de vegetação significativa e limites da área de intervenção;
- Correção pós-processada das coordenadas GNSS, garantindo precisão na determinação das altitudes e evitando erros associados à ionosfera e troposfera.

Levantamento Planialtimétrico Convencional

Para complementar os dados obtidos por fotogrametria e GNSS, foram realizadas medições topográficas com estação total, visando maior precisão no detalhamento de áreas específicas, como pontos críticos da drenagem e regiões de transição do terreno.

As principais medições incluíram:

- Perfis longitudinais e seções transversais da pista para cálculo de volumes de corte e aterro;
- Determinação do alinhamento da pista e implantação de piquetes para referência de obra;
- Medição da variação altimétrica nas margens da área de enchente, fundamental para a definição da cota mínima da pista.

3.4.3 Processamento e Produtos Gerados

Após a conclusão do levantamento, os dados foram processados e tratados em ambiente digital, utilizando os seguintes softwares especializados:

- AutoCAD Civil 3D para modelagem do terreno, geração de curvas de nível e seções transversais;
- Agisoft Metashape/Pix4D para processamento fotogramétrico e construção do ortomosaico;
- QGIS para análises espaciais e integração com outros estudos ambientais.

Os produtos finais gerados a partir dos estudos topográficos incluem:

- Ortomosaico georreferenciado de alta resolução, cobrindo toda a área do aeródromo;
- Modelo Digital do Terreno (MDT), essencial para a análise do relevo e drenagem;

- Modelo Digital de Superfície (MDS), utilizado para identificação de interferências naturais;
- Curvas de nível com equidistância apropriada para o planejamento do movimento de terra;
- Planta planialtimétrica detalhada, com indicação das principais cotas altimétricas da pista e áreas adjacentes;
- Perfis longitudinais e seções transversais da pista, permitindo a definição das soluções de terraplenagem.

3.4.4 Conclusão

O levantamento topográfico do Aeródromo São Pedro foi realizado com alto nível de precisão e tecnologia, combinando metodologias de fotogrametria aérea, GNSS de alta precisão e levantamento terrestre convencional. O conjunto de informações obtidas permitiu a concepção de um projeto alinhado com as condições reais do terreno, garantindo segurança, eficiência e compatibilidade com as exigências operacionais do aeródromo.

A integração dos dados topográficos com os estudos hidrológicos e geotécnicos possibilitou uma abordagem holística no desenvolvimento do projeto, resultando em uma infraestrutura bem planejada e adaptada ao ambiente do Pantanal.

***Figura 38** – Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)*

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

Sumário do Processamento do marco: 03326219

Início: AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2024/12/04 15:42:58,00
Fim: AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2024/12/04 18:47:59,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	CNTT300PLUS NONE
Órbitas dos satélites:[1]	ULTRA-RÁPIDA
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	1,00
Sigma[2] **da pseudodistância(m):**	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena[3]**(m):**	1,731
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	1,19 GPS 2,18 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,56 GPS 0,67 GLONASS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (ℓ a que deve ser usada)[4]	-18° 10′ 04,2887″	-57° 23′ 00,8060″	103,34	7991200.805	459433.972	-57
Na data do levantamento[5]	-18° 10′ 04,2793″	-57° 23′ 00,8078″	103,34	7991201.094	459433.919	-57
Sigma(95%)[6] **(m)**	0,001	0,005	0,005			

Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA		
Fator para Conversão (m):	11,35	**Incerteza (m):**	0,13
Altitude Normal (m):	91,99		

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

[1] Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCan).

[2] O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

[3] Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

[4] A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

[5] A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

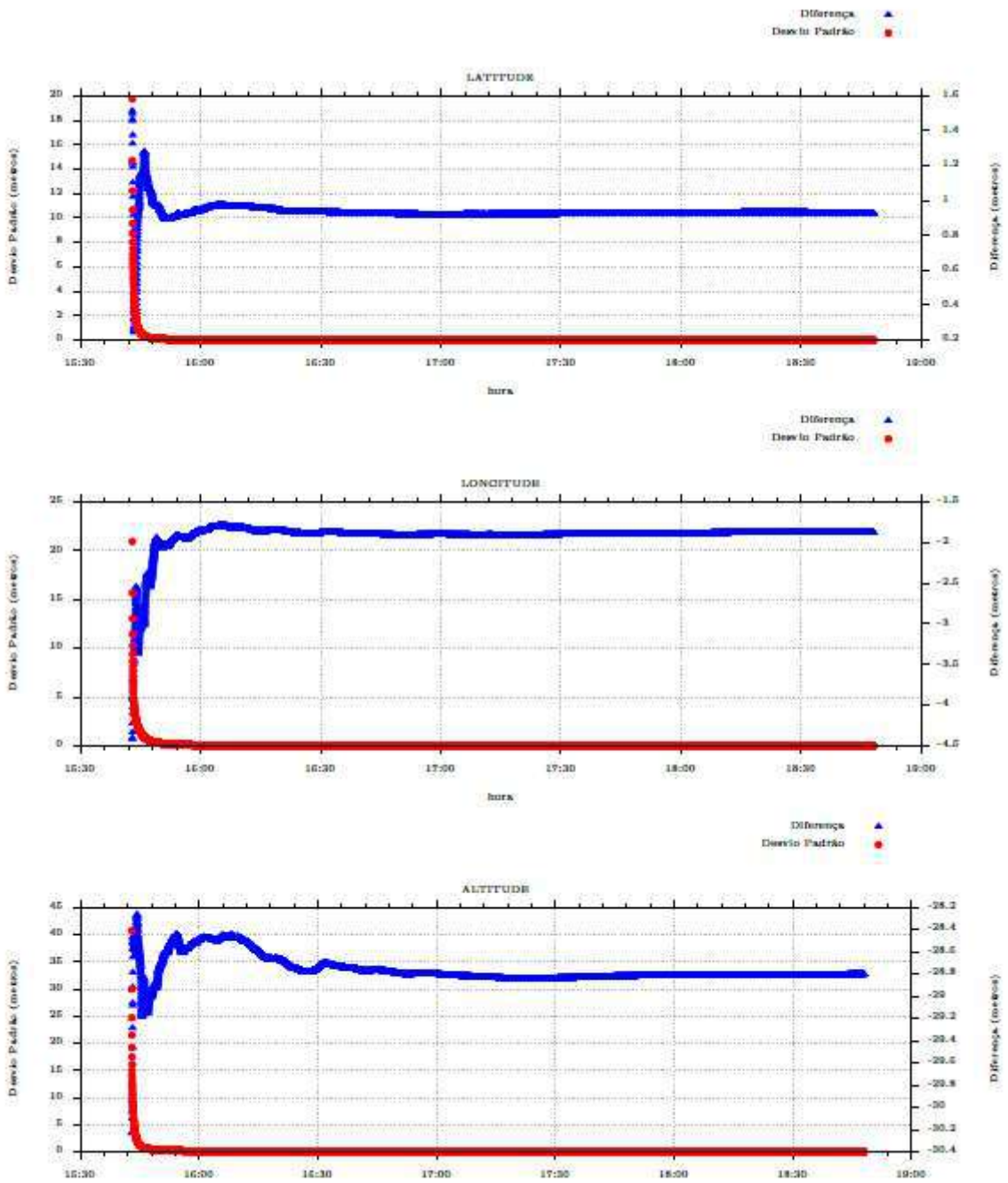
[6] Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário.
Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: https://www.ibge.gov.br/atendimento.html ou pelo telefone 0800-7218181.
Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCan)

Processamento autorizado para uso do IBGE.

***Fonte:** IBGE (2024).*

Figura 39 – *Diferença de Coordenada a Priori*



Fonte: *IBGE (2024).*

SEÇÃO 04 – PROJETOS

4 PROJETOS

4.1 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

4.1.1 Introdução

O projeto de terraplenagem do Aeródromo São Pedro visa garantir a conformidade da plataforma de implantação das infraestruturas aeronáuticas, considerando os requisitos técnicos, normativos e ambientais aplicáveis. A execução dos serviços de movimentação de terra deve assegurar a estabilidade geotécnica do solo, a viabilidade da drenagem superficial e subterrânea e a compatibilidade com o traçado geométrico do aeródromo.

O planejamento e o dimensionamento da terraplenagem foram baseados em estudos topográficos e geotécnicos detalhados, permitindo a definição de seções transversais otimizadas e do balanceamento de volumes de corte e aterro, buscando minimizar custos operacionais e impactos ambientais.

4.1.2 Modelagem e Dimensionamento da Terraplenagem

Diretrizes do Projeto

O projeto de terraplenagem do Aeródromo São Pedro visa garantir a conformidade da plataforma de implantação das infraestruturas aeronáuticas, considerando os requisitos técnicos, normativos e ambientais aplicáveis. A execução dos serviços de movimentação de terra deve assegurar a estabilidade geotécnica do solo, a viabilidade da drenagem superficial e subterrânea e a compatibilidade com o traçado geométrico do aeródromo.

A modelagem da plataforma do aeródromo seguiu os seguintes princípios:

- Equilíbrio volumétrico entre cortes e aterros, minimizando a necessidade de transporte de materiais.
- Declividades compatíveis com as exigências de drenagem e operação da pista.

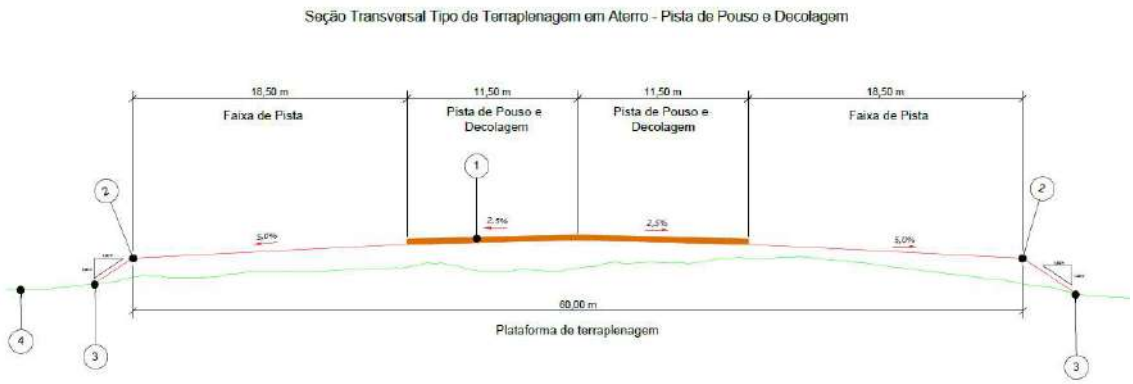
- Definição de taludes seguros, considerando parâmetros de estabilidade geotécnica e proteção contra erosão.
- Previsão de camadas de compactação e reforço do subleito em regiões críticas.

Seções Tipo e Perfis Transversais

Foram desenvolvidos perfis transversais considerando as seções típicas adotadas no projeto, conforme apresentado a seguir:

- Seção Transversal Tipo de Terraplenagem em Aterro - Pista de Pouso e Decolagem
  - ✓ Plataforma de terraplenagem com 60,00 m de largura.
  - ✓ Inclinação da pista de pouso e decolagem de 2,5%.
  - ✓ Faixas de pista laterais com 18,50 m cada.
  - ✓ Taludes laterais com inclinação de 1,50H:1,00V.

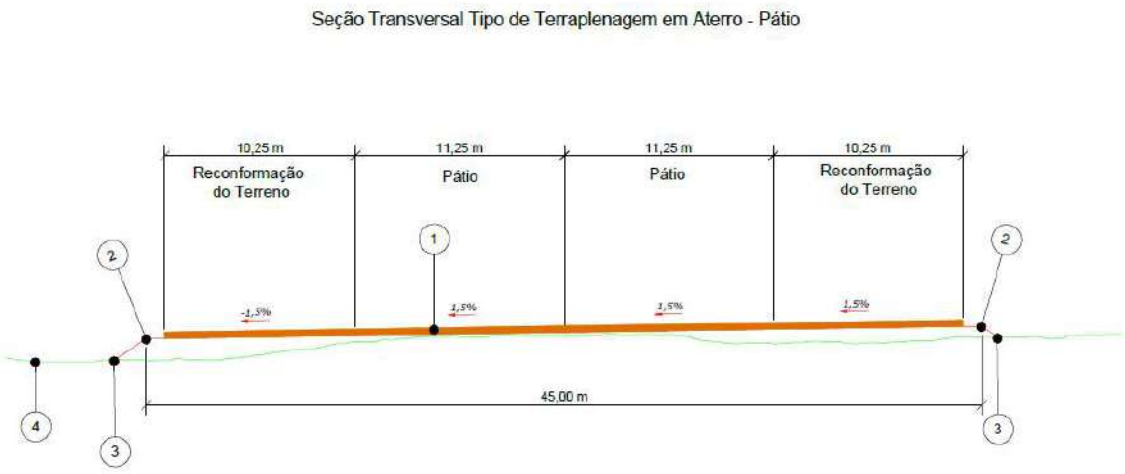
Figura 40 – *Seção tipo – Aterro – Pista de Pouso e Decolagem*



Fonte: *o Autor (2025).*

- Seção Transversal Tipo de Terraplenagem em Aterro - Pátio
  - ✓ Plataforma de terraplenagem com 45,00 m de largura.
  - ✓ Inclinação do pátio 1,5%.
  - ✓ Reconformação do terreno nas laterais, garantindo estabilidade geotécnica.

Figura 41 – *Seção tipo – Aterro – Pátio*

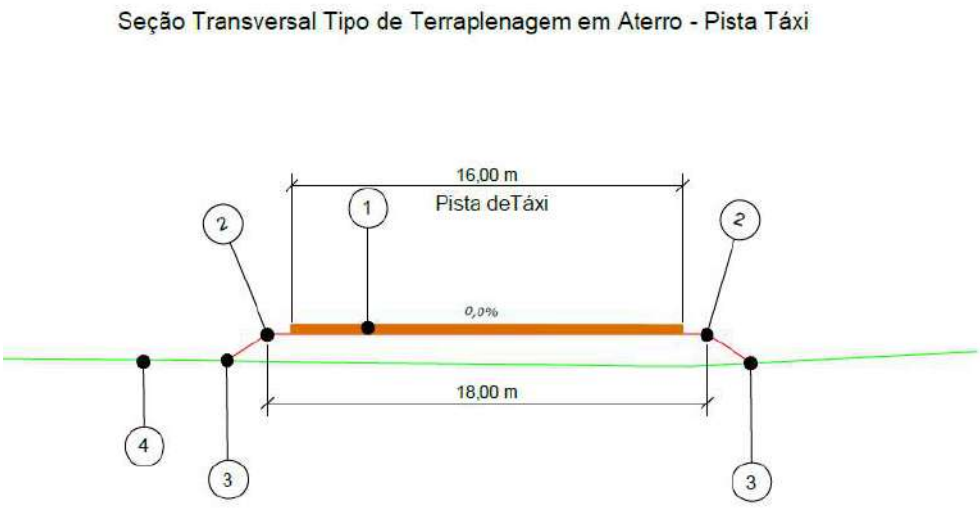


Fonte: *o Autor (2025).*

- Seção Transversal Tipo de Terraplenagem em Aterro – Pista Táxi

  - ✓ Plataforma de terraplenagem com $18{,}00\ \mathrm{m}$ de largura.
  - ✓ Inclinação da pista de táxi de 0,0%, garantindo nivelamento adequado para a circulação das aeronaves.
  - ✓ Laterais com inclinação de 1,00H:1,00V, assegurando a estabilidade dos aterros.

Figura 42 – *Seção tipo – Aterro – Pista Táxi*

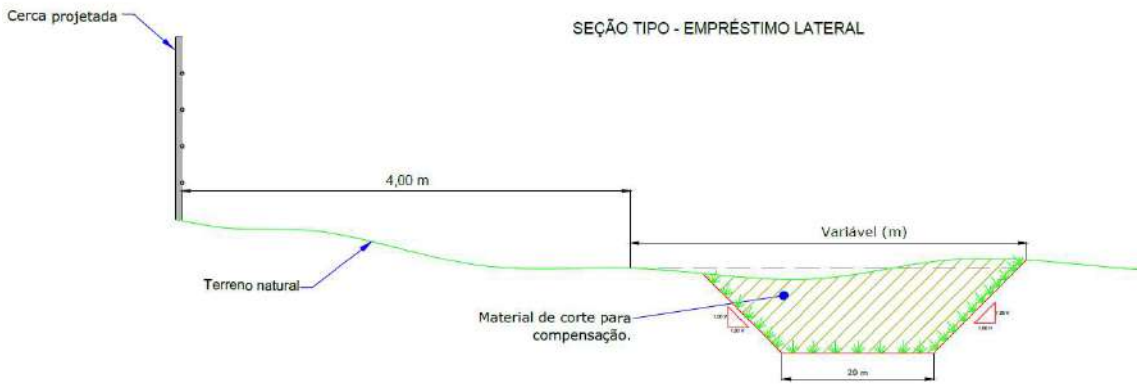


Fonte: *o Autor (2025).*

- Seção Transversal Tipo – Empréstimo Lateral

  ✓ Utilização de material de corte para compensação.
  ✓ Taludes estabilizados com inclinação de 1,00H:1,00V.
  ✓ Faixa de empréstimo variável conforme necessidade de volume de aterro.

Figura 43 – *Seção tipo – Empréstimo Lateral*



Fonte: *o Autor (2025).*

Movimentação de Terra e Balanceamento

A estimativa de volumes de corte e aterro foi realizada através da modelagem tridimensional do MDT, obtendo-se um balanço geral de movimentação de terra. Foram consideradas informações extraídas do Diagrama de Distribuição de Materiais (DDM) para definição da melhor estratégia de movimentação, incluindo o uso de áreas de empréstimo lateral e a destinação de materiais excedentes.

Caso haja excesso de material em cortes, serão previstas áreas de bota-fora previamente licenciadas. Se houver déficit de aterro, será estudada a utilização de jazidas de empréstimo, conforme identificado nas plantas de projeto.

4.1.3 Execução dos Serviços de Terraplenagem

A execução dos serviços de terraplenagem do Aeródromo São Pedro será realizada com foco na estabilidade geotécnica, viabilidade da drenagem e

conformidade com o traçado geométrico, seguindo rigorosamente os critérios normativos e ambientais. A metodologia executiva abrange:

- Limpeza e desmatamento da área;
- Escavações de corte e transporte de solo excedente;
- Regularização e compactação do subleito;
- Execução dos aterros em camadas de 20cm, com compactação a 100% dos Proctors Normais e Intermediários, conforme norma DNIT 171/2023 – ME – "Compactação de solos – Método de ensaio"
- Implantação dos dispositivos de drenagem superficial.
- Finalização com proteção vegetal dos taludes.

O cronograma e o ritmo de execução foram planejados considerando o abastecimento contínuo dos insumos e equipamentos por meio de uma logística adaptada às condições de acesso da região, cujos detalhes estão descritos no item 4.1.4. Essa estrutura foi dimensionada para assegurar a manutenção das frentes de trabalho mesmo em períodos críticos, como cheias ou interrupções rodoviárias.

4.1.4 Logística e Transporte Hidroviário

A logística de abastecimento da obra do Aeródromo São Pedro será fortemente pautada pelo uso do modal hidroviário, utilizando balsas de grande capacidade para o transporte de insumos, materiais e equipamentos, dada a limitação de acesso rodoviário ao local da obra.

Modalidade de Transporte

O trajeto logístico compreende:

- Transporte rodoviário dos insumos da cidade de Campo Grande até Corumbá, em veículos apropriados (430 km);
- Embarque em balsas fluviais no Porto de Corumbá, com destino ao Porto São Pedro, navegando aproximadamente 150 km pelo Rio Paraguai;
- Transporte terrestre complementar entre o Porto São Pedro e o canteiro da obra.

Insumos Transportados

O transporte por balsa será responsável por suprir integralmente a obra, incluindo:

- Cascalho extraído da jazida situada nas margens do Rio Paraguai (Fazenda Serra Negra), que será embarcado diretamente para abastecimento dos aterros da plataforma;
- Combustíveis para abastecimento de máquinas pesadas, transportados em embarcações adaptadas (barcaças com tanques apropriados);
- Materiais diversos de construção, tais como cimento, tubos, geotêxteis, estruturas metálicas e componentes de drenagem;
- Equipamentos de grande porte, como escavadeiras, motoniveladoras e carregadeiras;
- Suprimentos gerais (alimentação, peças, EPIs) e movimentação de pessoal técnico-operacional.

Estrutura Operacional

A operação será realizada com o apoio dos seguintes equipamentos náuticos:

- Balsas com capacidade de até 100 toneladas, para transporte de carga geral;
- Empurradores fluviais para navegação no Rio Paraguai;
- Barco Marajó e lanchas rápidas para apoio logístico e transporte de pessoal;
- Equipamentos de transbordo nos pontos de carga e descarga (carregadeiras e caminhões basculantes de apoio nas margens).

Vantagens Operacionais e Ambientais

O transporte hidroviário, além de ser a única alternativa viável para atender os cronogramas e frentes de trabalho, apresenta vantagens operacionais como:

- Redução no custo logístico em relação ao transporte terrestre de longa distância;
- Menor impacto ambiental, com menor emissão de CO_2 por tonelada transportada;

- Possibilidade de abastecimento contínuo, mesmo durante períodos de chuvas ou restrições viárias.

Integração com a Execução

As etapas de transporte por balsa estão integradas ao cronograma físico da obra e ao Diagrama de Distribuição de Materiais (DDM), permitindo rastreabilidade e controle de volumes recebidos.

4.1.5 Conclusão

O projeto de terraplenagem do Aeródromo São Pedro foi desenvolvido com base em critérios técnicos rigorosos, assegurando estabilidade, segurança e eficiência na movimentação de terra. A execução será monitorada por controles de qualidade e inspeção, garantindo a conformidade com as especificações do projeto e normativas vigentes.

Destaca-se como fator logístico essencial a adoção do modal hidroviário para o transporte de insumos e equipamentos, viabilizando o abastecimento contínuo da obra mesmo diante das limitações de acesso terrestre. O transporte por balsas desempenhará papel determinante no fornecimento de cascalho, combustível e demais materiais necessários à execução das etapas de terraplenagem, sendo integrado ao planejamento executivo e ao controle de distribuição de materiais.

A implementação das soluções previstas — incluindo as seções tipo de terraplenagem, o balanceamento otimizado de volumes e a logística por balsa — garantirá um resultado técnico e economicamente eficiente, com respeito às particularidades regionais e às condicionantes ambientais da área do empreendimento.

4.2 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO – REVESTIMENTO PRIMÁRIO

4.2.1 Introdução

O projeto de pavimentação do Aeródromo São Pedro foi desenvolvido visando a adequação do revestimento primário da pista, pátio e pista de táxi, garantindo resistência, estabilidade e conforto operacional para o tráfego de aeronaves.

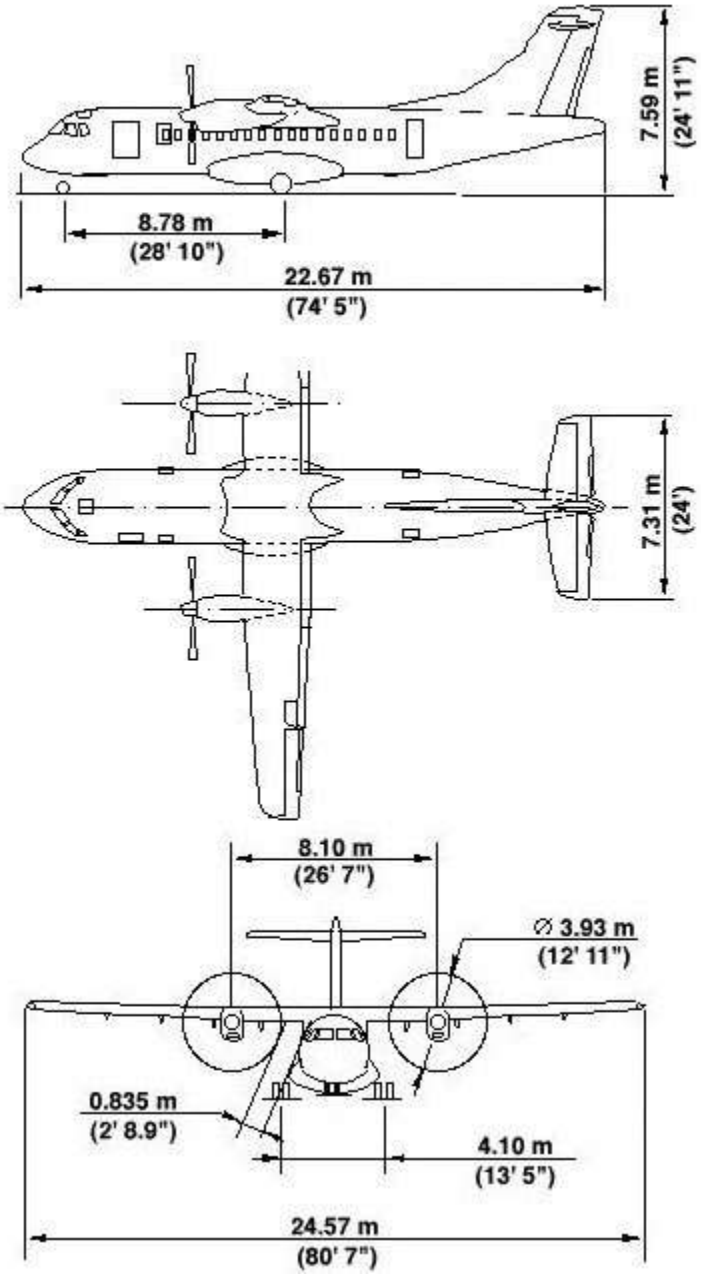
O dimensionamento do pavimento seguiu critérios normativos, levando em consideração as cargas atuantes, a resistência do subleito e as condições climáticas da região.

4.2.1 Tráfego Adotado

O tráfego previsto para a implantação do Aeródromo apresenta aeronaves tipo: Cessna CE208, King Air C90, King Air B200 e ATR 42-300.

Para o projeto de implantação do pavimento foi considerado que o avião de projeto da pista (Crítico) é um ATR 42-300, com peso máximo de 16,900 t, adotando-se como perspectiva de utilização, 2 voos semanais.

Figura 44 – *ATR 42-300 – Especificações*



Fonte: *o Autor (2025).*

4.2.2 Definição do Revestimento Primário

Características do Revestimento

- O revestimento primário adotado será composto por camadas de solo selecionado e brita graduada, devidamente compactadas.
- O material utilizado atenderá aos requisitos de granulometria e suporte mecânico estabelecidos nas normas técnicas vigentes.
- A espessura total do revestimento será dimensionada com base na capacidade de suporte do subleito, conforme estudos geotécnicos realizados.

Critérios Construtivos

- Preparo do subleito: regularização, compactação e controle de umidade para garantir resistência adequada.
- Distribuição e compactação das camadas: controle rigoroso de espessura e densidade, conforme parâmetros técnicos estabelecidos.
- Drenagem da superfície: inclinação transversal e longitudinal adequadas para evitar acúmulo de água e garantir a integridade da estrutura do pavimento.

Controle Tecnológico

- Ensaios de compactação em campo para verificação da densidade atingida.
- Ensaios granulométricos e de suporte (CBR) para garantir conformidade com as especificações.
- Monitoramento contínuo durante a execução para assegurar qualidade e durabilidade do pavimento.

4.2.3 Conclusão

O projeto de pavimentação foi elaborado para proporcionar um revestimento primário de alta resistência, atendendo aos critérios de desempenho exigidos para operações seguras no Aeródromo São Pedro. A execução será rigorosamente monitorada, garantindo conformidade com as especificações técnicas estabelecidas.

4.3 PROJETO DE DRENAGEM

4.3.1 Introdução

A drenagem é um dos aspectos fundamentais para a segurança e durabilidade da infraestrutura do Aeródromo São Pedro, garantindo que a água da chuva não se acumule sobre a pista nem comprometa a estabilidade do pavimento. Diferente de regiões com declividades naturais bem definidas, onde a drenagem convencional conduz o escoamento para cursos d'água específicos, o Pantanal apresenta um relevo extremamente plano e solos de baixa permeabilidade, dificultando a definição de um sistema de drenagem convencional.

Diante desse contexto, a concepção do sistema de drenagem do aeródromo foi baseada na combinação de canaletas laterais (tipo meia-cana), dissipadores de energia (DEBs) e descidas d'água, garantindo que a redistribuição da água ocorra de forma controlada e eficiente, sem comprometer a estabilidade do solo ou causar erosão.

4.3.2 Caracterização da Drenagem na Região do Pantanal

O Pantanal possui um regime de cheias e secas bem definido, onde grandes áreas permanecem inundadas por meses durante o período chuvoso. Isso implica desafios específicos para a drenagem, tais como:

- Baixa declividade natural do terreno, que impede a rápida evacuação da água.
- Alta variabilidade do nível do lençol freático, que pode influenciar a saturação do solo.
- Ausência de canais naturais de escoamento próximos à pista, fazendo com que a drenagem dependa exclusivamente do próprio relevo local.

Assim, o objetivo da drenagem no Aeródromo São Pedro não é forçar um escoamento para um ponto de lançamento distante, mas sim redistribuir a água pluvial de forma equilibrada e controlada, respeitando o balanço hídrico natural da região.

4.3.3 Solução de Drenagem Adotada

Com base na análise das características locais, foi desenvolvido um sistema híbrido de drenagem, composto por três elementos principais:

Captação e direcionamento do escoamento superficial

- Canaletas laterais ao longo da pista (tipo meia-cana), garantindo a coleta e direcionamento da água pluvial.
- Saídas d'água distribuídas estrategicamente, para evitar acúmulo excessivo em pontos isolados.
- Dissipadores de Energia de Bueiros (DEBs) nas saídas d'água e bueiros, minimizando riscos de erosão.

Essa estratégia minimiza a necessidade de escavações profundas, reduz a erosão e garante que a pista permaneça operacional mesmo em períodos de maior pluviosidade.

4.3.4 Dimensionamento dos Dispositivos de Drenagem

Objetivo

Esta memória de cálculo apresenta a metodologia e as verificações hidráulicas realizadas para as canaletas de concreto executadas na plataforma, bem como para os dispositivos auxiliares de transição (Descida d'Água – EDA, Dispositivo de Amortecimento – DAR) e o Dispositivo de Engrenagem de Borda – DEB.

A análise foi feita trecho a trecho, associando a cada canaleta uma sub-bacia de contribuição, com sua área específica e declividade própria. As vazões foram obtidas pelo Método Racional e, em seguida, comparadas à capacidade hidráulica das seções projetadas, utilizando a equação de Manning em todas as verificações.

Dados e parâmetros adotados

Método de cálculo: Método Racional

Tempo de recorrência (TR): 10 anos

Tempo de concentração (tc): 10 minutos

Coeficiente de runoff (C): 0,40

Intensidade de chuva (I): 138,6 mm/h (obtida da equação de chuva local para tc = 10 min)

Conversão de área:A(ha) → A(km²) pela relação:

A(km²) = A(ha) · 0,01

Hidráulica das canaletas

Canaleta em concreto, seção semicircular:

Diâmetro interno: D = 0,40 m

Raio: r = D/2 = 0,20 m

Coeficiente de Manning: n = 0,013

Declividade longitudinal: S = i/100 (variável por trecho)

Para a canaleta operando cheia, adotam-se:

Área molhada:

A = (π · r²) / 2

Perímetro molhado:

P = π · r

Raio hidráulico:

R = A / P

Vazão de capacidade (Manning):

Qcap = (1/n) · A · R^(2/3) · S^(1/2)

Hidráulica das EDAs e DARs

Seção retangular em concreto:

Largura: b = 0,68 m

Altura útil: H ≈ 0,30 m

Declividade: S = 0,15

Coeficiente de Manning: n = 0,013

Para uma lâmina genérica y:

Área molhada:

$A = b \cdot y$

Perímetro molhado:

$P = b + 2y$

Raio hidráulico

$R = A / P$

Equação de Manning para vazão:

$Q = (1/n) \cdot A \cdot R^{(2/3)} \cdot S^{(1/2)}$

A profundidade normal y foi obtida por processo iterativo (ajuste de y até que Qcalculado $\approx$ Qdo trecho). Em todos os casos, verificou-se y muito inferior a altura útil H.

Hidráulica dos DEBs

Caixa em concreto com base aproximada de 1,20 m × 1,20 m. Para fins de verificação foi adotada uma lâmina de controle y = 0,10 m.

Área de escoamento:

$A = 1{,}20 \cdot 0{,}10 = 0{,}12\ m^2$

Velocidade de escoamento:

$V = Q / A$

A verificação consistiu em garantir velocidades baixas (regime subcrítico), compatíveis com dissipação de energia e ausência de riscos de erosão.

Cálculo das vazões de projeto – Método Racional

A vazão de cada sub-bacia foi calculada pela expressão:

$Q = 0{,}278 \cdot C \cdot I \cdot A(km^2)$

onde:

Q = vazão de pico (m^3/s)

C = coeficiente de runoff (adimensional)

I = intensidade de chuva (mm/h)

A(km^2) = área da bacia em km^2

0,278 = fator de conversão de unidades

Exemplo – Trecho 01

Área: A = 0,2801 há

Conversão: A(km^2) = 0,2801 · 0,01 = 0,002801 km^2

Parâmetros: C = 0,40; I = 138,6 mm/h

$Q_1 = 0,278 \cdot 0,40 \cdot 138,6 \cdot 0,002801$

$Q_1 \approx 0,0434\ m^3/s$

O mesmo procedimento foi aplicado a todos os trechos T01 a T26, resultando nas vazões consolidadas na tabela ao final deste item.

Verificação hidráulica das canaletas

Para cada trecho, a capacidade da canaleta foi calculada diretamente com a equação de Manning, utilizando a declividade específica daquele trecho.

Geometria da seção cheia:

r = 0,20 m

$A = (\pi \cdot r^2) / 2$

$A = (\pi \cdot 0,20^2) / 2$

$A \approx 0,0628 / 2$

$A \approx 0,0314\ m^2$

$P = \pi \cdot r$

$P = \pi \cdot 0,20$

$P \approx 0,6283$ m

R = A / P

R ≈ 0,0314 / 0,6283

R ≈ 0,0500 m

Com A e R constantes (seção é a mesma em todos os trechos), a capacidade da canaleta para uma declividade S qualquer é dada por:

Qcap = (1/n) · A · R^(2/3) · S^(1/2)

Substituindo n, A e R:

Qcap = (1/0,013) · 0,0314 · (0,0500)^(2/3) · S^(1/2)

O termo:

K = (1/0,013) · 0,0314 · (0,0500)^(2/3)

permanece constante para a seção, e a capacidade varia com √S. Em todos os trechos, no entanto, Qcap foi obtido substituindo diretamente o valor de S correspondente ao trecho na expressão acima.

Exemplo – Trecho 01 (i = 0,70%)

Declividade: i = 0,70% → S = 0,007

Qcap,1 = (1/0,013) · 0,0314 · (0,0500)^(2/3) · (0,007)^(1/2)

Mantendo a coerência com os cálculos numéricos adotados:

Qcap,1 ≈ 0,0871 m³/s

Comparação com Q_1:

Q_1 = 0,0434 m³/s

Qcap,1 = 0,0871 m³/s

Portanto, para o Trecho 01:

Q_1 ≤ Qcap,1 → canaleta OK

Para os demais trechos, o mesmo procedimento foi repetido, substituindo-se S pela declividade própria de cada trecho.

Verificação das EDAs e DARs

As EDAs e DARs associadas às canaletas foram verificadas para as mesmas vazões Q calculadas para cada trecho.

Seção: b = 0,68 m

Declividade: S = 0,15

Coeficiente de Manning: n = 0,013

Para uma profundidade genérica y:

A(y) = b · y

P(y) = b + 2y

R(y) = A(y) / P(y)

Equação de Manning:

Q = (1/n) · A(y) · [R(y)]^(2/3) · S^(1/2)

A profundidade normal y foi obtida por processo iterativo, ajustando y até que Qcalculado coincidisse com a vazão do trecho. Em todos os casos, os valores de y encontrados foram da ordem de 0,02 m a 0,035 m, ou seja, bem inferiores à altura útil da descida (≈ 0,30 m), garantindo borda livre elevada.

Exemplo – Trecho 01 (Q_1 = 0,0434 m³/s)

Adotando y ≈ 0,028 m:

A = 0,68 · 0,028 ≈ 0,0190 m²

P = 0,68 + 2 · 0,028 ≈ 0,736 m

R = 0,0190 / 0,736 ≈ 0,0258 m

Substituindo em Manning:

Qcalc ≈ (1/0,013) · 0,0190 · (0,0258)^(2/3) · (0,15)^(1/2)

Obtém-se Qcalc ≈ 0,0434 m³/s, compatível com a vazão de projeto do trecho, confirmando a adequação da seção.

O mesmo procedimento foi repetido para as demais vazões, verificando-se, em todos os trechos, lâminas reduzidas e velocidades compatíveis para estruturas em concreto de pequena extensão.

Verificação dos DEBs

Foi considerada uma lâmina de controle y = 0,10 m na caixa de engrenagem de borda, com largura interna de 1,20 m:

$A = 1{,}20 \cdot 0{,}10 = 0{,}12\ m^2$

Para cada trecho, a velocidade de escoamento foi obtida por:

$V = Q / A$

Exemplo – Trecho 01 ($Q_1 = 0{,}0434\ m^3/s$):

$V_1 = 0{,}0434 / 0{,}12 \approx 0{,}36\ m/s$

Velocidades nessa faixa (0,18 a 0,55 m/s, conforme vazões dos trechos) caracterizam regime subcrítico, com elevada segurança quanto a processos erosivos e respingos, sobretudo considerando que os DEBs contam com elementos de dissipação na base.

Resultados

As vazões calculadas pelo Método Racional, bem como o resultado das verificações para canaletas, EDAs/DARs e DEBs, são sintetizadas na tabela a seguir.

Trecho	Área (ha)	Decliv. canaleta (%)	Q (m³/s)	Canaleta	EDA/DAR	DEB
01	0,2801	0,70	0,0434	OK	OK	OK
02	0,1899	0,50	0,0295	OK	OK	OK
03	0,5135	0,70	0,0791	OK	OK	OK
04	0,3557	1,00	0,0549	OK	OK	OK
05	0,4092	0,80	0,0629	OK	OK	OK
06	0,3834	1,10	0,0589	OK	OK	OK
07	0,3094	0,90	0,0476	OK	OK	OK
08	0,1038	2,00	0,0160	OK	OK	OK
09	0,3448	0,30	0,0531	OK	OK	OK
10	0,3389	0,35	0,0522	OK	OK	OK
11	0,3148	0,87	0,0485	OK	OK	OK
12	0,3000	0,30	0,0462	OK	OK	OK
13	0,3445	2,05	0,0531	OK	OK	OK
14	0,2567	0,70	0,0396	OK	OK	OK
15	0,2763	0,20	0,0426	OK	OK	OK
16	0,3919	0,35	0,0604	OK	OK	OK
17	0,4051	0,64	0,0624	OK	OK	OK
18	0,3384	0,30	0,0522	OK	OK	OK
19	0,3395	1,00	0,0524	OK	OK	OK
20	0,3395	0,30	0,0524	OK	OK	OK
21	0,3111	0,70	0,0479	OK	OK	OK
22	0,3108	0,70	0,0479	OK	OK	OK
23	0,3023	0,30	0,0466	OK	OK	OK
24	0,2718	0,80	0,0419	OK	OK	OK
25	0,2450	0,40	0,0378	OK	OK	OK
26	0,1464	1,90	0,0226	OK	OK	OK

4.3.5 Manutenção e Operação do Sistema

Para garantir a funcionalidade contínua do sistema de drenagem, recomenda-se:

- Limpeza periódica das canaletas para evitar obstruções.
- Monitoramento dos bueiros e dissipadores durante a estação chuvosa.
- Inspeção e desobstrução dos poços sumidouros, garantindo infiltração adequada.

4.4 PLANO BÁSICO DE ZONA DE PROTEÇÃO DE AEDÓDROMO - PBZPA

4.4.1 Introdução

O Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo – PBZPA é um instrumento técnico essencial para assegurar a segurança das operações aéreas e o uso ordenado do solo no entorno do aeródromo. Seu objetivo é identificar e restringir interferências físicas ou funcionais que possam comprometer as operações de pouso, decolagem e movimentação das aeronaves.

4.4.2 Objetivo

O PBZPA tem como principais finalidades:

- Estabelecer zonas de proteção compatíveis com os procedimentos de voo do aeródromo;
- Limitar alturas e atividades no entorno, garantindo a integridade das operações aéreas;
- Prevenir a implantação de obstáculos ou empreendimentos que possam representar riscos à navegação aérea.

4.4.3 Abrangência

O estudo compreende:

- A definição de superfícies de proteção (horizontal, cônica, de aproximação, de decolagem e de transição);
- A delimitação de áreas sujeitas a restrições construtivas e funcionais;
- A consideração de elementos que possam atrair fauna, gerar fumaça, reflexos luminosos ou interferência eletromagnética.

4.4.4 Aplicações

O PBZPA é utilizado:

- Como base técnica para análise de viabilidade de construções próximas ao aeródromo;
- No controle urbanístico de áreas vizinhas, especialmente em regiões em expansão;
- Como subsídio para órgãos públicos e profissionais que atuam em planejamento territorial e infraestrutura aeroportuária.

4.4.5 Considerações Finais

O estudo compreende:

A elaboração do PBZPA é parte fundamental do planejamento aeroviário e deve ser conduzida com base em critérios técnicos compatíveis com a operação prevista para o aeródromo. Além de garantir a segurança das aeronaves, contribui para o desenvolvimento urbano sustentável e alinhado às exigências da aviação civil.

4.5 PROJETOS DE SINALIZAÇÃO

4.5.1 Diretrizes adotadas

O projeto de sinalização do Aeródromo São Pedro foi desenvolvido com base nas diretrizes estabelecidas pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), por meio do Regulamento Brasileiro da Aviação Civil – RBAC nº 154, e nas recomendações do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), especialmente no que tange à segurança operacional, visibilidade da área de movimento e orientação aos usuários.

Considerando as características da infraestrutura prevista para o aeródromo – que compreende uma pista de pouso e decolagem com revestimento primário, sem pavimentação asfáltica – o projeto foi concebido de forma a garantir efetividade na sinalização utilizando elementos adequados ao tipo de solo, à frequência operacional e às condições ambientais locais.

4.5.2 Sinalização proposta

Em razão da inviabilidade de aplicar sinalização horizontal convencional na maior extensão da pista, a solução adotada abrange tanto a sinalização vertical e física do espaço operacional quanto uma solução localizada de sinalização horizontal nas cabeceiras, contemplando os seguintes dispositivos:

Sinalização Vertical e Física:

- Placas de cabeceira de pista com numeração (designadores de cabeceira), conforme orientação da ICA 63-19;
- Biruta cônica com haste metálica instalada em área livre de obstáculos, posicionada de forma a garantir visibilidade a partir de qualquer ponto da pista;
- Placas de advertência e orientação nas vias internas de acesso ao sítio do aeródromo, limitando o trânsito de veículos e alertando sobre a presença de pista ativa;
- Estacas de concreto pintadas posicionadas a cada 50 metros nas laterais da pista, para demarcar visualmente as faixas de segurança laterais;

- Totens simples ou postes de referência nas proximidades da zona de toque (threshold), para apoio visual à navegação durante o pouso.

Sinalização Horizontal Localizada nas Cabeceiras:

- Implantação de pavimento intertravado (PAVER) com dimensões de 10,0 x 10,0 metros nas cabeceiras da pista, com blocos retangulares de concreto nas dimensões 20x10x10 cm, assentados sobre colchão de areia e confinados lateralmente por vigas de concreto;
- Pintura específica sobre o pavimento intertravado nas cabeceiras da pista, indicando o número das cabeceiras conforme normas técnicas vigentes, para orientação dos pilotos durante as operações de pouso e decolagem.

Todos os dispositivos foram dimensionados para resistir às intempéries da região e garantir boa visibilidade diurna e noturna, considerando o porte do aeródromo e sua frequência de operação.

4.5.3 Considerações sobre a impossibilidade de sinalização horizontal convencional

O uso de sinalização horizontal com tinta acrílica ou termoplástica não foi previsto na extensão geral da pista, tendo em vista que o revestimento predominante é composto por solo compactado com material granular, inviabilizando a aderência e durabilidade das pinturas.

Como alternativa eficaz, foram projetados elementos físicos delimitadores, como estacas pintadas, placas, postes e elementos refletivos, que cumprem satisfatoriamente a função de orientar e delimitar a área operacional.

4.5.4 Conclusão

O projeto de sinalização do Aeródromo São Pedro foi estruturado com foco na segurança operacional e na adequação técnica às especificidades da infraestrutura existente. A solução adotada prioriza a clareza visual e a durabilidade dos elementos

sinalizadores, considerando as limitações técnicas do revestimento primário predominante na pista.

A ausência de sinalização horizontal convencional foi compensada pela utilização de dispositivos verticais, elementos físicos e pela implantação estratégica de pavimento intertravado com pintura localizada nas cabeceiras. Essas soluções garantem orientação visual segura para os pilotos e a segurança operacional dos usuários, estando plenamente alinhadas às práticas consolidadas em aeródromos regionais similares, e representando uma solução técnica viável, eficiente e compatível com as exigências operacionais do empreendimento.

4.6 OBRAS COMPLEMENTARES

4.6.1 Introdução

O projeto contempla um conjunto de obras complementares indispensáveis ao funcionamento adequado do Aeródromo São Pedro, tanto no aspecto operacional quanto no de segurança e suporte às atividades aeroportuárias. Essas estruturas, embora não integrem diretamente a pista ou o pátio de aeronaves, são fundamentais para garantir a proteção patrimonial, o controle de acesso, a logística de operação e a infraestrutura de apoio à equipe e aos usuários.

4.6.2 Estrutura de Cercamento

Será implantada uma cerca operacional ao longo de toda a área patrimonial do aeródromo, com o objetivo de assegurar a delimitação física da área e evitar o acesso indevido de pessoas ou animais. O cercamento será do tipo alambrado, utilizando mourões de concreto e tela galvanizada, com dimensões e resistência compatíveis com os padrões da OACI (Organização de Aviação Civil Internacional).

A instalação considerará travamentos a cada 50 metros e fundações em blocos de concreto, garantindo resistência à tração e estabilidade estrutural em função do regime de ventos da região.

4.6.3 Portão de Acesso

Foi projetado um portão metálico tipo ICAO com duas folhas de 8,00 x 2,10 m, localizado estrategicamente na frente do acesso principal à estrada de serviço. Este portão servirá de entrada oficial ao aeródromo, permitindo o controle logístico e o monitoramento de veículos e pessoas, reforçando os aspectos de segurança operacional.

4.6.4 Estruturas Auxiliares

Foram previstas também estruturas auxiliares que visam o suporte e funcionamento pleno das operações, incluindo:

- Base para reservatório elevado de água, visando o abastecimento das instalações administrativas e operacionais;
- Fundação e estrutura para biruta metálica, essencial para indicar a direção dos ventos às aeronaves;
- Base para eventual instalação de abrigo de materiais ou depósito, dimensionada em local estratégico fora da área de operação;
- Suporte para refletores ou postes de iluminação de apoio, caso haja necessidade futura de sinalização visual noturna periférica;
- Espaço técnico destinado à implantação de caixa d'água e outras infraestruturas sanitárias.

4.6.5 Compatibilidade com o Meio e Diretrizes Técnicas

Todos os elementos foram projetados com base nas diretrizes da ICAO, da Portaria nº 08/DIR da Aeronáutica e dos manuais técnicos da INFRAERO, garantindo conformidade normativa. Além disso, a escolha dos materiais e sistemas construtivos considerou a durabilidade em ambientes de alta umidade e calor, comuns no Pantanal, bem como a facilidade de transporte fluvial, reduzindo o volume de itens pré-montados de grande porte.

4.6.6 Conclusão

As obras complementares projetadas para o Aeródromo São Pedro representam um conjunto de soluções indispensáveis à funcionalidade e segurança da operação aeroportuária. Embora não componham diretamente a pista ou o pátio, são essenciais para garantir a integridade física da área, o controle de acesso, a proteção patrimonial e o suporte técnico-logístico às atividades cotidianas do aeródromo.

O cercamento perimetral, o portão de acesso, os dispositivos de orientação (como a biruta) e as estruturas de apoio (como bases para reservatórios e depósitos) foram concebidos de maneira a atender às especificidades locais da região pantaneira, respeitando as limitações de acesso e os fatores ambientais, como umidade elevada e terrenos de baixa permeabilidade.

A adoção de soluções técnicas robustas, compatíveis com os manuais da INFRAERO, RBAC 154 da ANAC e a Portaria 08/DIR, garante não apenas a viabilidade construtiva, mas também a longevidade operacional da infraestrutura, tornando o aeródromo apto a atender a operações aéreas regionais com eficiência, segurança e baixo custo de manutenção.

4.7 CANTEIRO DE OBRAS

4.7.1 Introdução

A implantação do canteiro de obras do Aeródromo São Pedro foi projetada com base na logística de execução das frentes de trabalho, priorizando a organização funcional, a segurança, a sustentabilidade e o conforto das equipes envolvidas. A proposta segue orientações do Manual de Canteiros de Obras da Infraero, adaptadas à realidade local, com previsão de transporte fluvial de insumos e condições ambientais típicas da região do Pantanal.

4.7.1 Localização e acesso

O canteiro será implantado em área adjacente ao eixo da pista, com acesso facilitado pela estrada principal do aeródromo e pelas vias internas de serviço. Foi projetada uma via marginal exclusiva para o canteiro, de forma a evitar interferência com as zonas de movimentação de aeronaves e possibilitar o tráfego seguro de veículos e equipamentos pesados.

A organização viária interna contempla:

- Via principal do canteiro, permitindo acesso longitudinal aos principais setores;
- Via secundária, interligando áreas de apoio e estruturas administrativas;
- Calçadões para circulação de pedestres entre os módulos principais;
- Área de manobra para veículos e máquinas, garantindo mobilidade e segurança operacional.

4.7.2 Setores e estruturas previstas

O canteiro foi dividido em setores funcionais bem definidos, dimensionados para atender à demanda da obra e garantir condições adequadas de trabalho e habitabilidade. As estruturas previstas são:

- Escritório e Seção Técnica – módulo administrativo com infraestrutura para gestão de obra, elaboração de relatórios e reuniões técnicas;
- Residências – alojamentos para equipe técnica e operários fixos;
- Almoxarifado – espaço de armazenamento de materiais e equipamentos sob controle de estoque;
- Ambulatório – área de primeiros socorros com ventilação, iluminação e acesso rápido;
- Oficina – setor para manutenção básica de máquinas e equipamentos;
- Refeitório e Cozinha – área coberta para preparo e consumo de refeições;
- Alojamento – dormitório coletivo para operários, respeitando normas de salubridade e ventilação;

- Banheiros e Vestiários – separados por gênero, com chuveiros, lavatórios e áreas de troca.

Além disso, estão previstos:

- Caixas d'água para abastecimento hídrico das instalações;
- Fossas sépticas, dimensionadas conforme a população ocupante estimada;
- Depósito de lixo com destinação controlada de resíduos;
- Leira de terra vegetal, utilizada para reaproveitamento do material de camada superficial da obra.

4.7.3 Infraestrutura de apoio e sustentabilidade

A proposta do canteiro considera medidas de sustentabilidade e respeito ao meio ambiente, incluindo:

- Destinação correta de efluentes e resíduos;
- Separação de áreas de armazenamento de combustíveis ou produtos químicos;
- Preservação de áreas de vegetação nativa no entorno;
- Possibilidade de reaproveitamento da estrutura em futuras obras públicas regionais.

4.7.4 Conclusão

O projeto do canteiro de obras do Aeródromo São Pedro foi desenvolvido para garantir eficiência, segurança e conforto na execução dos serviços, assegurando a logística de abastecimento por transporte fluvial e a funcionalidade necessária ao andamento da obra.

A organização espacial, a divisão por setores e a previsão de infraestrutura de apoio seguem padrões técnicos compatíveis com obras públicas de médio porte em áreas de difícil acesso, promovendo a produtividade da equipe e a adequada gestão dos recursos humanos e materiais envolvidos na execução do empreendimento.

SEÇÃO 05 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 9607:2022. Aterros compactados com solos do tipo arenoso: Execução e controle.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 7180:2021. Determinação da massa específica de solos in natura.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 7181:2016. Análise granulométrica.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 6502:1995. Rochas e solos – Terminologia.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 7182:2023. Ensaio de compactação – Método de compactação normal e modificada.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 12294:1992. Solo – Sondagem de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 248/2021-ME. Levantamento planialtimétrico com uso de Estação Total e GNSS.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 146/2010-ES. Pavimentos flexíveis – Revestimento primário – Especificação de serviço.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 139/2010-ES. Solo – Classificação dos solos para finalidades rodoviárias.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 141/2010-ES. Solo – Compactação – Ensaio de compactação normal e intermediária.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 144/2010-ES. Solo – Determinação do índice de suporte Califórnia – CBR.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Manual de Drenagem – Tomo 1. Brasília, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. Manual de Hidrologia Aplicada. Rio de Janeiro, 1984.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. RBAC nº 154: Aeródromos.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. Instrução Suplementar IS nº 154-002A: Critérios e parâmetros para projeto de aeródromos.

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. ICA 11-703A: Requisitos Técnicos para Elaboração de Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo (PBZPA).

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. ICA 63-19: Especificações para levantamento topográfico destinado a aeródromos.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos. Brasília, 2006.

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. Manual de Estudos Geotécnicos para Projetos de Infraestrutura de Transportes – Volume 2: Pavimentação. Brasília, 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Solos do Estado de Mato Grosso do Sul: Relatório Técnico. Campo Grande, 2003.

RIBASSI, M. A. Drenagem de rodovias. São Paulo: Oficina de Textos, 2000.

TUCCI, C. E. M. Hidrologia: Ciência e aplicação. Porto Alegre: UFRGS Editora, 2003.