



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA
Secretaria de Infraestrutura e Habitação

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA/PE

SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E HABITAÇÃO

PROJETO BÁSICO

OBJETO: CONTRATAÇÃO EMPRESA DE ENGENHARIA PARA
EXECUÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO EM PARALELEPÍPEDOS
GRANÍTICOS DE ESTRADAS VICINAIS NO MUNICÍPIO DE
ARAÇOIABA/PE

ARAÇOIABA
NOVEMBRO DE
2025

MEMORIAL DESCRITIVO

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	6
2	MAPA DE SITUAÇÃO	7
3	ESTUDOS PRELIMINARES	8
3.1	JUSTIFICATIVA DO PROJETO	8
3.2	SITUAÇÃO DOS TRECHOS	9
3.3	ESTUDOS GEOTÉCNICOS.....	10
3.3.1	<i>Introdução</i>	<i>10</i>
3.3.2	<i>Estudo do Subleito</i>	<i>10</i>
3.3.3	<i>Ocorrência de Materiais do Subleito</i>	<i>12</i>
3.4	ESTUDOS HIDROLÓGICOS	39
3.4.1	<i>Coleta de Dados e Caracterização Fisiográfica</i>	<i>39</i>
3.4.2	<i>Clima.....</i>	<i>40</i>
3.4.3	<i>Temperatura</i>	<i>40</i>
3.4.4	<i>Relevo, Vegetação, Geologia e Hidrografia.....</i>	<i>41</i>
3.4.5	<i>Caracterização do Regime Pluviométrico da Região</i>	<i>43</i>
3.5	ESTUDOS TOPOGRÁFICOS	58
3.5.1	<i>Introdução</i>	<i>58</i>
3.5.2	<i>Metodologia Adotada</i>	<i>59</i>
3.5.3	<i>Levantamento Topográfico Cadastral planialtimétrico</i>	<i>72</i>
3.5.4	<i>Levantamento Fotogramétrico com Drones para Topografia</i>	<i>74</i>
3.5.5	<i>Equipamentos Utilizados.....</i>	<i>76</i>
4	PROJETOS EXECUTIVOS.....	77

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

4.1	PROJETO GEOMÉTRICO	77
4.1.1	<i>Considerações Gerais</i>	77
4.1.2	<i>Soluções Técnicas</i>	77
4.2	PROJETO DE TERRAPLENAGEM	81
4.2.1	<i>Considerações Gerais</i>	81
4.2.2	<i>Metodologia</i>	81
4.2.3	<i>Elementos Básicos</i>	82
4.2.4	<i>Soluções Técnicas</i>	82
4.3	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	95
4.3.1	<i>Considerações Gerais</i>	95
4.3.2	<i>Solução Técnica</i>	95
4.3.3	<i>Dimensionamento</i>	96
4.3.4	<i>Quadro de Quantidades</i>	99
4.3.5	<i>Seção Tipo do Pavimento</i>	100
4.3.6	<i>Diagramas Lineares para Jazida de BGS</i>	101
4.4	PROJETO DE DRENAGEM	103
4.4.1	<i>Considerações Gerais</i>	103
4.4.2	<i>Soluções Técnicas</i>	104
4.5	PROTEÇÃO VEGETAL.....	108
4.6	SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA DE OBRAS	109
4.6.1	<i>Considerações Gerais</i>	109
4.6.2	<i>Sinalização Vertical de Obras</i>	109
4.6.3	<i>Quantidades de Sinalização Provisória</i>	113

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Problemas de Ondulações	9
Figura 2 - Problemas de Atoleiros.....	9
Figura 3 - Sondagem a trado 01	11
Figura 4 - Reconhecimento tátil-visual 01	11
Figura 5 - Sondagem a trado 02.....	11
Figura 6 - Reconhecimento tátil-visual 02.....	11
Figura 7 - Classificação climática de Koppen	40
Figura 8 - Mapa das Isozonas	52
Figura 9 - Estrutura dos marcos geodésicos	60
Figura 10 – Locação marco M01	61
Figura 11 – Locação marco M01A.....	61
Figura 12 – Locação marco M02	62
Figura 13 - Locação marco M02A.....	62
Figura 14 - Locação marco M03.....	63
Figura 15 - Locação marco M03A.....	63
Figura 16 - Distância da RBMC (PERC) mais próxima.....	64
Figura 17 - Processamento PPP-IBGE.....	65
Figura 18 - Caracterização de coordenadas.....	72
Figura 19 – Técnica de levantamento fotogramétrico	74
Figura 20 - Rastreamento de PC 01	75
Figura 21 - Rastreamento de PC 02	75
Figura 22 - MDS	76
Figura 23 - MDE	76
Figura 24 - Detalhe típico de geometria 01	78
Figura 25 - Detalhe típico de geometria 02.....	79
Figura 26 - Detalhe típico de geometria 03.....	79

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo dos ensaios do subleito	12
Tabela 2 - Lista de postos hidrológicos do estudo	44
Tabela 3 - Postos hidrológicos finalistas da triagem	45
Tabela 4 - Dados da estação escolhida	45
Tabela 5 - Dados pluviométricos da estação após triagem.....	46
Tabela 6 - Método de probabilidade extrema de Gumbel	50
Tabela 7 - Análise pela fórmula de Ven Te Chow	51
Tabela 8 - Quadro de precipitações e intensidades	55

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Variação de temperatura anual	41
Gráfico 2 - Precipitações totais anuais	47
Gráfico 3 - Precipitações mensais entre 1963 a 2022.....	47
Gráfico 4 - Número de dias de chuva por ano.....	47
Gráfico 5 - Altura de chuva x tempo de duração.....	54
Gráfico 6 - Curva de intensidade x duração x frequência.....	56
Gráfico 7 - Curva de precipitação x frequência x duração.....	57

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - Mapa de Situação	7
Mapa 2 - Mapa geológico de Araçoiaba/PE.....	42



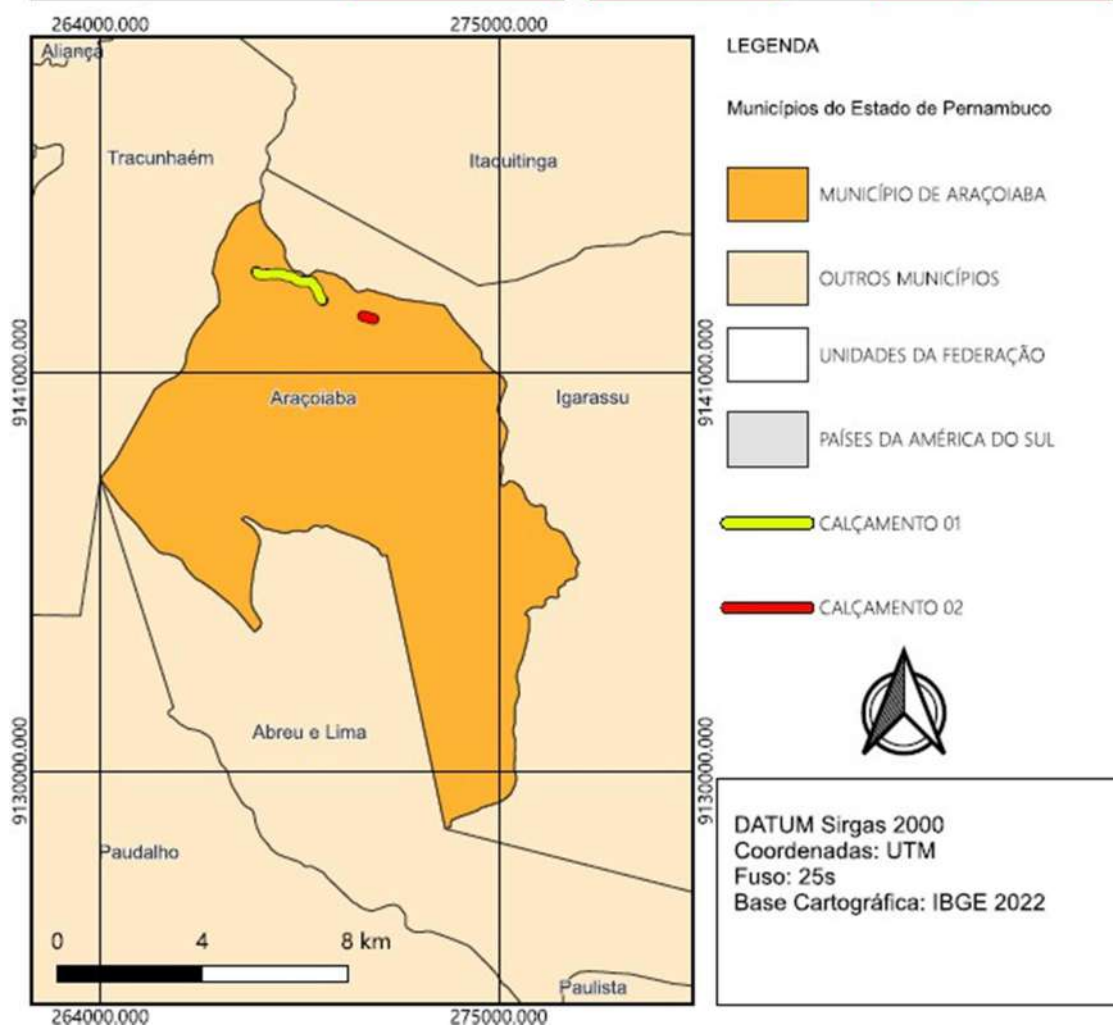
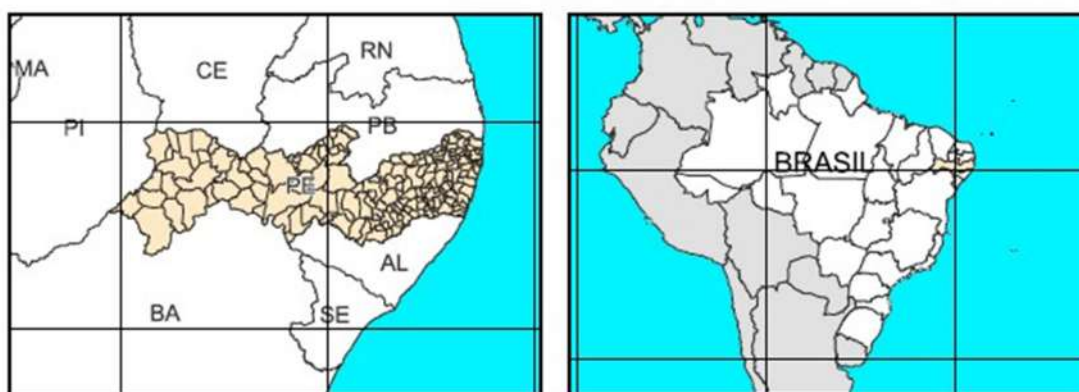
PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA
Secretaria de Infraestrutura e Habitação

1 APRESENTAÇÃO

A **SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E HABITAÇÃO DE ARAÇOIABA**, apresenta o **Relatório de Projetos** para Pavimentação em Paralelepípedos Graníticos de Estradas Vicinais no Município de Araçoiaba/PE, com extensão total de 1,02 Km. O projeto contempla dois trechos de calçamento e a implantação de dois pontos de transposição de talvegue.

2 MAPA DE SITUAÇÃO

MAPA DE SITUAÇÃO ARAÇOIABA/PE



3 ESTUDOS PRELIMINARES

3.1 JUSTIFICATIVA DO PROJETO

As dificuldades de acesso para os que residem na área rural do município de Araçoiaba/PE, têm como principal consequência o retardo do desenvolvimento humano e sua produtividade.

A recuperação de caminhos de acessos tem como objetivo dotar as regiões beneficiadas de acessos eficientes, de modo que elas se integrem às malhas rodoviárias do Estado e Município.

Os principais benefícios buscados pelo município de Araçoiaba/PE com a pavimentação de estradas vicinais residem em melhorar o escoamento e um transbordo mais rápido e prático da produção rural, além de melhorar o acesso a escolas locais contribuindo, portanto, para o desenvolvimento socioeconômico da Região.

O projeto em questão é sobre a pavimentação em paralelepípedo granítico de dois trechos no município de Araçoiaba/PE, com uma extensão total de 1,02 Km. A estrada já se encontra implantada, sendo recomendado manter o traçado existente, fornecendo uma requalificação da situação atual.

3.2 SITUAÇÃO DOS TRECHOS

A conservação da estrada é feita principalmente pela prefeitura, sendo cascalhada na época da chuva, período de grande quantidade de atoleiros, e no período da seca a manutenção é contra o excesso de poeira, causando perda da qualidade de algumas produções e podendo causar acidentes por falta de visibilidade. Apesar de todos os problemas apontados, a via atual cumpre o seu papel, atendendo a população e os produtores rurais, mesmo em condições precárias.



Figura 1 - Problemas de Ondulações



Figura 2 - Problemas de Atoleiros

3.3 ESTUDOS GEOTÉCNICOS

3.3.1 Introdução

Os estudos geotécnicos têm por objetivo definir os parâmetros físicos e geomecânicos do subleito e terreno natural, assim intervenientes no dimensionamento do pavimento, bem como as características geotécnicas das ocorrências dos materiais estudados para utilização nos serviços de terraplenagem, pavimentação, drenagem e obras de arte especiais. Nesta fase foram realizados os estudos geotécnicos de campo em conformidade com as orientações do Termo de Referência. Os estudos têm referência nas determinações da IS-206 das Diretrizes Básicas para Estudos e Projetos Rodoviários do DNIT. Foram realizados os seguintes serviços:

- Inspeção de Campo e
- Estudo do subleito.

3.3.2 Estudo do Subleito

Ao longo de toda a via em estudo, após a execução das inspeções de campo, foram realizadas sondagens e coleta com retiradas de amostras deformadas na profundidade de 1,0 metros para caracterização do perfil geotécnico do terreno. As sondagens foram feitas com espaçamento de aproximadamente 200 m, coletadas principalmente nos intervalos quando foi verificado a variação do tipo de material no subleito. Com o material coletado nas sondagens foram realizados os seguintes ensaios:

- Granulometria e Sedimentação;
- Índices Físicos;
- Compactação;
- Índice Suporte Califórnia;
- Classificação HRB e AASHTO.

Nas figuras seguintes são apresentados a execução de coletas das amostras.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA
Secretaria de Infraestrutura e Habitação

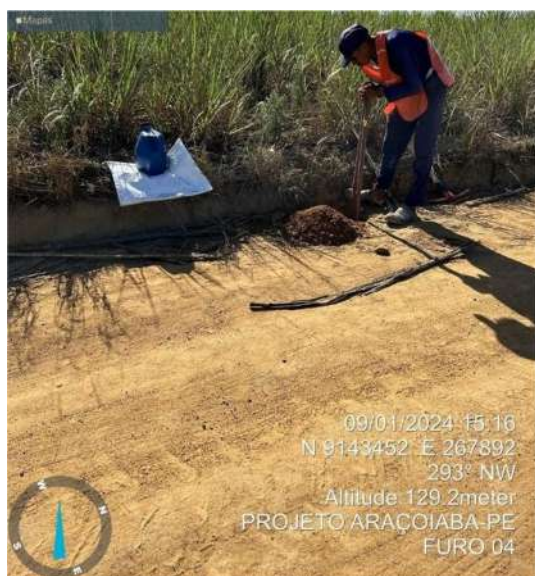


Figura 3 - Sondagem a trado 01



Figura 4 - Reconhecimento tátil-visual 01

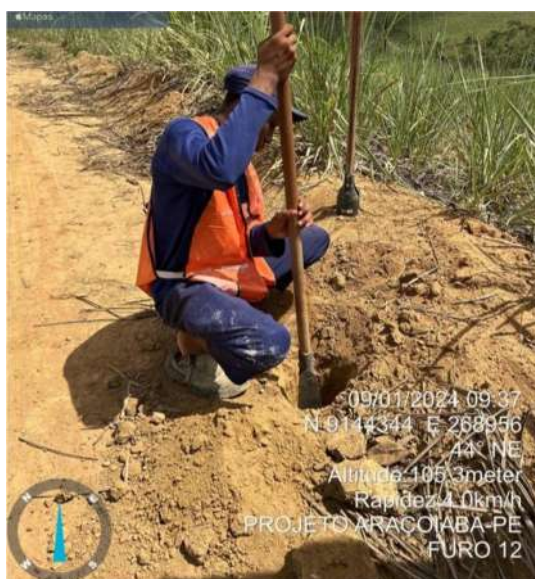


Figura 5 - Sondagem a trado 02

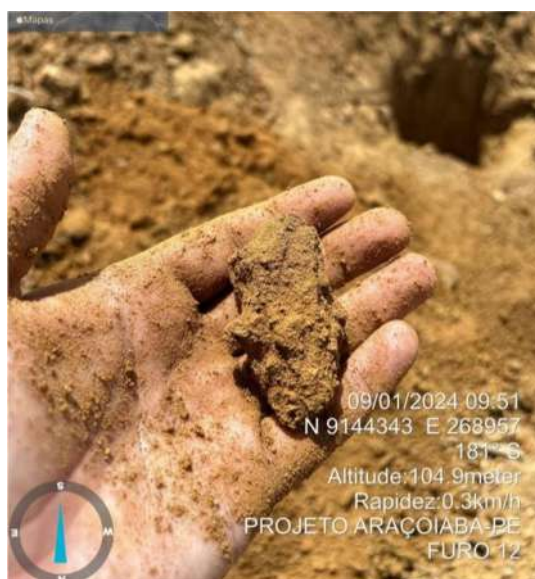


Figura 6 - Reconhecimento tátil-visual 02

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

3.3.3 Ocorrência de Materiais do Subleito

3.3.3.1 Resumo dos ensaios do subleito

Tabela 1 - Resumo dos ensaios do subleito

RODOVIA/ TRECHO:			ESTRADAS VICINAIS EM ARAÇOIABA/PE														
Coleta /data		11/01/24	11/01/24	16/01/24	11/01/24	11/01/24	11/01/24	11/01/24	16/01/24	11/01/24	16/01/24	16/01/24	11/01/24	11/01/24			
Procedência		SUBLEITO	SUBLEITO	SUBLEITO	SUBLEITO	SUBLEITO	SUBLEITO	SUBLEITO	SUBLEITO	SUBLEITO	SUBLEITO	SUBLEITO	SUBLEITO	SUBLEITO			
Estaca/Posição															Média	σ	
Registro		LN 005	LN 006	LN 007	LN 008	LN 009	LN 010	LN 011	LN 012	LN 013	LN 014	LN 015	LN 016	LN 017			
Furo		F. 01	F. 02	F. 03	F. 04	F. 05	F. 06	F. 07	F. 08	F. 09	F. 10	F. 11	F. 12	F. 13			
Profundid cm	De	0 - 20 - 100	0 - 100	0 - 100	0 - 55	0 - 20 - 100	0 - 100	0 - 70	0 - 70	0 - 90	0 - 82	0 - 40 - 100	0 - 72	0 - 20 - 90			
	A																
Granulometria	# Peneiras Passando %	2"	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
		1 1/2"	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
		1"	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
		3/8"	100	100	100	100	99	99	98	99	99	99	81	99	99	98	5
		Nº 4	97	98	98	100	98	98	95	96	95	95	51	97	97	94	13
		Nº 10	96	96	96	98	94	96	91	92	92	92	47	94	95	91	13
		Nº 40	77	72	73	74	65	71	40	67	69	66	37	79	73	66	13
		Nº 200	54	42	45	43	33	46	17	40	43	40	26	54	43	40	10
L.L. (%)		27,7	27,7	33,7	25,0	26,1	31,4	18,0	24,9	24,0	33,0	30,8	39,1	32,1	29	5,4	
I.P. (%)		8,4	8,0	9,8	8,3	7,4	9,3		8,8	7,4	7,3	7,4	14,2	9,0	8,8	1,9	
CLASSIFICAÇÃO H.R.B.		A4	A4	A4	A4	A2-4	A4	A1-b	A4	A4	A4	A2-4	A4	A4	A-4	-	
I.G.		4	1	2	2	0	2	0	1	2	1	0	4	2	1	-	
FAIXA AASHTO		F/F	F/F	F/F	F/F	F/F	F/F	E	F/F	F/F	F/F	F/F	F/F	F/F	F/F	F/F	
CLASSIFICAÇ. AASHTO (Material Predominante)		Silt arg amar esc	Aren Argil Amar	Arei Silt Marrom	Arei Silt Saib Impen	Arei Silt Marrom	Arei Arg Marrom	Arei Marrom Saib Impr	arei lar saib impr	arei lar saib impr	arei lar saib impr	Aren Argil Cinza	arei marr saib impr	aren marr saib impr			
Energia de Compactaç	12 Golpes	DENS. MÁX.	1,712	1,787	1,774	1,947	1,839	1,836	1,914	1,754	1,750	1,581	1,698	1,802	1,843	1,788	0,095
		UMID. ÓTIMA	13,8	12,2	13,4	11,5	11,2	12,9	9,6	10,1	10,5	11,4	9,7	7,6	13,2	11,3	1,8
		C.B.R.	11,1	4,5	7,7	24,5	9,6	12,1	9,4	6,2	10,6	8,7	8,8	10,1	11,5	10,4	4,7
		EXPANSÃO	0,1	0,9	1,3	0,1	0,3	1,0	0,1	4,7	0,1	0,7	1,5	0,4	0,1	0,9	1,2

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA
Secretaria de Infraestrutura e Habitação

3.3.3.2 Fichas dos ensaios do subleito

LABORATÓRIO DE SOLOS										Datas		
										Início	11/01/24	
										Final	12/01/24	
CLIENTE	ALTEON				Profund.	0 - 20 - 100				Regist.	Operador	Digitador
OBRA	ARAÇOIABA PROJETO PE				Proced.	Revestm. Primário com Pedreg.				LN 006	Eduardo	Vitor
KM-Estao	FURO 01				Material	Silte arg. amarelo				folha		
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO DE SOLOS (DNER-ME 162/94)												
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE						UMIDADE HIGROSCÓPICA		DADOS DA COMPACTAÇÃO				
Cápsula nº	Peso Solo Úmido (g)	Peso Solo Seco (g)	Peso da Água (g)	Peso da Cáps. (g)	Peso Solo Seco (g)	Umidade (%)	Cápsula nº	Cápsula+Solo Úmido(g)	Número de Camadas	5		
47	50,00	45,45	4,55	0,00	45,45	10,0		50,00	Número de Golpes	12		
54	50,00	44,67	5,33	0,00	44,67	11,9		49,76	Energia de Compactação	Normal		
38	50,00	43,92	6,08	0,00	43,92	13,8		0,24	Peso do Soquete (g)	4536		
12	50,00	43,13	6,87	0,00	43,13	15,9		0,00	Espes. do Disco Espaçador	21/2"		
9	50,00	42,39	7,61	0,00	42,39	18,0		49,76	Umidade Ótima (%)	13,8		
								0,5	Dens. Máxima Seca (g/cm³)	1,712		
COMPACTAÇÃO												
Cilindro Nº	Peso do Cilindro g	Cil.+Solo Úmido(g)	Peso Sol. Úmido(g)	Volume Cilindro (cm³)	Densidade Solo Úmido (g/cm³)	Densidade Solo Seco (g/cm³)						
A	4722	8307	3585	2.087	1,718	1,562						
A	4722	8587	3865	2.087	1,852	1,655						
A	4722	8789	4067	2.087	1,949	1,712						
A	4722	8707	3985	2.087	1,909	1,647						
A	4722	8680	3958	2.087	1,897	1,607						
GRÁFICO DENSIDADE x UMIDADE												
SOLOS - ENSAIO CBR - ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC)												
PREPARAÇÃO DA AMOSTRA					CÁLCULO DA ÁGUA		COMPACTAÇÃO DA AMOSTRA					
DETERMINAÇÕES DE UMIDADE		HIGROSCÓPICA		MOLDAGEM		PESO DO SOLO PAS. NA PENEIRA Nº 4		Cilindro nº		A		
Cápsula nº	13	45	16	10				Água Adicionada (ml)	751			
Peso do Solo Úmido (g)	50,00	50,00	50,00	50,00				Peso do Cilindro + Solo Úmido (g)	8810			
Peso do Solo Seco (g)	49,70	49,74	44,03	44,07				Peso do Cilindro (g)	4722			
Peso da Água (g)	0,30	0,26	5,97	5,93				Peso do Solo Úmido (g)	4088			
Peso da Cápsula (g)								Volume do Cilindro (cm³)	2087			
Peso do Solo Seco (g)	49,70	49,74	44,03	44,07				Densid. Aparente Úmida (g/cm³)	1,959			
Teor de Umidade (%)	0,6	0,5	13,6	13,5				Densid. Aparente Seca (g/cm³)	1,725			
Umidade Média (%)	0,6		13,6									
AMOSTRA TOTAL ÚMIDA (g):	6.000		ÁGUA A ADICIONAR (ml):		751		Altura do Corpo de Prova(mm)		11,42			
GRÁFICO PRESSÃO PENETRAÇÃO												
ENSAIO DE PENETRAÇÃO												
Constante do Anel: 0,0996												
Tempo (min.)	Penet. (mm)	Leitura (0,001mm)	Pressão (kgf/cm²)									
0,5	0,64	53	5,3									
1,0	1,27	68	6,8									
1,5	1,91	73	7,3									
2,0	2,54	78	7,8									
3,0	3,81	84	8,4									
4,0	5,08	89	8,9									
6,0	7,62	108	10,8									
8,0	10,16	126	12,5									
10,0	12,70	135	13,4									
CÁLCULO DO I.S.C.												
Leitura (mm)	Pressão (kgf/cm²)	I.S.C. (%)										
2,54	7,8	7,8	11,1									
5,08	8,9	8,9	8,4									
EXPANSÃO												
Data	Tempo Decorrido (dias)	Expansão Lida (mm)	Expansão (%)									
11/01/24		0,00										
12/01/24		0,02										
13/01/24		0,05										
14/01/24		0,08										
15/01/24		0,09	0,08									
RESUMO												
Densidade Seca Máxima (g/cm³)										1,712		
Umidade Ótima (%)										13,8		
ISC (%)										11,1		
Expansão (%)										0,1		
Grau de Compactação										100,7		
Observações:												

Eduardo - Laboratório

Luiz Eugênio Nunes
Eng. Civil CREA PE 050106

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA
Secretaria de Infraestrutura e Habitação

LABORATÓRIO DE SOLOS							Datas			
							Inicial:	11/01/2024		
							Final:	12/01/2024		
Obra	ALTEON	Profund	0 - 20 - 100		REGISTRO	OPERADOR	CALCUL	LIMITE	LL	27,7
Trecho	ARAÇOIABA PROJETO PE	Proced	Revestm. Primário com Pedreg		LN 005	Claudio			IP	8,4
Prof.	FURO 01	Material	Silt arg amar esc		Posição		VISTO	folha		

UMIDADE HIGROSCÓPICA		ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO (DNER-ME 80-64)				
Cápsula nº	17	PENEIRAMENTO DA AMOSTRA				
Cápsula+Solo Úmido(g)	50,00	Peneiras		Peso Retido	Retido	Passando
Cápsula+Solo Seco(g)	49,54					
Peso da Água(g)	0,46	mm	pol	(g)	%	%
Peso da Cápsula(g)	21,45	50,8	2"	0,00	0,00	100,00
Peso do Solo Seco(g)	49,54	38,1	1 1/2"	0,00	0,00	100,00
Teor de Umidade(%)	0,9	25,4	1"	0,00	0,00	100,00
PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS		9,5	3/8"	5,80	0,29	99,71
Amostra total (úmida(g)	2000,0	4,8	N.º 4	48,88	2,47	97,24
Amostra Total Seca(g)	1982,2	2,0	N.º 10	25,06	1,26	96,98
Amostra Parc. Úmida(g)	200,0	0,42	N.º 40	38,18	19,26	77,49
Amostra Parcial Seca(g)	198,2	0,075	N.º 200	49,29	24,87	53,62

LIMITE DE LIQUIDEZ (DNER-ME 44-71)					
Cápsula nº	43	41	62	13	01
Cápsula+Solo Úmido(g)	20,00	19,36	19,86	20,50	19,95
Cápsula+Solo Seco(g)	16,65	16,21	16,94	17,52	17,31
Peso da Água(g)	3,35	3,15	2,92	2,98	2,64
Peso da Cápsula(g)	6,59	5,84	6,52	5,83	6,23
Peso do Solo Seco(g)	10,06	10,37	10,42	11,69	11,08
Teor de Umidade(%)	33,3	30,4	28,0	25,5	23,8
nº de golpes	11	19	27	35	44

LIMITE DE PLASTICIDADE (DNER-ME 82-63)					
Cápsula nº	23	61	16	21	09
Cápsula+Solo Úmido(g)	7,73	6,74	6,38	6,22	5,89
Cápsula+Solo Seco(g)	7,57	6,68	6,23	6,06	5,75
Peso da Água(g)	0,16	0,06	0,15	0,16	0,14
Peso da Cápsula(g)	6,74	5,81	5,45	5,26	5,00
Peso do Solo Seco(g)	0,83	0,87	0,78	0,80	0,75
Teor de Umidade(%)	19,30	6,90	19,20	20,00	18,70
nº de golpes	SIM	NÃO	SIM	SIM	SIM

RESULTADOS E CLASSIFICAÇÃO GERAL					
Fração do Material (NBR 6502)	Resumo dos Resultados				
Pedregulho % (> 4,8 mm)	2,76	Limite de Liquidez (%)	27,7		
Areia Grossa % (4,8-2,0 mm)	1,26	Limite de Plasticidade (%)	19,3		
Areia Média % (2,0-0,42 mm)	18,49	Índice de Plasticidade (%)	8,4		
Areia Fina % (0,42-0,075 mm)	23,87	Classificação HRB	A4		
Silt + Argila % (<0,075mm)	53,62	Índice de Grupo	4		
Total	100,00	Falso AASHO	F/F		
Classific. AASHO Mater. Predomin.	Silt argil				

TEOR DE MATERIAL PULVERULENTO (DNER-ME 266/97)			TEOR DE ARGILA EM TORRÕES (NBR 7218)				EQUIVALENTE DE AREIA (DNER-ME 054/97)				
Amostra	M ₁	M ₂	Peneiras (mm)	Massa Inicial (g)	Massa final (g)	Teor Parcial de Torrões (%)	Teor final Torrões amost (%)	Tempo Letura (min.)	Leitura (cm)		E.A
Massa Seca Inicial (g)									Topo	Topo	H2/H1
Massa Seca Final (g)			1,2 e 4,8	200					Argila H1	Areia H2	Média
Teor de Mat. Pulverulento (%)			4,8 e 19	1000				30			
Teor Médio de Material Pulverulento (%)			19 e 38	3000				30			
			38 e 76	5000				30			

Observações:

Eduardo Gabriel de Silva
Eduardo Laboratista

Luz Eugênio Nunes
Eng Civil CREAPE 50186

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA
Secretaria de Infraestrutura e Habitação

LABORATÓRIO DE SOLOS										Datas																																																																	
										Início	11/01/24																																																																
										Final	12/01/24																																																																
CLIENTE	ALTEON				Profund	0 - 100		Regist	Operador	Digitador																																																																	
OBRA	ARAÇOIABA PROJETO PE				Proced			LN 008	Eduardo	Vitor																																																																	
KM-Estao	FURO 02				Material	Aren Argil Amar			folha																																																																		
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO DE SOLOS (DNER-ME 162/94)																																																																											
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE						UMIDADE HIGROSCÓPICA		DADOS DA COMPACTAÇÃO																																																																			
Cápsula nº	Peso Solo Úmido (g)	Peso Solo Seco (g)	Peso da Água (g)	Peso da Cáps. (g)	Peso Solo Seco (g)	Umidade (%)	Cápsula nº	29	Número de Camadas	5																																																																	
9	50,00	46,13	3,87	0,00	46,13	8,4	Cápsula+Solo Úmido(g)	50,00	Número de Golpes	12																																																																	
25	50,00	45,31	4,69	0,00	45,31	10,4	Cápsula+Solo Seco(g)	49,14	Energia de Compactação	Normal																																																																	
16	50,00	44,53	5,47	0,00	44,53	12,3	Peso da Água(g)	0,86	Peso do Soquete (g)	4536																																																																	
18	50,00	43,70	6,30	0,00	43,70	14,4	Peso da Cápsula(g)	0,00	Espes. do Disco Espaçador	21/2"																																																																	
10	50,00	42,98	7,02	0,00	42,98	16,3	Peso do Solo Seco(g)	49,14	Umidade Ótima (%)	12,2																																																																	
							Teor de Umidade(%)	1,8	Dens. Máxima Seca (g/cm³)	1,787																																																																	
COMPACTAÇÃO						GRÁFICO DENSIDADE x UMIDADE																																																																					
Cilindro Nº	Peso do Cilindro g	Cil.+Solo Úmido(g)	Peso Sol. Úmido(g)	Volume Cilindro (cm³)	Densidade Solo Úmido (g/cm³)	Densidade Solo Seco (g/cm³)																																																																					
1	4704	8022	3318	2.068	1,604	1,480																																																																					
1	4704	8426	3722	2.068	1,800	1,630																																																																					
1	4704	8854	4150	2.068	2,007	1,787																																																																					
1	4704	8404	3700	2.068	1,789	1,564																																																																					
1	4704	8068	3364	2.068	1,627	1,399																																																																					
SOLOS - ENSAIO CBR - ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC)																																																																											
PREPARAÇÃO DA AMOSTRA				CÁLCULO DA ÁGUA				COMPACTAÇÃO DA AMOSTRA																																																																			
DETERMINAÇÕES DE UMIDADE		HIGROSCÓPICA		MOLDAGEM		PESO DO SOLO PAS. NA PENEIRA Nº 4		Cilindro nº		F																																																																	
Cápsula nº	13	2	37	3	UMIDO		SECO	Água Adicionada (ml)	589																																																																		
Peso do Solo Úmido (g)	50,00	50,00	50,00	50,00	5,650	5,553		Peso do Cilindro + Solo Úmido (g)	9555																																																																		
Peso do Solo Seco (g)	49,12	49,15	44,67	44,55				Peso do Cilindro (g)	5375																																																																		
Peso da Água (g)	0,88	0,85	5,33	5,45	ÁGUA	582 ml		Peso do Solo Úmido (g)	4180																																																																		
Peso da Cápsula (g)					PESO PEDREGULHO RETIDO PENEIRA Nº 4			Volume do Cilindro (cm³)	2077																																																																		
Peso do Solo Seco (g)	49,12	49,15	44,67	44,55	350			Densid. Aparente Úmida (g/cm³)	2,013																																																																		
Teor de Umidade (%)	1,8	1,7	11,9	12,2	ÁGUA		7 ml	Densid. Aparente Seca (g/cm³)	1,796																																																																		
Umidade Média (%)	1,8		12,1																																																																								
AMOSTRA TOTAL ÚMIDA (g):	6.000		ÁGUA A ADICIONAR (ml):		589			Altura do Corpo de Prova(mm)	11,44																																																																		
GRÁFICO PRESSÃO PENETRAÇÃO				ENSAIO DE PENETRAÇÃO				EXPANSÃO																																																																			
				Constante do Anel: 0,0996 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tempo (min.)</th> <th>Penet. (mm)</th> <th>Leitura</th> <th>Pressão (kgf/cm²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,5</td><td>0,64</td><td>8</td><td>0,8</td></tr> <tr><td>1,0</td><td>1,27</td><td>17</td><td>1,7</td></tr> <tr><td>1,5</td><td>1,91</td><td>24</td><td>2,4</td></tr> <tr><td>2,0</td><td>2,54</td><td>31</td><td>3,1</td></tr> <tr><td>3,0</td><td>3,81</td><td>39</td><td>3,9</td></tr> <tr><td>4,0</td><td>5,08</td><td>47</td><td>4,7</td></tr> <tr><td>6,0</td><td>7,62</td><td>68</td><td>6,8</td></tr> <tr><td>8,0</td><td>10,16</td><td>80</td><td>8,0</td></tr> <tr><td>10,0</td><td>12,70</td><td>93</td><td>9,3</td></tr> </tbody> </table>				Tempo (min.)	Penet. (mm)	Leitura	Pressão (kgf/cm²)	0,5	0,64	8	0,8	1,0	1,27	17	1,7	1,5	1,91	24	2,4	2,0	2,54	31	3,1	3,0	3,81	39	3,9	4,0	5,08	47	4,7	6,0	7,62	68	6,8	8,0	10,16	80	8,0	10,0	12,70	93	9,3	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Data</th> <th>Tempo Decorrido (dias)</th> <th>Expansão Lida (mm)</th> <th>Expansão (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>11/01/24</td><td></td><td>0,00</td><td></td></tr> <tr><td>12/01/24</td><td></td><td>0,12</td><td></td></tr> <tr><td>13/01/24</td><td></td><td>0,53</td><td></td></tr> <tr><td>14/01/24</td><td></td><td>0,71</td><td></td></tr> <tr><td>15/01/24</td><td></td><td>0,98</td><td>0,86</td></tr> </tbody> </table>				Data	Tempo Decorrido (dias)	Expansão Lida (mm)	Expansão (%)	11/01/24		0,00		12/01/24		0,12		13/01/24		0,53		14/01/24		0,71		15/01/24		0,98	0,86
Tempo (min.)	Penet. (mm)	Leitura	Pressão (kgf/cm²)																																																																								
0,5	0,64	8	0,8																																																																								
1,0	1,27	17	1,7																																																																								
1,5	1,91	24	2,4																																																																								
2,0	2,54	31	3,1																																																																								
3,0	3,81	39	3,9																																																																								
4,0	5,08	47	4,7																																																																								
6,0	7,62	68	6,8																																																																								
8,0	10,16	80	8,0																																																																								
10,0	12,70	93	9,3																																																																								
Data	Tempo Decorrido (dias)	Expansão Lida (mm)	Expansão (%)																																																																								
11/01/24		0,00																																																																									
12/01/24		0,12																																																																									
13/01/24		0,53																																																																									
14/01/24		0,71																																																																									
15/01/24		0,98	0,86																																																																								
				CÁLCULO DO I.S.C. <table border="1"> <thead> <tr> <th>Leitura (mm)</th> <th>Pressão Aplic. (mm)</th> <th>Pressão Corrigida (mm)</th> <th>I.S.C. (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2,54</td><td>3,1</td><td>3,1</td><td>4,5</td></tr> <tr><td>5,08</td><td>4,7</td><td>4,7</td><td>4,5</td></tr> </tbody> </table>				Leitura (mm)	Pressão Aplic. (mm)	Pressão Corrigida (mm)	I.S.C. (%)	2,54	3,1	3,1	4,5	5,08	4,7	4,7	4,5	RESUMO <table border="1"> <tbody> <tr><td>Densidade Seca Máxima (g/cm³)</td><td>1,787</td></tr> <tr><td>Umidade Ótima (%)</td><td>12,2</td></tr> <tr><td>ISC (%)</td><td>4,5</td></tr> <tr><td>Expansão (%)</td><td>0,9</td></tr> <tr><td>Grau de Compactação</td><td>100,5</td></tr> </tbody> </table>				Densidade Seca Máxima (g/cm³)	1,787	Umidade Ótima (%)	12,2	ISC (%)	4,5	Expansão (%)	0,9	Grau de Compactação	100,5																																										
Leitura (mm)	Pressão Aplic. (mm)	Pressão Corrigida (mm)	I.S.C. (%)																																																																								
2,54	3,1	3,1	4,5																																																																								
5,08	4,7	4,7	4,5																																																																								
Densidade Seca Máxima (g/cm³)	1,787																																																																										
Umidade Ótima (%)	12,2																																																																										
ISC (%)	4,5																																																																										
Expansão (%)	0,9																																																																										
Grau de Compactação	100,5																																																																										
Observações:																																																																											

Eduardo - Laboratório

Luiz Expedito Nunes
Eng. Civil CREA PE 050186

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA
Secretaria de Infraestrutura e Habitação

LABORATÓRIO DE SOLOS										Datas			
										Inicial:	11/01/2024		
										Final:	12/01/2024		
Obra	ALTEON			Profund	0 - 100			REGISTRO	OPERADOR	CALCUL	LIMITE	LL	27,7
Trecho	ARAÇOIABA PROJETO PE			Proced				LN 006	Claudio		IP	8,0	
Prof.	FURO 02			Material	Aren Argil Amar			Posição		VISTO	folha		

UMIDADE HIGROSCÓPICA		ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO (DNER-ME 80-64)					
Cápsula nº	17	PENEIRAMENTO DA AMOSTRA					
Cápsula+Solo Úmido(g)	50,00	Peneiras		Peso Retido	Retido	Passando	
Cápsula+Solo Seco(g)	49,54						
Peso da Água(g)	0,46	mm	pol	(g)	%	%	
Peso da Cápsula(g)	21,45	50,8	2"	0,00	0,00	100,00	
Peso do Solo Seco(g)	49,54	38,1	1 1/2"	0,00	0,00	100,00	
Teor de Umidade(%)	0,9	25,4	1"	0,00	0,00	100,00	
PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS		9,5	3/8"	3,41	0,17	99,83	
Amostra total Úmida(g)	2000,0	4,8	N.º 4	30,37	1,53	98,30	
Amostra Total Seca(g)	1982,2	2,0	N.º 10	55,04	2,78	96,52	
Amostra Parc. Úmida(g)	200,0	0,42	N.º 40	49,77	25,11	71,54	
Amostra Parcial Seca(g)	198,2	0,075	N.º 200	60,34	30,44	42,46	

LIMITE DE LIQUIDEZ (DNER-ME 44-71)					
Cápsula nº	24	17	16	07	21
Cápsula+Solo Úmido(g)	22,47	25,27	25,15	27,61	24,59
Cápsula+Solo Seco(g)	18,64	21,06	21,28	23,44	21,35
Peso da Água(g)	3,83	4,21	3,87	4,17	3,24
Peso da Cápsula(g)	6,71	6,56	6,50	6,60	6,70
Peso do Solo Seco(g)	11,93	14,50	14,78	16,84	14,65
Teor de Umidade(%)	32,1	29,0	26,2	24,8	22,1
nº de golpes	11	20	34	41	55

LIMITE DE PLASTICIDADE (DNER-ME 82-63)					
Cápsula nº	08	25	18	05	11
Cápsula+Solo Úmido(g)	7,46	7,80	7,88	7,64	7,60
Cápsula+Solo Seco(g)	7,33	7,63	7,70	7,47	7,43
Peso da Água(g)	0,13	0,17	0,18	0,17	0,17
Peso da Cápsula(g)	6,66	6,72	6,79	6,62	6,60
Peso do Solo Seco(g)	0,67	0,91	0,91	0,85	0,83
Teor de Umidade(%)	19,40	18,70	19,80	20,00	20,50
nº de golpes	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM

RESULTADOS E CLASSIFICAÇÃO GERAL		Fração do Material (NBR 6502)		Resumo dos Resultados	
RESULTADOS E CLASSIFICAÇÃO GERAL	Pedregulho % (> 4,8 mm)	1,70	Limite de Liquidez (%)	27,7	
	Areia Grossa % (4,8-2,0 mm)	2,78	Limite de Plasticidade (%)	19,7	
	Areia Média % (2,0-0,42 mm)	23,98	Índice de Plasticidade (%)	8,0	
	Areia Fina % (0,42-0,075 mm)	29,08	Classificação HRB	A4	
	Silte + Argila % (<0,075mm)	42,46	Índice de Grupo	1	
	Total	100,00	Faixa AASHO	F/F	
		Classificação HBR AASHO			

TEOR DE MATERIAL PULVERULENTO (DNER-ME 266/97)			TEOR DE ARGILA EM TORRÕES (NBR 7218)				EQUIVALENTE DE AREIA (DNER-ME 654/97)				
Amostra	M ₁	M ₂	Peneiras (mm)	Massa Inicial (g)	Massa final (g)	Teor Parcial de Torrões (%)	Teor final Torrões amost (%)	Tempo Letura (min.)	Leitura (cm)		E.A
Massa Seca Inicial (g)									Topo	Topo	H2/H1
Massa Seca Final (g)									Argila H1	Areia H2	
Teor de Mat. Pulverulento (%)			1,2 e 4,8	200				30			
Teor Médio de Material Pulverulento (%)			19 e 38	3000				30			
			38 e 76	5000							

Observações:	
<p>Eduardo Laboratista</p> <p>Luz Eugênio Nunes Eng. CIVIL CREAPE 50186</p>	

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

LABORATÓRIO DE SOLOS										Datas		
										Início	16/01/24	
										Final	17/01/24	
CLIENTE	ALTEON				Profund	0 - 100				Regist	Operador	Digitador
OBRA	ARAÇOIABA PROJETO PE				Proced					LN 007	Eduardo	Vitor
KM-Estao	FURO 03				Material	Areia Silt. Marrom				folha		
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO DE SOLOS (DNER-ME 162/94)												
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE							UMIDADE HIGROSCÓPICA		DADOS DA COMPACTAÇÃO			
Cápsula nº	Peso Solo Úmido (g)	Peso Solo Seco (g)	Peso da Água (g)	Peso da Cáps. (g)	Peso Solo Seco (g)	Umidade (%)	Cápsula nº	14	Número de Camadas	5		
10	50,00	46,50	3,50	0,00	46,50	7,5	Cápsula+Solo Úmido(g)	50,00	Número de Golpes	12		
13	50,00	45,26	4,72	0,00	45,26	10,4	Cápsula+Solo Seco(g)	49,05	Energia de Compactação	Normal		
21	50,00	44,03	5,97	0,00	44,03	13,6	Peso da Água(g)	0,95	Peso do Soquete (g)	4536		
12	50,00	42,94	7,06	0,00	42,94	16,4	Peso da Cápsula(g)	0,00	Espes. do Disco Espaçador	21/2"		
1	50,00	41,92	8,08	0,00	41,92	19,3	Peso do Solo Seco(g)	49,05	Umidade Ótima (%)	13,4		
							Teor de Umidade(%)	1,9	Dens. Máxima Seca (g/cm³)	1,774		
COMPACTAÇÃO												
Cilindro nº	Peso do Cilindro g	Cil.+Solo Úmido(g)	Peso Sol. Úmido(g)	Volume Cilindro (cm³)	Densidade Solo Úmido (g/cm³)	Densidade Solo Seco (g/cm³)	GRÁFICO DENSIDADE x UMIDADE					
1	4704	8125	3421	2.068	1,654	1,539						
1	4704	8526	3822	2.068	1,848	1,674						
1	4704	8870	4166	2.068	2,015	1,773						
1	4704	8736	4032	2.068	1,950	1,675						
1	4704	8468	3764	2.068	1,820	1,526						
SOLOS - ENSAIO CBR - ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC)												
PREPARAÇÃO DA AMOSTRA					CÁLCULO DA ÁGUA		COMPACTAÇÃO DA AMOSTRA					
DETERMINAÇÕES DE UMIDADE		HIGROSCÓPICA		MOLDAGEM		PESO DO SOLO PAS. NA PENEIRA Nº 4		Cilindro nº		G		
Cápsula nº	23	28	25	17			Água Adicionada (ml)		639			
Peso do Solo Úmido (g)	50,00	50,00	50,00	50,00	ÚMIDO		SECO		Peso do Cilindro + Solo Úmido (g)		8310	
Peso do Solo Seco (g)	49,01	49,04	44,14	44,19	5,638		5,527		Peso do Cilindro (g)		4134	
Peso da Água (g)	0,99	0,96	5,86	5,81	ÁGUA		632 ml		Peso do Solo Úmido (g)		4176	
Peso da Cápsula (g)	7,26	6,62	6,11		PESO PEDREGULHO RETIDO PENEIRA Nº 4				Volume do Cilindro (cm³)		2067	
Peso do Solo Seco (g)	49,01	49,04	44,14	44,19	362				Densid. Aparente Úmida (g/cm³)		2,020	
Teor de Umidade (%)	2,0	2,0	13,3	13,1	ÁGUA		7 ml		Densid. Aparente Seca (g/cm³)		1,785	
Umidade Média (%)	2,0		13,2									
AMOSTRA TOTAL ÚMIDA (g):	6.000		ÁGUA A ADICIONAR (ml):		639				Altura do Corpo de Prova(mm)		11,43	
GRÁFICO PRESSÃO PENETRAÇÃO				ENSÁIO DE PENETRAÇÃO				EXPANSÃO				
				Constante do Anel: 0,0996				Data				
				Tempo Penet. Letura Pressão				Tempo Decorrido (dias)				
				(min.) (mm) 0,001mm (kgf/cm²)				Expansão Lida (mm)				
								Expansão (%)				
				CÁLCULO DO I.S.C.				RESUMO				
				Letura Pressão I.S.C.				Densidade Seca Máxima (g/cm³)				
				(mm) Aplic. Corrigida (%)				Umidade Ótima (%)				
								ISC (%)				
								Expansão (%)				
								Grau de Compactação				
								Observações:				

Eduardo - Laboratório

Luiz Eugênio Nunes Eng. CIVIL CREA PE 050195

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA
Secretaria de Infraestrutura e Habitação

LABORATÓRIO DE SOLOS										Datas			
										Inicial:	16/01/2024		
										Final:	17/01/2024		
Obra	ALTEON			Profund	0 - 100			REGISTRO	OPERADOR	CALCUL	LIMITE	LL	33,7
Trecho	ARAÇOIABA PROJETO PE			Proced				LN 007	Claudio		IP	9,8	
Prof.	FURO 03			Material	Arel Silt Marrom			Posição		VISTO	folha		

UMIDADE HIGROSCÓPICA		ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO (DNER-ME 80-64)					
Cápsula nº	07	PENEIRAMENTO DA AMOSTRA					
Cápsula+Solo Úmido(g)	50,00	Peneiras		Peso Retido	Retido	Passando	
Cápsula+Solo Seco(g)	49,63						
Peso da Água(g)	0,37	mm	pol	(g)	%	%	
Peso da Cápsula(g)	21,45	50,8	2"	0,00	0,00	100,0	
Peso do Solo Seco(g)	49,63	38,1	1 1/2"	0,00	0,00	100,0	
Teor de Umidade(%)	0,7	25,4	1"	0,00	0,00	100,0	
PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS		9,5	3/8"	2,98	0,15	99,8	
Amostra total Úmida(g)	2000,0	4,8	N.º 4	31,48	1,59	96,3	
Amostra Total Seca(g)	1986,1	2,0	N.º 10	41,25	2,08	96,2	
Amostra Parc. Úmida(g)	200,0	0,42	N.º 40	48,25	24,29	72,8	
Amostra Parcial Seca(g)	198,6	0,075	N.º 200	56,47	28,43	45,5	

LIMITE DE LIQUIDEZ (DNER-ME 44-71)					
Cápsula nº	17	51	46	55	58
Cápsula+Solo Úmido(g)	22,41	21,72	22,64	23,74	22,65
Cápsula+Solo Seco(g)	18,37	18,16	18,73	19,66	18,45
Peso da Água(g)	4,04	3,56	3,91	4,08	4,20
Peso da Cápsula(g)	7,00	7,73	7,00	7,17	5,34
Peso do Solo Seco(g)	11,37	10,43	11,73	12,49	13,11
Teor de Umidade(%)	35,5	34,1	33,3	32,7	32,0
nº de golpes	10	23	32	42	52

LIMITE DE PLASTICIDADE (DNER-ME 82-63)					
Cápsula nº	43	28	04	22	63
Cápsula+Solo Úmido(g)	7,42	6,80	6,25	6,54	5,93
Cápsula+Solo Seco(g)	7,26	6,62	6,11	6,40	5,78
Peso da Água(g)	0,16	0,18	0,14	0,14	0,15
Peso da Cápsula(g)	6,61	5,87	5,50	5,80	5,17
Peso do Solo Seco(g)	0,65	0,75	0,61	0,60	0,61
Teor de Umidade(%)	24,60	24,00	23,00	23,30	24,60
nº de golpes	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM

RESULTADOS E CLASSIFICAÇÃO GERAL		Fração do Material (NBR 6502)		Resumo dos Resultados	
		Pedregulho % (> 4,8 mm)	1,74	Limite de Liquidez (%)	33,7
		Areia Grossa % (4,8-2,0 mm)	2,08	Limite de Plasticidade (%)	23,9
		Areia Média % (2,0-0,42 mm)	23,37	Índice de Plasticidade (%)	9,8
		Areia Fina % (0,42-0,075 mm)	27,35	Classificação HRB	A4
		Silt + Argila % (<0,075mm)	45,47	Índice de Grupo	2
		Total	100,00	Faixa AASHO	F/F
		Classificação HBR AASHO			

TEOR DE MATERIAL PULVERULENTO (DNER-ME 266/97)			TEOR DE ARGILA EM TORRÕES (NBR 7218)				EQUIVALENTE DE AREIA (DNER-ME 054/97)				
Amostra	M ₁	M ₂	Peneiras (mm)	Massa Inicial (g)	Massa final (g)	Teor Parcial de Torrões (%)	Teor final Torrões amost (%)	Tempo Letura (min.)	Leitura (cm)		E.A
Massa Seca Inicial (g)									Topo	Topo	H2/H1
Massa Seca Final (g)									Argila H1	Areia H2	Meda
Teor de Mat. Pulverulento (%)			1,2 e 4,8	200				30			
			4,8 e 19	1000				30			
Teor Médio de Material Pulverulento (%)			19 e 38	3000				30			
			38 e 76	5000							

Observações:

Eduardo Laboratista
Luz Eugênio Nunes Eng. Civil CREAPE 50186

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

LABORATÓRIO DE SOLOS										Datas		
										Início	11/01/24	
										Final	12/01/24	
CLIENTE	ALTEON				Profund	0 - 66				Regist	Operador	Digitador
OBRA	ARAÇOIABA PROJETO PE				Proced					LN 008	Eduardo	Vitor
KM-Estao	FURO 04				Material	Areia Silt Sub Impen				folha		
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO DE SOLOS (DNER-ME 162/94)												
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE						UMIDADE HIGROSCÓPICA		DADOS DA COMPACTAÇÃO				
Cápsula nº	Peso Solo Úmido (g)	Peso Solo Seco (g)	Peso da Água (g)	Peso da Cáps. (g)	Peso Solo Seco (g)	Umidade (%)	Cápsula nº	04	Número de Camadas	5		
6	50,00	46,50	3,50	0,00	46,50	7,5	Cápsula+Solo Úmido(g)	50,00	Número de Golpes	12		
18	50,00	45,71	4,29	0,00	45,71	9,4	Cápsula+Solo Seco(g)	49,26	Energia de Compactação	Normal		
20	50,00	44,89	5,11	0,00	44,89	11,4	Peso da Água(g)	0,74	Peso do Soquete (g)	4536		
12	50,00	44,09	5,91	0,00	44,09	13,4	Peso da Cápsula(g)	0,00	Espes. do Disco Espaçador	21/2"		
2	50,00	43,29	6,71	0,00	43,29	15,5	Peso do Solo Seco(g)	49,26	Umidade Ótima (%)	11,5		
							Teor de Umidade(%)	1,5	Dens. Máxima Seca (g/cm³)	1,947		
COMPACTAÇÃO												
Cilindro nº	Peso do Cilindro g	Cil.+Solo Úmido(g)	Peso Sol. Úmido(g)	Volume Cilindro (cm³)	Densidade Solo Úmido (g/cm³)	Densidade Solo Seco (g/cm³)						
1	4704	8636	3932	2.068	1,901	1,769						
1	4704	8904	4200	2.068	2,031	1,856						
1	4704	9188	4484	2.068	2,168	1,946						
1	4704	9098	4394	2.068	2,125	1,874						
1	4704	8858	4154	2.068	2,009	1,739						
SOLOS - ENSAIO CBR - ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC)												
PREPARAÇÃO DA AMOSTRA					CÁLCULO DA ÁGUA			COMPACTAÇÃO DA AMOSTRA				
DETERMINAÇÕES DE UMIDADE		HIGROSCÓPICA		MOLDAGEM		PESO DO SOLO PAS. NA PENEIRA Nº 4		Cilindro nº		H		
Cápsula nº	10	23	7	13			ÚMIDO		SECO			
Peso do Solo Úmido (g)	50,00	50,00	50,00	50,00	5,775		5,692		Peso do Cilindro + Solo Úmido (g)			
Peso do Solo Seco (g)	49,29	49,25	44,96	44,92	5,775		5,692		Peso do Cilindro (g)			
Peso da Água (g)	0,71	0,75	5,04	5,08	ÁGUA		575 ml		Peso do Solo Úmido (g)			
Peso da Cápsula (g)	7,26	6,62	6,11		PESO PEDREGULHO RETIDO PENEIRA Nº 4		225		Volume do Cilindro (cm³)			
Peso do Solo Seco (g)	49,29	49,25	44,96	44,92	ÁGUA		5 ml		Densid. Aparente Úmida (g/cm³)			
Teor de Umidade (%)	1,4	1,5	11,2	11,3					Densid. Aparente Seca (g/cm³)			
Umidade Média (%)	1,5		11,3									
AMOSTRA TOTAL ÚMIDA (g):		6.000		ÁGUA A ADICIONAR (ml):		579		Altura do Corpo de Prova(mm)		11,41		
GRÁFICO PRESSÃO PENETRAÇÃO												
ENSAIO DE PENETRAÇÃO												
Constante do Anel: 0,0996												
Tempo (min.)	Penet. (mm)	Leitura (mm)	Pressão (kgf/cm²)									
0,5	0,64	28	2,8									
1,0	1,27	69	6,9									
1,5	1,91	108	10,8									
2,0	2,54	148	14,7									
3,0	3,81	200	19,9									
4,0	5,08	252	25,1									
6,0	7,62	342	34,1									
8,0	10,16	435	43,3									
10,0	12,70	527	52,5									
CÁLCULO DO I.S.C.												
Leitura (mm)	Pressão Aplic. (kgf/cm²)	Pressão Corrigida (kgf/cm²)	I.S.C. (%)									
2,54	14,7	15,6	22,1									
5,08	25,1	25,8	24,5									
EXPANSÃO												
Data	Tempo Decorrido (dias)	Expansão Lida (mm)	Expansão (%)									
11/01/24		0,00										
12/01/24		0,06										
13/01/24		0,08										
14/01/24		0,10										
15/01/24		0,13	0,11									
RESUMO												
Densidade Seca Máxima (g/cm³)										1,947		
Umidade Ótima (%)										11,5		
ISC (%)										24,5		
Expansão (%)										0,1		
Grau de Compactação										100,9		
Observações:												

Eng. Eduardo - Laboratório

Eng. Chel CREA PE 050186

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA
Secretaria de Infraestrutura e Habitação

LABORATÓRIO DE SOLOS										Datas			
										Inicial:	11/01/2024		
										Final:	12/01/2024		
Obra	ALTEON			Profund	0 - 55			REGISTRO	OPERADOR	CALCUL	LIMITE	LL	25,0
Trecho	ARAÇOIABA PROJETO PE			Proced				LN 008	Claudio		IP	8,3	
Prof.	FURO 04			Material	Arel Silt Salb Impen			Posição		VISTO	folha		
<div> <div>UMIDADE HIGROSCÓPICA</div> <div>ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO (DNER-ME 80-64)</div> </div>													
Cápsula nº	07			PENEIRAMENTO DA AMOSTRA									
Cápsula+Solo Úmido(g)	50,00			Peneiras		Peso Retido	Retido	Passando					
Cápsula+Solo Seco(g)	49,63												
Peso da Água(g)	0,37			mm	pol	(g)	%	%					
Peso da Cápsula(g)	21,45			50,8	2"	0,00	0,00	100,0					
Peso do Solo Seco(g)	49,63			38,1	1 1/2"	0,00	0,00	100,0					
Teor de Umidade(%)	0,7			25,4	1"	0,00	0,00	100,0					
PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS				9,5	3/8"		0,00	100,0					
Amostra total Úmida(g)	2000,0			4,8	N.º 4	6,51	0,33	99,7					
Amostra Total Seca(g)	1986,1			2,0	N.º 10	35,19	1,77	97,9					
Amostra Parc. Úmida(g)	200,0			0,42	N.º 40	48,54	24,44	74,0					
Amostra Parcial Seca(g)	198,6			0,075	N.º 200	62,70	31,57	43,1					
<div> <div>LIMITE DE LIQUIDEZ (DNER-ME 44-71)</div> <div>GRÁFICO LIMITE DE LIQUIDEZ</div> </div>													
Cápsula nº	57	53	55	58	12								
Cápsula+Solo Úmido(g)	27,97	23,66	21,66	20,65	22,67								
Cápsula+Solo Seco(g)	23,24	20,36	18,87	17,82	20,18								
Peso da Água(g)	4,73	3,30	2,79	2,83	2,49								
Peso da Cápsula(g)	7,20	7,80	7,12	5,31	8,24								
Peso do Solo Seco(g)	16,04	12,56	11,75	12,51	11,94								
Teor de Umidade(%)	29,5	26,3	23,7	22,6	20,9								
nº de golpes	10	19	33	47	51								
<div> <div>LIMITE DE PLASTICIDADE (DNER-ME 82-63)</div> <div>RESULTADOS E CLASSIFICAÇÃO GERAL</div> </div>													
Cápsula nº	39	36	22	14	02								
Cápsula+Solo Úmido(g)	7,74	7,86	6,92	6,25	7,43								
Cápsula+Solo Seco(g)	7,58	7,67	6,76	6,08	7,26								
Peso da Água(g)	0,16	0,19	0,16	0,17	0,17								
Peso da Cápsula(g)	6,64	6,49	5,81	5,07	6,25								
Peso do Solo Seco(g)	0,94	1,18	0,95	1,01	1,01								
Teor de Umidade(%)	17,00	16,10	16,80	16,80	16,80								
nº de golpes	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM								
FRAÇÃO DO MATERIAL (NBR 6502)						RESUMO DOS RESULTADOS							
Pedregulho % (> 4,8 mm)						0,33	Limite de Liquidez (%)					25,0	
Areia Grossa % (4,8-2,0 mm)						1,77	Limite de Plasticidade (%)					16,7	
Areia Média % (2,0-0,42 mm)						23,93	Índice de Plasticidade (%)					8,3	
Areia Fina % (0,42-0,075 mm)						30,91	Classificação HRB					A4	
Silt + Argila % (<0,075mm)						43,07	Índice de Grupo					2	
Total						100,00	Falsa AASHO					F/F	
Classificação HRB AASHO													
TEOR DE MATERIAL PULVERULENTO (DNER-ME 264/97)					TEOR DE ARGILA EM TORRÕES (NBR 7218)					EQUIVALENTE DE AREIA (DNER-ME 054/97)			
Amostra	M ₁	M ₂	Peneiras (mm)	Massa Inicial (g)	Massa final (g)	Teor Parcial de Torrões (%)	Teor final Torrões amost (%)	Tempo Leitura (min.)	Leitura (cm)		E.A		
Massa Seca Inicial (g)									Topo	Topo	H2/H1	Média	
Massa Seca Final (g)			1,2 e 4,8	200					Argila H1	Areia H2			
Teor de Mat. Pulverulento (%)			4,8 e 19	1000				30					
Teor Médio de Material Pulverulento (%)			19 e 38	3000				30					
			38 e 75	5000				30					
Observações:													
<div> <div>Eduardo Sakuray da Silva</div> <div>Eduardo Laboratista</div> <div>Luiz Eugênio Nunes</div> <div>Eng. CIVIL CREAPE 50186</div> </div>													

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA
Secretaria de Infraestrutura e Habitação

LABORATÓRIO DE SOLOS										Datas		
										Início	11/01/24	
										Final	12/01/24	
CLIENTE	ALTEON				Profund	0 - 20 - 100				Regist	Operador	Digitador
OBRA	ARAÇOIABA PROJETO PE				Proced	Revestm. Primário com Pedreg.				LN 008	Eduardo	Vitor
KM-Estao	FURO 06				Material	Areia Silt Marrom				folha		
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO DE SOLOS (DNER-ME 162/94)												
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE							UMIDADE HIGROSCÓPICA		DADOS DA COMPACTAÇÃO			
Cápsula nº	Peso Solo Úmido (g)	Peso Solo Seco (g)	Peso da Água (g)	Peso da Cáps. (g)	Peso Solo Seco (g)	Umidade (%)	Cápsula nº	17	Número de Camadas	5		
5	50,00	46,65	3,35	0,00	46,65	7,2	Cápsula+Solo Úmido(g)	50,00	Número de Golpes	12		
20	50,00	45,86	4,14	0,00	45,86	9,0	Cápsula+Solo Seco(g)	49,23	Energia de Compactação	Normal		
37	50,00	44,97	5,03	0,00	44,97	11,2	Peso da Água(g)	0,77	Peso do Soquete (g)	4536		
3	50,00	44,17	5,83	0,00	44,17	13,2	Peso da Cápsula(g)	0,00	Espes. do Disco Espaçador	21/2"		
10	50,00	43,45	6,55	0,00	43,45	15,1	Peso do Solo Seco(g)	49,23	Umidade Ótima (%)	11,2		
							Teor de Umidade(%)	1,6	Dens. Máxima Seca (g/cm³)	1,839		
COMPACTAÇÃO												
Cilindro nº	Peso do Cilindro g	Cl.+Solo Úmido(g)	Peso Sol. Úmido(g)	Volume Cilindro (cm³)	Densidade Solo Úmido (g/cm³)	Densidade Solo Seco (g/cm³)						
1	4704	8466	3762	2.068	1,819	1,697						
1	4704	8682	3978	2.068	1,924	1,765						
1	4704	8934	4230	2.068	2,045	1,839						
1	4704	8862	4158	2.068	2,011	1,776						
1	4704	8744	4040	2.068	1,954	1,697						
GRÁFICO DENSIDADE x UMIDADE												
SOLOS - ENSAIO CBR - ÍNDICE SUPORTE CALIFORNIA (ISC)												
PREPARAÇÃO DA AMOSTRA					CÁLCULO DA ÁGUA		COMPACTAÇÃO DA AMOSTRA					
DETERMINAÇÕES DE UMIDADE		HIGROSCÓPICA		MOLDAGEM		PESO DO SOLO PAS. NA PENEIRA Nº 4		Cilindro nº		1		
Cápsula nº	3	17	16	10			Água Adicionada (ml)		623			
Peso do Solo Úmido (g)	50,00	50,00	50,00	50,00	ÚMIDO		Peso do Cilindro + Solo Úmido (g)		9090			
Peso do Solo Seco (g)	49,74	49,75	45,04	45,07	SECO		Peso do Cilindro (g)		4760			
Peso da Água (g)	0,26	0,25	4,96	4,93	ÁGUA		Peso do Solo Úmido (g)		4330			
Peso da Cápsula (g)	7,26	6,62	6,11		PESO PEDREGULHO RETIDO PENEIRA Nº 4		Volume do Cilindro (cm³)		2080			
Peso do Solo Seco (g)	49,74	49,75	45,04	45,07	180		Densid. Aparente Úmida (g/cm³)		2,082			
Teor de Umidade (%)	0,5	0,5	11,0	10,9	ÁGUA		Densid. Aparente Seca (g/cm³)		1,876			
Umidade Média (%)	0,5		11,0		4 ml							
AMOSTRA TOTAL ÚMIDA (g):		6.000		ÁGUA A ADICIONAR (ml):		623		Altura do Corpo de Prova(mm)		11,43		
GRÁFICO PRESSÃO PENETRAÇÃO												
ENSAIO DE PENETRAÇÃO												
Constante do Anel: 0,0996												
Tempo (min.)	Penet. (mm)	Leitura	Pressão (kgf/cm²)									
0,5	0,64	23	2,3									
1,0	1,27	40	4,0									
1,5	1,91	48	4,8									
2,0	2,54	56	5,6									
3,0	3,81	79	7,9									
4,0	5,08	102	10,2									
6,0	7,62	111	11,1									
8,0	10,16	120	12,0									
10,0	12,70	128	12,7									
CÁLCULO DO I.S.C.												
Leitura (mm)	Pressão (kgf/cm²)	I.S.C. (%)										
2,54	5,6	5,6										
5,08	10,2	10,2										
EXPANSÃO												
Data	Tempo Decorrido (dias)	Expansão Lida (mm)	Expansão (%)									
11/01/24		0,00										
12/01/24		0,16										
13/01/24		0,28										
14/01/24		0,30										
15/01/24		0,35	0,31									
RESUMO												
Densidade Máxima Seca (g/cm³)										1,839		
Umidade Ótima (%)										11,2		
ISC (%)										9,6		
Expansão (%)										0,3		
Grau de Compactação										102,0		
Observações:												

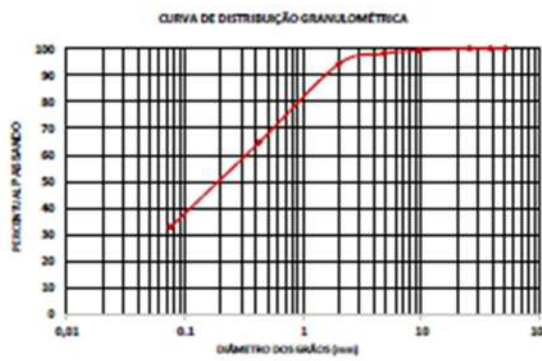
Eduardo Teixeira de Azevedo
Eduardo - Laboratório

Luiz Expedito Nunes
Eng. CIVIL CREA PE 050186


PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA
Secretaria de Infraestrutura e Habitação

LABORATÓRIO DE SOLOS										Datas		
										Inicial:	11/01/2024	
										Final:	12/01/2024	
Obra	ALTEON			Profund.	0 - 20 - 100		REGISTRO	OPERADOR	CALCUL.	LIMITE	LL	26,1
Trecho	ARAÇOIABA PROJETO PE			Proced.	Revestm. Primário com Pedreg.		LN 009	Claudio		IP	7,4	
Prof.	FURO 05			Material	Arel Silt Marrom		Posição		VISTO	folha		

UMIDADE HIROSCÓPICA		ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO (DNER-ME 80-64)					
Cápsula nº	07	PENEIRAMENTO DA AMOSTRA					
Cápsula+Solo Úmido(g)	50,00	Peneiras		Peso Retido	Retido	Passando	
Cápsula+Solo Seco(g)	49,36						
Peso da Água(g)	0,64	mm	pol	(g)	%	%	
Peso da Cápsula(g)	21,45	50,8	2"	0,00	0,00	100,00	
Peso do Solo Seco(g)	49,36	38,1	1 1/2"	0,00	0,00	100,00	
Teor de Umidade(%)	1,3	25,4	1"	0,00	0,00	100,00	
PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS		9,5	3/8"	10,52	0,53	99,47	
Amostra total úmida(g)	2000,0	4,8	N.º 4	26,07	1,32	98,15	
Amostra Total Seca(g)	1974,3	2,0	N.º 10	75,80	3,84	94,31	
Amostra Parc. Úmida(g)	200,0	0,42	N.º 40	62,24	31,52	64,58	
Amostra Parcial Seca(g)	197,4	0,075	N.º 200	66,76	33,81	32,69	



LIMITE DE LIQUIDEZ (DNER-ME 44-71)					
Cápsula nº	14	06	03	22	20
Cápsula+Solo Úmido(g)	20,24	20,61	20,19	20,16	20,17
Cápsula+Solo Seco(g)	17,00	17,60	17,35	17,45	17,60
Peso da Água(g)	3,24	3,01	2,84	2,71	2,57
Peso da Cápsula(g)	6,50	6,65	6,65	6,66	6,65
Peso do Solo Seco(g)	10,50	10,95	10,70	10,79	10,95
Teor de Umidade(%)	30,9	27,5	26,5	25,1	23,5
nº de golpes	10	18	24	31	40



LIMITE DE PLASTICIDADE (DNER-ME 82-63)						RESULTADOS E CLASSIFICAÇÃO GERAL	Fração do Material (NBR 6502)		Resumo dos Resultados		
Cápsula nº	10	09	02	13	15		Pedregulho % (> 4,8 mm)	1,85	Limite de Liquidez (%)	26,1	
Cápsula+Solo Úmido(g)	7,32	7,54	7,56	7,24	7,40		Areia Grossa % (4,8-2,0 mm)	3,84	Limite de Plasticidade (%)	18,7	
Cápsula+Solo Seco(g)	7,20	7,38	7,42	7,13	7,28		Areia Média % (2,0-0,42 mm)	29,73	Índice de Plasticidade (%)	7,4	
Peso da Água(g)	0,12	0,16	0,14	0,11	0,12		Areia Fina % (0,42-0,075 mm)	31,89	Classificação HRB	A2-4	
Peso da Cápsula(g)	6,57	6,55	6,66	6,52	6,64		Silt + Argila % (<0,075mm)	32,69	Índice de Grupo	0	
Peso do Solo Seco(g)	0,63	0,83	0,76	0,61	0,64		Total	100,00	Faixa AASHO	F/F	
Teor de Umidade(%)	19,00	19,30	18,40	18,00	18,80		Classificação HRB AASHO				
nº de golpes	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM						

TEOR DE MATERIAL PULVERULENTO (DNER-ME 266/97)			TEOR DE ARGILA EM TORRÕES (NBR 7218)				EQUIVALENTE DE AREIA (DNER-ME 054/97)			
Amostra	M ₁	M ₀	Peneiras (mm)	Massa Inicial (g)	Massa final (g)	Teor Parcial de Torrões (%)	Teor final Torrões amostr (%)	Tempo Leitura (min.)	Leitura (cm)	E.A
Massa Seca Inicial (g)									Topo	Topo
Massa Seca Final (g)			1,2 e 4,8	200					Argila H1	Areia H2
Teor de Mat. Pulverulento (%)			4,8 e 19	1000				30		
Teor Médio de Material Pulverulento (%)			19 e 38	3000				30		
			38 e 76	5000				30		

Observações:

Eduardo Laborista

Luz Eugênio Nunes
Eng Civil CREAPE 50186

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

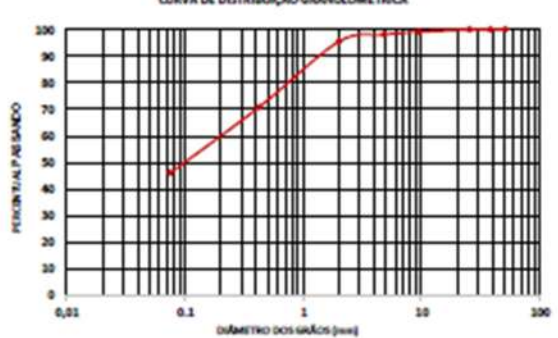
LABORATÓRIO DE SOLOS										Datas		
										Início	11/01/24	
										Final	12/01/24	
CLIENTE	ALTEON				Profund	0 - 100				Regist	Operador	Digitador
OBRA	ARAÇOIABA PROJETO PE				Proced					LN 010	Eduardo	Victor
KM-Estao	FURO 08				Material	Areia Arg Marrom				folha		
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO DE SOLOS (DNER-ME 162/94)												
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE						UMIDADE HIGROSCÓPICA		DADOS DA COMPACTAÇÃO				
Cápsula nº	Peso Solo Úmido (g)	Peso Solo Seco (g)	Peso da Água (g)	Peso da Cáps. (g)	Peso Solo Seco (g)	Umidade (%)	Cápsula nº	20	Número de Camadas	5		
8	50,00	45,73	4,27	0,00	45,73	9,3	Cápsula+Solo Úmido(g)	50,00	Número de Golpes	12		
23	50,00	44,97	5,03	0,00	44,97	11,2	Cápsula+Solo Seco(g)	49,08	Energia de Compactação	Normal		
47	50,00	44,21	5,79	0,00	44,21	13,1	Peso da Água(g)	0,92	Peso do Soquete (g)	4536		
39	50,00	43,45	6,55	0,00	43,45	15,1	Peso da Cápsula(g)	0,00	Espes. do Disco Espaçador	21/2"		
21	50,00	42,65	7,35	0,00	42,65	17,2	Peso do Solo Seco(g)	49,08	Umidade Ótima (%)	12,9		
							Teor de Umidade(%)	1,9	Dens. Máxima Seca (g/cm³)	1,836		
COMPACTAÇÃO												
Cilindro Nº	Peso do Cilindro g	Cil.+Solo Úmido(g)	Peso Sol. Úmido(g)	Volume Cilindro (cm³)	Densidade Solo Úmido (g/cm³)	Densidade Solo Seco (g/cm³)	GRÁFICO DENSIDADE x UMIDADE					
1	4704	8152	3448	2.068	1,667	1,525						
1	4704	8644	3940	2.068	1,905	1,713						
1	4704	8994	4290	2.068	2,074	1,834						
1	4704	8596	3892	2.068	1,882	1,635						
1	4704	8124	3420	2.068	1,654	1,411						
SOLOS - ENSAIO CBR - ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC)												
PREPARAÇÃO DA AMOSTRA				CÁLCULO DA ÁGUA				COMPACTAÇÃO DA AMOSTRA				
DETERMINAÇÕES DE UMIDADE		HIGROSCÓPICA		MOLDAGEM		PESO DO SOLO PAS. NA PENEIRA Nº 4		Cilindro nº		D		
Cápsula nº	21	33	10	17	UMIDO		SECO	Água Adicionada (ml)	601			
Peso do Solo Úmido (g)	50,00	50,00	50,00	50,00	5.460		5.358	Peso do Cilindro + Solo Úmido (g)	9070			
Peso do Solo Seco (g)	49,08		44,28	44,25	ÁGUA		591 ml	Peso do Cilindro (g)	4776			
Peso da Água (g)	0,92		5,72	5,75	PESO PEDREGULHO RETIDO PENEIRA Nº 4			Peso do Solo Úmido (g)	4294			
Peso da Cápsula (g)	7,26	6,62	6,11		S40			Volume do Cilindro (cm³)	2081			
Peso do Solo Seco (g)	49,08	0,00	44,28	44,25	ÁGUA		11 ml	Densid. Aparente Úmida (g/cm³)	2,063			
Teor de Umidade (%)	1,9		12,9	13,0				Densid. Aparente Seca (g/cm³)	1,827			
Umidade Média (%)	1,9		13,0									
AMOSTRA TOTAL ÚMIDA (g):	6.000		ÁGUA A ADICIONAR (ml):		601		Altura do Corpo de Prova(mm)		11,43			
GRÁFICO PRESSÃO PENETRAÇÃO				ENSÁRIO DE PENETRAÇÃO				EXPANSÃO				
				Constante do Anel: 0,0996				Data				
				Tempo Penet. Leitura Pressão				Tempo Decorrido (dias)				
				(min.) (mm) 0,001mm (kgf/cm²)				Expansão Lida (mm)				
								Expansão (%)				
				CÁLCULO DO I.S.C.				RESUMO				
				Leitura Pressão I.S.C.				Densidade Seca Máxima (g/cm³)				
				(mm) Aplic. Corrigida (%)				Umidade Ótima (%)				
								ISC (%)				
								Expansão (%)				
								Grau de Compactação				
								Observações:				

Eduardo - Laboratório

Eng. Civil CREA PE 050106

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA
Secretaria de Infraestrutura e Habitação

LABORATÓRIO DE SOLOS										Datas		
										Inicial:	11/01/2024	
										Final:	12/01/2024	
Obra	ALTEON			Profund	0 - 100		REGISTRO	OPERADOR	CALCUL	LIMITE	LL	31,4
Trecho	ARAÇOIABA PROJETO PE			Proced			LN 010	Claudio			IP	9,3
Prof.	FURO 08			Material	Areia Arg Marrom		Posição		VISTO	folha		

UMIDADE HIDROSCÓPICA		ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO (DNER-ME 80-64)					
Cápsula nº	07	PENEIRAMENTO DA AMOSTRA					
Cápsula+Solo Úmido(g)	50,00	Peneiras		Peso Retido	Retido	Passando	
Cápsula+Solo Seco(g)	49,36						
Peso da Água(g)	0,54	mm	pol	(g)	%	%	
Peso da Cápsula(g)	21,45	50,8	2"	0,00	0,00	100,00	
Peso do Solo Seco(g)	49,36	38,1	1 1/2"	0,00	0,00	100,00	
Teor de Umidade(%)	1,3	25,4	1"	0,00	0,00	100,00	
PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS		9,5	3/8"	15,39	0,78	99,22	
Amostra total úmida(g)	2000,0	4,8	N.º 4	20,99	1,05	98,16	
Amostra Total Seca(g)	1974,3	2,0	N.º 10	51,34	2,60	95,56	
Amostra Parc. Úmida(g)	200,0	0,42	N.º 40	51,23	25,95	70,76	
Amostra Parcial Seca(g)	197,4	0,075	N.º 200	51,13	25,90	45,02	

LIMITE DE LIQUIDEZ (DNER-ME 44-71)					
Cápsula nº	51	52	70	01	59
Cápsula+Solo Úmido(g)	22,10	20,32	22,27	22,33	23,53
Cápsula+Solo Seco(g)	18,23	17,08	18,30	18,98	20,22
Peso da Água(g)	3,87	3,24	3,97	3,35	3,31
Peso da Cápsula(g)	7,64	7,33	5,43	7,00	7,12
Peso do Solo Seco(g)	10,59	9,75	12,87	11,98	13,10
Teor de Umidade(%)	36,5	33,2	30,8	28,0	25,3
nº de golpes	13	20	30	38	45

LIMITE DE PLASTICIDADE (DNER-ME 82-63)					
Cápsula nº	05	04	31	20	28
Cápsula+Solo Úmido(g)	6,52	6,67	6,82	7,49	6,82
Cápsula+Solo Seco(g)	6,33	6,46	6,61	7,36	6,65
Peso da Água(g)	0,19	0,21	0,21	0,13	0,17
Peso da Cápsula(g)	5,45	5,51	5,69	6,77	5,87
Peso do Solo Seco(g)	0,88	0,95	0,92	0,59	0,78
Teor de Umidade(%)	21,60	22,10	22,80	22,00	21,80
nº de golpes	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM

RESULTADOS E CLASSIFICAÇÃO GERAL		Fração do Material (NBR 6502)		Resumo dos Resultados	
RESULTADOS E CLASSIFICAÇÃO GERAL	Pedregulho % (> 4,8 mm)	1,84	Limite de Liquidez (%)	31,4	
	Areia Grossa % (4,8-2,0 mm)	2,60	Limite de Plasticidade (%)	22,1	
	Areia Média % (2,0-0,42 mm)	24,80	Índice de Plasticidade (%)	9,3	
	Areia Fina % (0,42-0,075 mm)	24,75	Classificação HRB	A4	
	Silt + Argila % (<0,075mm)	46,02	Índice de Grupo	2	
	Total	100,00	Faixa AASHO	F/F	
Classificação HBR AASHO					

TEOR DE MATERIAL PULVERULENTO (DNER-ME 26/97)			TEOR DE ARGILA EM TORRÕES (NBR 7218)				EQUIVALENTE DE AREIA (DNER-ME 054/97)					
Amostra	M _i	M _f	Peneiras (mm)	Massa Inicial (g)	Massa final (g)	Teor Parcial de Torrões (%)	Teor final Torrões amost (%)	Tempo Letura (min.)	Leitura (cm)		E.A	
Massa Seca Inicial (g)									Topo	Topo	I/2/I/1	Media
Massa Seca Final (g)			1,2 e 4,8	200					Argila H1	Areia H2		
Teor de Mat. Pulverulento (%)			4,8 e 19	1000				30				
Teor Médio de Material Pulverulento (%)			19 e 38	3000				30				
			38 e 76	5000				30				

Observações:

Eduardo Laboratista
Eduardo Laboratista

Lutz Eugênio Nunes
Eng Civil CREAPE 50186

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA
Secretaria de Infraestrutura e Habitação

LABORATÓRIO DE SOLOS										Datas																																																																	
										Início	11/01/24																																																																
										Final	12/01/24																																																																
CLIENTE	ALTEON				Profund	0 - 70				Regist	Operador	Digitador																																																															
OBRA	ARAÇOIABA PROJETO PE				Proced					LN 011	Eduardo	Vitor																																																															
KM-Estac	FURO 07				Material	Areia Marrom Salb Impr				folha																																																																	
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO DE SOLOS (DNER-ME 162/94)																																																																											
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE							UMIDADE HIGROSCÓPICA		DADOS DA COMPACTAÇÃO																																																																		
Cápsula nº	Peso Solo Úmido (g)	Pes Solo Seco (g)	Peso da Água (g)	Peso da Cáps. (g)	Peso Solo Seco (g)	Umidade (%)	Cápsula nº	64	Número de Camadas	5																																																																	
8	50,00	47,20	2,80	0,00	47,20	5,9	Cápsula+Solo Úmido(g)	50,00	Número de Golpes	12																																																																	
17	50,00	46,38	3,62	0,00	46,38	7,8	Cápsula+Solo Seco(g)	49,76	Energia de Compactação	Normal																																																																	
13	50,00	45,52	4,48	0,00	45,52	9,8	Peso da Água(g)	0,24	Peso do Soquete (g)	4536																																																																	
20	50,00	44,78	5,22	0,00	44,78	11,7	Peso da Cápsula(g)	0,00	Espes. do Disco Espaçador	2 1/2"																																																																	
10	50,00	43,94	6,06	0,00	43,94	13,8	Peso do Solo Seco(g)	49,76	Umidade Ótima (%)	9,6																																																																	
							Teor de Umidade(%)	0,5	Dens. Máxima Seca (g/cm³)	1,914																																																																	
COMPACTAÇÃO							GRÁFICO DENSIDADE x UMIDADE																																																																				
Cilindro nº	Peso do Cilindro g	Cil.+Solo Úmido(g)	Peso Sol. Úmido(g)	Volume Cilindro (cm³)	Densidade Solo Úmido (g/cm³)	Densidade Solo Seco (g/cm³)																																																																					
1	4704	8342	3638	2.068	1,759	1,661																																																																					
1	4704	8694	3990	2.068	1,929	1,790																																																																					
1	4704	9044	4340	2.068	2,099	1,911																																																																					
1	4704	8675	3971	2.068	1,920	1,719																																																																					
1	4704	8296	3592	2.068	1,737	1,526																																																																					
SOLOS - ENSAIO CBR - INDICE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC)																																																																											
PREPARAÇÃO DA AMOSTRA					CÁLCULO DA ÁGUA		COMPACTAÇÃO DA AMOSTRA																																																																				
DETERMINAÇÕES DE UMIDADE		HIGROSCÓPICA		MOLDAGEM		PESO DO SOLO PAS. NA PENEIRA Nº 4		Cilindro nº		2																																																																	
Cápsula nº	15	7	19	5			Água Adicionada (ml)		449																																																																		
Peso do Solo Úmido (g)	50,00	50,00	50,00	50,00	ÚMIDO		SECO		Peso do Cilindro + Solo Úmido (g)																																																																		
Peso do Solo Seco (g)	49,25	49,28	45,46	45,47	5.530		5.448		Peso do Cilindro (g)																																																																		
Peso da Água (g)	0,75	0,72	4,54	4,53	ÁGUA		439 ml		Peso do Solo Úmido (g)																																																																		
Peso da Cápsula (g)	7,26	6,62	6,11		PESO PEDREGULHO RETIDO PENEIRA Nº 4				Volume do Cilindro (cm³)																																																																		
Peso do Solo Seco (g)	49,25	49,28	45,46	45,47	470				Densid. Aparente Úmida (g/cm³)																																																																		
Teor de Umidade (%)	1,5	1,5	10,0	10,0	ÁGUA		9 ml		Densid. Aparente Seca (g/cm³)																																																																		
Umidade Média (%)	1,5		10,0						Altura do Corpo de Prova(mm)																																																																		
AMOSTRA TOTAL ÚMIDA (g):	6.000		ÁGUA A ADICIONAR (ml):		449				11,40																																																																		
GRÁFICO PRESSÃO PENETRAÇÃO					ENSAIO DE PENETRAÇÃO				EXPANSÃO																																																																		
					Constante do Anel: 0,0996 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tempo (min.)</th> <th>Penet. (mm)</th> <th>Leitura (mm)</th> <th>Pressão (kgf/cm²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,5</td><td>0,64</td><td>28</td><td>2,8</td></tr> <tr><td>1,0</td><td>1,27</td><td>49</td><td>4,9</td></tr> <tr><td>1,5</td><td>1,91</td><td>58</td><td>5,8</td></tr> <tr><td>2,0</td><td>2,54</td><td>66</td><td>6,6</td></tr> <tr><td>3,0</td><td>3,81</td><td>82</td><td>8,2</td></tr> <tr><td>4,0</td><td>5,08</td><td>99</td><td>9,9</td></tr> <tr><td>6,0</td><td>7,62</td><td>134</td><td>13,3</td></tr> <tr><td>8,0</td><td>10,16</td><td>168</td><td>16,7</td></tr> <tr><td>10,0</td><td>12,70</td><td>196</td><td>19,5</td></tr> </tbody> </table>				Tempo (min.)	Penet. (mm)	Leitura (mm)	Pressão (kgf/cm²)	0,5	0,64	28	2,8	1,0	1,27	49	4,9	1,5	1,91	58	5,8	2,0	2,54	66	6,6	3,0	3,81	82	8,2	4,0	5,08	99	9,9	6,0	7,62	134	13,3	8,0	10,16	168	16,7	10,0	12,70	196	19,5	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Data</th> <th>Tempo Decorrido (dias)</th> <th>Expansão Lida (mm)</th> <th>Expansão (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>11/01/24</td><td></td><td>0,00</td><td></td></tr> <tr><td>12/01/24</td><td></td><td>0,01</td><td></td></tr> <tr><td>13/01/24</td><td></td><td>0,03</td><td></td></tr> <tr><td>14/01/24</td><td></td><td>0,05</td><td></td></tr> <tr><td>15/01/24</td><td></td><td>0,06</td><td>0,05</td></tr> </tbody> </table>			Data	Tempo Decorrido (dias)	Expansão Lida (mm)	Expansão (%)	11/01/24		0,00		12/01/24		0,01		13/01/24		0,03		14/01/24		0,05		15/01/24		0,06	0,05
Tempo (min.)	Penet. (mm)	Leitura (mm)	Pressão (kgf/cm²)																																																																								
0,5	0,64	28	2,8																																																																								
1,0	1,27	49	4,9																																																																								
1,5	1,91	58	5,8																																																																								
2,0	2,54	66	6,6																																																																								
3,0	3,81	82	8,2																																																																								
4,0	5,08	99	9,9																																																																								
6,0	7,62	134	13,3																																																																								
8,0	10,16	168	16,7																																																																								
10,0	12,70	196	19,5																																																																								
Data	Tempo Decorrido (dias)	Expansão Lida (mm)	Expansão (%)																																																																								
11/01/24		0,00																																																																									
12/01/24		0,01																																																																									
13/01/24		0,03																																																																									
14/01/24		0,05																																																																									
15/01/24		0,06	0,05																																																																								
					CÁLCULO DO I.S.C.				RESUMO																																																																		
					<table border="1"> <thead> <tr> <th>Leitura (mm)</th> <th>Pressão Aplic. (mm)</th> <th>Pressão Corrigida (mm)</th> <th>I.S.C. (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2,54</td><td>6,6</td><td>6,6</td><td>9,4</td></tr> <tr><td>5,08</td><td>9,9</td><td>9,9</td><td>9,4</td></tr> </tbody> </table>				Leitura (mm)	Pressão Aplic. (mm)	Pressão Corrigida (mm)	I.S.C. (%)	2,54	6,6	6,6	9,4	5,08	9,9	9,9	9,4	<table border="1"> <tbody> <tr><td>Densidade Seca Máxima (g/cm³)</td><td>1,914</td></tr> <tr><td>Umidade Ótima (%)</td><td>9,6</td></tr> <tr><td>ISC (%)</td><td>9,4</td></tr> <tr><td>Expansão (%)</td><td>0,1</td></tr> <tr><td>Grau de Compactação</td><td>100,2</td></tr> </tbody> </table>			Densidade Seca Máxima (g/cm³)	1,914	Umidade Ótima (%)	9,6	ISC (%)	9,4	Expansão (%)	0,1	Grau de Compactação	100,2																																										
Leitura (mm)	Pressão Aplic. (mm)	Pressão Corrigida (mm)	I.S.C. (%)																																																																								
2,54	6,6	6,6	9,4																																																																								
5,08	9,9	9,9	9,4																																																																								
Densidade Seca Máxima (g/cm³)	1,914																																																																										
Umidade Ótima (%)	9,6																																																																										
ISC (%)	9,4																																																																										
Expansão (%)	0,1																																																																										
Grau de Compactação	100,2																																																																										
Observações:																																																																											

Edição: 11/01/24
Eduardo - Laboratório

Luiz Expedito Nunes
Eng. CIVIL CREA PE 050186

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA
Secretaria de Infraestrutura e Habitação

LABORATÓRIO DE SOLOS										Datas			
										Inicial:	11/01/2024		
										Final:	12/01/2024		
Obra	ALTEON			Profund	0 - 70			REGISTRO	OPERADOR	CALCUL	LIMITE	LL	18,0
Trecho	ARAÇOIABA PROJETO PE			Proced				LN 011	Claudio			IP	NP
Prof.	FURO 07			Material	Areia Marrom Salb Impr			VISTO	folha				
UMIDADE HIGROSCÓPICA				ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO (DNER-ME 80-64)									
Cápsula nº	07			PENEIRAMENTO DA AMOSTRA									
Cápsula+Solo Úmido(g)	50,00			Peneiras		Peso Retido	Retido	Passando					
Cápsula+Solo Seco(g)	49,36												
Peso da Água(g)	0,64			mm	pol	(g)	%	%					
Peso da Cápsula(g)	21,45			50,8	2"	0,00	0,00	100,00					
Peso do Solo Seco(g)	49,36			38,1	1 1/2"	0,00	0,00	100,00					
Teor de Umidade(%)	1,3			25,4	1"	0,00	0,00	100,00					
PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS				9,5	3/8"	41,45	2,10	97,90					
Amostra total Úmida(g)	2000,0			4,8	N.º 4	66,04	3,34	94,56					
Amostra Total Seca(g)	1974,3			2,0	N.º 10	70,35	3,56	90,99					
Amostra Parc. Úmida(g)	200,0			0,42	N.º 40	110,01	55,72	40,29					
Amostra Parcial Seca(g)	197,4			0,075	N.º 200	50,02	25,34	17,24					
CURVA DE DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA													
LIMITE DE LIQUEDEZ (DNER-ME 44-71)													
Cápsula nº	46			11	08	01	15						
Cápsula+Solo Úmido(g)	24,40			25,03	25,78	25,78	21,00						
Cápsula+Solo Seco(g)	21,46			22,11	23,00	23,15	19,39						
Peso da Água(g)	2,94			2,92	2,78	2,63	1,61						
Peso da Cápsula(g)	7,07			6,58	7,04	6,97	8,30						
Peso do Solo Seco(g)	14,39			15,53	15,96	16,18	11,09						
Teor de Umidade(%)	20,4			18,8	17,4	16,3	14,5						
nº de golpes	13			20	30	38	45						
GRÁFICO LIMITE DE LIQUEDEZ													
LIMITE DE PLASTICIDADE (DNER-ME 82-63)													
Cápsula nº													
Cápsula+Solo Úmido(g)													
Cápsula+Solo Seco(g)													
Peso da Água(g)													
Peso da Cápsula(g)													
Peso do Solo Seco(g)													
Teor de Umidade(%)													
nº de golpes													
RESULTADOS E CLASSIFICAÇÃO GERAL													
Fração do Material (NBR 6502)							Resumo dos Resultados						
Pedregulho % (> 4,8 mm)							5,44	Limite de Liqueidez (%)					18,0
Areia Grossa % (4,8-2,0 mm)							3,56	Limite de Plasticidade (%)					ERRO
Areia Média % (2,0-0,42 mm)							50,70	Índice de Plasticidade (%)					
Areia Fina % (0,42-0,075 mm)							23,05	Classificação HRB					A1-b
Silte + Argila % (<0,075mm)							17,24	Índice de Grupo					0
Total							100,00	Faixa AASHO					E
Classificação HRB AASHO													
TEOR DE MATERIAL PULVERULENTO (DNER-ME 366/97)													
Amostra	M ₁	M ₂	TEOR DE ARGILA EM TORRÕES (NBR 7218)				EQUIVALENTE DE AREIA (DNER-ME 054/97)						
Massa Seca Inicial (g)			Peneiras (mm)	Massa Inicial (g)	Massa final (g)	Teor Parcial de Torrões (%)	Teor final Torrões amostr (%)	Tempo Letura (min.)	Letura (cm)		E.A		
Massa Seca Final (g)									Topo	Topo	H2/H1	Medida	
Teor de Mat. Pulverulento (%)			1,2 e 4,8	200					Argila H1	Areia H2			
Teor Médio de Material Pulverulento (%)			4,8 e 19	1000				30					
			19 e 38	3000				30					
			38 e 76	5000				30					
Observações:													
<p>Eduardo Laboratista</p> <p>Luz Eugênio Nunes Eng. CIV. CREAPE 50188</p>													

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

LABORATÓRIO DE SOLOS										Datas		
										Início	16/01/24	
										Final	17/01/24	
CLIENTE	ALTEON				Profund	0 - 70				Regist	Operador	Digitador
OBRA	ARAÇOIABA PROJETO PE				Proced					LN 012	Eduardo	Vitor
KM-Estao	FURO 08				Material	areia lar. calc. impr.				folha		
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO DE SOLOS (DNER-ME 162/94)												
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE						UMIDADE HIGROSCÓPICA		DADOS DA COMPACTAÇÃO				
Cápsula nº	Peso Solo Úmido (g)	Peso Solo Seco (g)	Peso da Água (g)	Peso da Cáps. (g)	Peso Solo Seco (g)	Umidade (%)	Cápsula nº	08	Número de Camadas	5		
10	50,00	47,03	2,97	0,00	47,03	6,3	Cápsula+Solo Úmido(g)	50,00	Número de Golpes	12		
17	50,00	46,11	3,89	0,00	46,11	8,4	Cápsula+Solo Seco(g)	49,21	Energia de Compactação	Normal		
15	50,00	45,33	4,67	0,00	45,33	10,3	Peso da Água(g)	0,79	Peso do Boquete (g)	4536		
14	50,00	44,62	5,38	0,00	44,62	12,1	Peso da Cápsula(g)	0,00	Espes. do Disco Espaçador	21/2"		
20	50,00	43,75	6,25	0,00	43,75	14,3	Peso do Solo Seco(g)	49,21	Umidade Ótima (%)	10,1		
							Teor de Umidade(%)	1,6	Dens. Máxima Seca (g/cm³)	1,754		
COMPACTAÇÃO												
Cilindro nº	Peso do Cilindro (g)	Peso Solo Úmido(g)	Peso Solo Seco(g)	Volume Cilindro (cm³)	Densidade Solo Úmido (g/cm³)	Densidade Solo Seco (g/cm³)						
1	4704	7986	3282	2.068	1,587	1,493						
1	4704	8314	3610	2.068	1,746	1,610						
1	4704	8702	3998	2.068	1,933	1,753						
1	4704	8325	3621	2.068	1,751	1,562						
1	4704	7936	3232	2.068	1,563	1,367						
SOLOS - ENSAIO CBR - ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC)												
PREPARAÇÃO DA AMOSTRA					CÁLCULO DA ÁGUA		COMPACTAÇÃO DA AMOSTRA					
DETERMINAÇÕES DE UMIDADE		HIGROSCÓPICA		MOLDAGEM		PESO DO SOLO PAS. NA PENEIRA Nº 4		Cilindro nº		1		
Cápsula nº	1	13	4	7			ÚMIDO		SECO		Água Adicionada (ml)	461
Peso do Solo Úmido (g)	50,00	50,00	50,00	50,00			5,325		5,241		Peso do Cilindro + Solo Úmido (g)	8700
Peso do Solo Seco (g)	49,23	49,20	45,43	45,50			ÁGUA		448 ml		Peso do Cilindro (g)	4704
Peso da Água (g)	0,77	0,80	4,57	4,50			PESO PEDREGULHO RETIDO PENEIRA Nº 4				Peso do Solo Úmido (g)	3996
Peso da Cápsula (g)	7,26	6,62	6,11								Volume do Cilindro (cm³)	2068
Peso do Solo Seco (g)	49,23	49,20	45,43	45,50			675				Densid. Aparente Úmida (g/cm³)	1,932
Teor de Umidade (%)	1,6	1,6	10,1	9,9			ÁGUA		14 ml		Densid. Aparente Seca (g/cm³)	1,757
Umidade Média (%)	1,6		10,0									
AMOSTRA TOTAL ÚMIDA (g):		6.000		ÁGUA A ADICIONAR (ml):		461		Altura do Corpo de Prova(mm)		11,43		
GRÁFICO PRESSÃO PENETRAÇÃO												
ENSAIO DE PENETRAÇÃO												
Constante do Anel: 0,0996												
Tempo (min.)	Penet. (mm)	Leitura (0,001mm)	Pressão (kgf/cm²)									
0,5	0,64	23	2,3									
1,0	1,27	32	3,2									
1,5	1,91	38	3,8									
2,0	2,54	44	4,4									
3,0	3,81	51	5,1									
4,0	5,08	58	5,8									
6,0	7,62	67	6,7									
8,0	10,16	76	7,6									
10,0	12,70	85	8,5									
CÁLCULO DO I.S.C.												
Leitura (mm)	Pressão (kgf/cm²)	I.S.C. (%)										
2,54	4,4	4,4										
5,08	5,8	5,8										
EXPANSÃO												
Data	Tempo Decorrido (dias)	Expansão Lida (mm)	Expansão (%)									
16/01/24		0,00										
17/01/24		1,09										
18/01/24		3,14										
19/01/24		5,33										
20/01/24		5,33	4,66									
RESUMO												
Densidade Seca Máxima (g/cm³)										1,754		
Umidade Ótima (%)										10,1		
ISC (%)										6,2		
Expansão (%)										4,7		
Grau de Compactação										100,2		
Observações:												

Eduardo - Laboratório

Luiz Eugênio Nunes
Eng. Civil CREA PE 050106

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA
Secretaria de Infraestrutura e Habitação

LABORATÓRIO DE SOLOS										Datas			
										Inicial:	16/01/2024		
										Final:	17/01/2024		
Obra	ALTEON			Profund	0 - 70			REGISTRO	OPERADOR	CALCUL	LIMITE	LL	24,9
Trecho	ARAÇOIABA PROJETO PE			Proced				LN 012	Claudio			IP	NP
Prof.	FURO 08			Material	areia lar. salb Impr			VISTO	folha				
UMIDADE HIGROSCÓPICA				ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO (DNER-ME 80-64)									
Cápsula nº	07			PENEIRAMENTO DA AMOSTRA									
Cápsula+Solo Úmido(g)	50,00			Peneiras		Peso Retido	Retido	Passando					
Cápsula+Solo Seco(g)	49,36												
Peso da Água(g)	0,54			mm	pol	(g)	%	%					
Peso da Cápsula(g)	21,45			50,8	2"	0,00	0,00	100,00					
Peso do Solo Seco(g)	49,36			38,1	1 1/2"	0,00	0,00	100,00					
Teor de Umidade(%)	1,3			25,4	1"	0,00	0,00	100,00					
PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS				9,5	3/8"	10,38	0,53	99,47					
Amostra total Úmida(g)	2000,0			4,8	N.º 4	78,23	3,96	95,51					
Amostra Total Seca(g)	1974,3			2,0	N.º 10	63,42	3,21	92,30					
Amostra Parc. Úmida(g)	200,0			0,42	N.º 40	53,21	26,95	67,42					
Amostra Parcial Seca(g)	197,4			0,075	N.º 200	59,12	29,94	39,79					
CURVA DE DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA													
LIMITE DE LIQUIDEZ (DNER-ME 44-71)													
Cápsula nº	64			11	47	25	67						
Cápsula+Solo Úmido(g)	22,71			22,41	22,51	22,52	23,00						
Cápsula+Solo Seco(g)	19,42			19,18	19,38	19,49	19,99						
Peso da Água(g)	3,29			3,23	3,13	3,03	3,01						
Peso da Cápsula(g)	7,75			6,51	6,55	6,62	6,60						
Peso do Solo Seco(g)	11,67			12,67	12,83	12,87	13,39						
Teor de Umidade(%)	28,2			25,5	24,4	23,5	22,5						
nº de golpes	10			21	32	41	50						
LIMITE DE PLASTICIDADE (DNER-ME 82-63)													
Cápsula nº	07			61	35	05	21						
Cápsula+Solo Úmido(g)	6,50			6,92	6,44	6,34	6,02						
Cápsula+Solo Seco(g)	6,39			6,76	6,31	6,22	5,92						
Peso da Água(g)	0,11			0,16	0,13	0,12	0,10						
Peso da Cápsula(g)	5,74			5,80	5,54	5,45	5,26						
Peso do Solo Seco(g)	0,65			0,96	0,77	0,77	0,66						
Teor de Umidade(%)	16,90			16,70	16,90	15,60	15,20						
nº de golpes	SIM			SIM	SIM	SIM	NÃO						
RESULTADOS E CLASSIFICAÇÃO GERAL													
Fração do Material (NBR 6502)							Resumo dos Resultados						
Pedregulho % (> 4,8 mm)							4,49	Limite de Liquidez (%)					24,9
Areia Grossa % (4,8-2,0 mm)							3,21	Limite de Plasticidade (%)					16,1
Areia Média % (2,0-0,42 mm)							24,88	Índice de Plasticidade (%)					8,8
Areia Fina % (0,42-0,075 mm)							27,64	Classificação HRB					A4
Silte + Argila % (<0,075mm)							39,79	Índice de Grupo					1
Total							100,00	Faixa AASHO					F/F
Classificação HRB AASHO													
TEOR DE MATERIAL PULVERULENTO (DNER-ME 266/97)				TEOR DE ARGILA EM TORRÕES (NBR 7218)				EQUIVALENTE DE AREIA (DNER-ME 054/97)					
Amostra	M ₁	M ₂		Peneiras (mm)	Massa Inicial (g)	Massa final (g)	Teor Parcial de Torrões (%)	Teor final Torrões amost (%)	Tempo Letura (min.)	Leitura (cm)		E.A.	
Massa Seca Inicial (g)										Topo	Topo	H2/H1	
Massa Seca Final (g)				1,2 e 4,8	200					Argila H1	Areia H2	Média	
Teor de Mat. Pulverulento (%)				4,8 e 19	1000				30				
Teor Médio de Material Pulverulento (%)				19 e 38	3000				30				
				38 e 76	5000				30				
Observações:													
<p style="text-align: right;">Eduardo Laborista</p> <p style="text-align: right;">Luz Eugênio Nunes Eng. Civil CREAPE 50186</p>													

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA
Secretaria de Infraestrutura e Habitação

LABORATÓRIO DE SOLOS										Datas																																																																	
										Início	11/01/24																																																																
										Final	12/01/24																																																																
CLIENTE	ALTEON				Profund	0 - 80				Regist	Operador	Digitador																																																															
OBRA	ARAÇOIABA PROJETO PE				Proced					LN 013	Eduardo	Vitor																																																															
KM-Ectao	FURO 08				Material	areia lar calb impr				folha																																																																	
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO DE SOLOS (DNER-ME 162/94)																																																																											
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE							UMIDADE HIGROSCÓPICA		DADOS DA COMPACTAÇÃO																																																																		
Cápsula nº	Peso Solo Úmido (g)	Pes Solo Seco (g)	Peso da Água (g)	Peso da Cáps. (g)	Pes Solo Seco (g)	Umidade (%)	Cápsula nº	20	Número de Camadas	5																																																																	
7	50,00	47,03	2,97	0,00	47,03	6,3	Cápsula+Solo Úmido(g)	50,00	Número de Golpes	12																																																																	
30	50,00	46,13	3,87	0,00	46,13	8,4	Cápsula+Solo Seco(g)	49,25	Energia de Compactação	Normal																																																																	
21	50,00	45,31	4,69	0,00	45,31	10,4	Peso da Água(g)	0,75	Peso do Soquete (g)	4536																																																																	
12	50,00	44,48	5,52	0,00	44,48	12,4	Peso da Cápsula(g)	0,00	Espes. do Disco Espaçador	21/2"																																																																	
14	50,00	43,73	6,27	0,00	43,73	14,3	Peso do Solo Seco(g)	49,25	Umidade Ótima (%)	10,5																																																																	
							Teor de Umidade(%)	1,5	Dens. Máxima Seca (g/cm³)	1,750																																																																	
COMPACTAÇÃO							GRÁFICO DENSIDADE x UMIDADE																																																																				
Cilindro nº	Peso do Cilindro g	Cil.+Solo Úmido(g)	Peso Sol. Úmido(g)	VOLUME Cilindro (cm³)	Densidade Solo Úmido (g/cm³)	Densidade Solo Seco (g/cm³)																																																																					
1	4704	7964	3260	2.068	1,576	1,483																																																																					
1	4704	8246	3542	2.068	1,713	1,580																																																																					
1	4704	8698	3994	2.068	1,931	1,749																																																																					
1	4704	8422	3718	2.068	1,798	1,600																																																																					
1	4704	7948	3244	2.068	1,569	1,372																																																																					
SOLOS - ENSAIO CBR - ÍNDICE SUPORTE CALIFORNIA (ISC)																																																																											
PREPARAÇÃO DA AMOSTRA					CÁLCULO DA ÁGUA			COMPACTAÇÃO DA AMOSTRA																																																																			
DETERMINAÇÕES DE UMIDADE					HIGROSCÓPICA			MOLDAAGEM			PESO DO SOLO PAS. NA FENEIRA Nº 4																																																																
Cápsula nº	5	18	13	20						Cilindro nº																																																																	
Peso do Solo Úmido (g)	50,00	50,00	50,00	50,00	ÚMIDO			SECO		Água Adicionada (ml)																																																																	
Peso do Solo Seco (g)	49,27	49,25	45,40	45,39	5,615			5,532		Peso do Cilindro + Solo Úmido (g)																																																																	
Peso da Água (g)	0,73	0,75	4,60	4,61	ÁGUA			499 ml		Peso do Cilindro (g)																																																																	
Peso da Cápsula (g)	7,26	6,62	6,11		PESO PEDREGULHO RETIDO FENEIRA Nº 4					Peso do Solo Úmido (g)																																																																	
Peso do Solo Seco (g)	49,27	49,25	45,40	45,39	385					Volume do Cilindro (cm³)																																																																	
Teor de Umidade (%)	1,5	1,5	10,1	10,2	ÁGUA			8 ml		Densid. Aparente Úmida (g/cm³)																																																																	
Umidade Média (%)	1,5		10,2							Densid. Aparente Seca (g/cm³)																																																																	
AMOSTRA TOTAL ÚMIDA (g):		6.000		ÁGUA A ADICIONAR (ml):		506		Altura do Corpo de Prova(mm)		11,42																																																																	
GRÁFICO PRESSÃO PENETRAÇÃO					ENSÁRIO DE PENETRAÇÃO				EXPANSÃO																																																																		
					Constante do Anel: 0,0996 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tempo (min.)</th> <th>Penet. (mm)</th> <th>Leitura</th> <th>Pressão (kgf/cm²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,5</td><td>0,64</td><td>38</td><td>3,8</td></tr> <tr><td>1,0</td><td>1,27</td><td>52</td><td>5,2</td></tr> <tr><td>1,5</td><td>1,91</td><td>63</td><td>6,3</td></tr> <tr><td>2,0</td><td>2,54</td><td>73</td><td>7,3</td></tr> <tr><td>3,0</td><td>3,81</td><td>92</td><td>9,2</td></tr> <tr><td>4,0</td><td>5,08</td><td>112</td><td>11,2</td></tr> <tr><td>6,0</td><td>7,62</td><td>131</td><td>13,0</td></tr> <tr><td>8,0</td><td>10,16</td><td>149</td><td>14,8</td></tr> <tr><td>10,0</td><td>12,70</td><td>168</td><td>16,7</td></tr> </tbody> </table>				Tempo (min.)	Penet. (mm)	Leitura	Pressão (kgf/cm²)	0,5	0,64	38	3,8	1,0	1,27	52	5,2	1,5	1,91	63	6,3	2,0	2,54	73	7,3	3,0	3,81	92	9,2	4,0	5,08	112	11,2	6,0	7,62	131	13,0	8,0	10,16	149	14,8	10,0	12,70	168	16,7	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Data</th> <th>Tempo Decorrido (dias)</th> <th>Expansão Lida (mm)</th> <th>Expansão (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>11/01/24</td><td></td><td>0,00</td><td></td></tr> <tr><td>12/01/24</td><td></td><td>0,03</td><td></td></tr> <tr><td>13/01/24</td><td></td><td>0,08</td><td></td></tr> <tr><td>14/01/24</td><td></td><td>0,14</td><td></td></tr> <tr><td>15/01/24</td><td></td><td>0,14</td><td>0,12</td></tr> </tbody> </table>			Data	Tempo Decorrido (dias)	Expansão Lida (mm)	Expansão (%)	11/01/24		0,00		12/01/24		0,03		13/01/24		0,08		14/01/24		0,14		15/01/24		0,14	0,12
Tempo (min.)	Penet. (mm)	Leitura	Pressão (kgf/cm²)																																																																								
0,5	0,64	38	3,8																																																																								
1,0	1,27	52	5,2																																																																								
1,5	1,91	63	6,3																																																																								
2,0	2,54	73	7,3																																																																								
3,0	3,81	92	9,2																																																																								
4,0	5,08	112	11,2																																																																								
6,0	7,62	131	13,0																																																																								
8,0	10,16	149	14,8																																																																								
10,0	12,70	168	16,7																																																																								
Data	Tempo Decorrido (dias)	Expansão Lida (mm)	Expansão (%)																																																																								
11/01/24		0,00																																																																									
12/01/24		0,03																																																																									
13/01/24		0,08																																																																									
14/01/24		0,14																																																																									
15/01/24		0,14	0,12																																																																								
					CÁLCULO DO I.S.C.				RESUMO																																																																		
					<table border="1"> <thead> <tr> <th>Leitura (mm)</th> <th>Pressão Aplic. (mm)</th> <th>Pressão Corrigida (%)</th> <th>I.S.C. (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2,54</td><td>7,3</td><td>7,3</td><td>10,3</td></tr> <tr><td>5,08</td><td>11,2</td><td>11,2</td><td>10,6</td></tr> </tbody> </table>				Leitura (mm)	Pressão Aplic. (mm)	Pressão Corrigida (%)	I.S.C. (%)	2,54	7,3	7,3	10,3	5,08	11,2	11,2	10,6	<table border="1"> <tbody> <tr><td>Densidade Seca Máxima (g/cm³)</td><td>1,750</td></tr> <tr><td>Umidade Ótima (%)</td><td>10,5</td></tr> <tr><td>ISC (%)</td><td>10,6</td></tr> <tr><td>Expansão (%)</td><td>0,1</td></tr> <tr><td>Grau de Compactação</td><td>100,0</td></tr> </tbody> </table>			Densidade Seca Máxima (g/cm³)	1,750	Umidade Ótima (%)	10,5	ISC (%)	10,6	Expansão (%)	0,1	Grau de Compactação	100,0																																										
Leitura (mm)	Pressão Aplic. (mm)	Pressão Corrigida (%)	I.S.C. (%)																																																																								
2,54	7,3	7,3	10,3																																																																								
5,08	11,2	11,2	10,6																																																																								
Densidade Seca Máxima (g/cm³)	1,750																																																																										
Umidade Ótima (%)	10,5																																																																										
ISC (%)	10,6																																																																										
Expansão (%)	0,1																																																																										
Grau de Compactação	100,0																																																																										
					Observações:																																																																						

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA
Secretaria de Infraestrutura e Habitação

LABORATÓRIO DE SOLOS										Datas		
										Inicial:	11/01/2024	
										Final:	12/01/2024	
Obra	ALTEON			Profund	0 - 20 - 90		REGISTRO	OPERADOR	CALCUL	LIMITE	LL	32,1
Trecho	ARAÇOIABA PROJETO PE			Proced	Revest. Primário c/ Pedreg.		LN 017	Claudio			IP	NP
Prof.	FURO 13			Material	aren marr salb Impr				VISTO	folha		
<div> <div>UMIDADE HIOSCÓPICA</div> <div>ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO (DNER-ME 80-64)</div> </div>												
Cápsula nº	07			PENEIRAMENTO DA AMOSTRA								
Cápsula+Solo Úmido(g)	50,00			Peneiras		Peso Retido	Retido	Passando				
Cápsula+Solo Seco(g)	49,73											
Peso da Água(g)	0,27			mm	pol	(g)	%	%				
Peso da Cápsula(g)	21,45			50,8	2"	0,00	0,00	100,00				
Peso do Solo Seco(g)	49,73			38,1	1 1/2"	0,00	0,00	100,00				
Teor de Umidade(%)	0,5			25,4	1"	0,00	0,00	100,00				
PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS				9,5	3/8"	25,31	1,27	98,73				
Amostra total Úmida(g)	2000,0			4,8	N.º 4	28,31	1,42	97,31				
Amostra Total Seca(g)	1990,0			2,0	N.º 10	55,37	2,78	94,52				
Amostra Parc. Úmida(g)	200,0			0,42	N.º 40	46,17	23,20	72,59				
Amostra Parcial Seca(g)	199,0			0,075	N.º 200	62,78	31,55	42,77				
<div> <div>LIMITE DE LIQUIDEZ (DNER-ME 44-71)</div> <div>GRÁFICO LIMITE DE LIQUIDEZ</div> </div>												
Cápsula nº	50		47	29	64	32						
Cápsula+Solo Úmido(g)	23,10		23,80	25,09	22,40	21,44						
Cápsula+Solo Seco(g)	18,58		19,41	20,60	18,94	18,24						
Peso da Água(g)	4,52		4,39	4,49	3,46	3,20						
Peso da Cápsula(g)	6,35		6,54	6,63	7,76	6,63						
Peso do Solo Seco(g)	12,23		12,87	13,97	11,18	11,61						
Teor de Umidade(%)	37,0		34,1	32,1	30,9	27,6						
nº de golpes	11		18	27	44	52						
<div> <div>LIMITE DE PLASTICIDADE (DNER-ME 82-63)</div> <div>RESULTADOS E CLASSIFICAÇÃO GERAL</div> </div>												
Cápsula nº	54		60	68	69	18	<div> <div>Fração do Material (NBR 6502)</div> <div>Resumo dos Resultados</div> </div>					
Cápsula+Solo Úmido(g)	7,67		7,90	8,14	8,06	7,94						
Cápsula+Solo Seco(g)	7,44		7,63	7,83	7,79	7,68						
Peso da Água(g)	0,23		0,27	0,31	0,27	0,26						
Peso da Cápsula(g)	6,43		6,42	6,48	6,62	6,60						
Peso do Solo Seco(g)	1,01		1,21	1,35	1,17	1,08						
Teor de Umidade(%)	22,80		22,30	23,00	23,10	24,10						
nº de golpes	SIM		SIM	SIM	SIM	SIM						
<div> <div>TEOR DE MATERIAL PULVERULENTO (DNER-ME 266/97)</div> <div>TEOR DE ARGILA EM TORRÕES (NBR 7218)</div> <div>EQUIVALENTE DE AREIA (DNER-ME 054/97)</div> </div>												
Amostra	M ₁	M ₂	Peneiras (mm)	Massa Inicial (g)	Massa final (g)	Teor Parcial de Torrões (%)	Teor final Torrões amost (%)	Tempo Letura (min.)	Leitura (cm)		E.A	
Massa Seca Inicial (g)									Topo	Topo	H/2/H1	Meda
Massa Seca Final (g)			1,2 e 4,8	200					Argila H1	Areia H2		
Teor de Mat. Pulverulento (%)			4,8 e 19	1000				30				
Teor Médio de Material Pulverulento (%)			19 e 38	3000				30				
			38 e 75	5000								
<div> <div>Observações:</div> <div> <div>Eduardo Laboratista</div> <div>Luiz Eugênio Nunes Eng Civil CREAPE 50188</div> </div> </div>												

3.4 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os Estudos Hidrológicos foram desenvolvidos seguindo a metodologia contida na Instrução de Serviço IS-203: Estudos Hidrológicos, das Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários, do DNIT (2006).

Os Estudos Hidrológicos foram desenvolvidos com a finalidade de avaliar as características fisiográficas acerca do clima, solo, vegetação, coleta e processamento dos dados referentes à pluviometria, de modo a se obter elementos necessários ao dimensionamento de soluções eficientes para a drenagem da área objeto de estudo. As atividades executadas para a realização dos estudos hidrológicos foram:

- Inspeção de campo;
- Coleta de dados pluviométricos e de cartografia da região de interesse do projeto;
- Caracterização fisiográfica da região;
- Definição dos postos pluviométricos de interesse;
- Processamento dos dados pluviométricos;
- Determinação da pluviometria e intensidade de chuvas;

3.4.1 Coleta de Dados e Caracterização Fisiográfica

Para o desenvolvimento dos Estudos Hidrológicos, foram coletados dados de estudos existentes, tais como os elementos de natureza climática, de pluviometria e através de consultas a publicações existentes, quais sejam:

Classificação climática de Wladimir Köppen;

WeatherSpark - o comportamento da chuva e da temperatura ao longo do ano. As médias climatológicas a partir de uma série de dados observados.

Dados referentes à pluviometria mensal e máxima diária da área de interesse do projeto, obtidos no site da ANA (Agência Nacional de Águas). Foi utilizado o posto mais representativo para o trecho em estudo com dados de série histórica com 39 anos para caracterização do regime de chuvas da região;

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

3.4.2 Clima

O clima é do tipo Tropical chuvoso com verão seco. O período chuvoso começa no outono tendo início em fevereiro e término em outubro. A precipitação média anual é de 1.773,08 mm. Na classificação de Köppen, a área do empreendimento está inserida em área de clima do tipo As, conforme pode ser observado no mapa da figura apresentada a seguir. O clima classificado como As, é tropical com chuvas de inverno, oriundas, sobretudo, das descargas da Frente Polar Atlântica, as chuvas encontram-se distribuídas durante aproximadamente 150 dias no ano.



Figura 7 - Classificação climática de Koppe

3.4.3 Temperatura

O gráfico apresentado a abaixo, foi elaborado com dados obtidos no site WeatherSpark e indicam as médias mensais das temperaturas mínimas e máximas na cidade de Araçoiaba. Com base nessas informações, conclui-se que a época mais quente corresponde aos meses de novembro a abril. A temperatura na região oscila entre a média mínima de 21°C e a média máxima de 32°C, a

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

temperatura média anual na região fica em torno de 27°C. As médias climatológicas são calculadas a partir de uma série de dados de 30 anos observados.

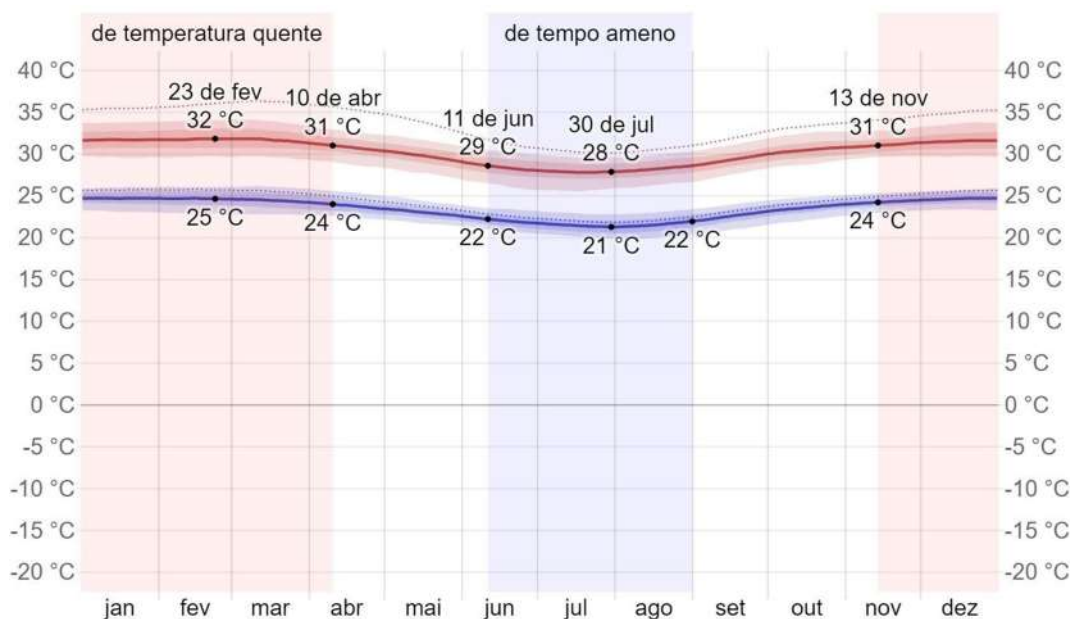


Gráfico 1 - Variação de temperatura anual Fonte:
WeatherSpark, 2024.

3.4.4 Relevo, Vegetação, Geologia e Hidrografia

O relevo do município de Araçoiaba faz parte predominantemente da unidade dos Tabuleiros Costeiros. Esta unidade acompanha o litoral de todo o Nordeste, apresenta altitude média de 50 a 100 metros. Compreende platôs de origem sedimentar, que apresentam grau de entalhamento variável, ora com vales estreitos e encostas abruptas, ora abertos com encostas suaves e fundos com amplas várzeas. De modo geral, os solos são profundos e de baixa fertilidade natural.

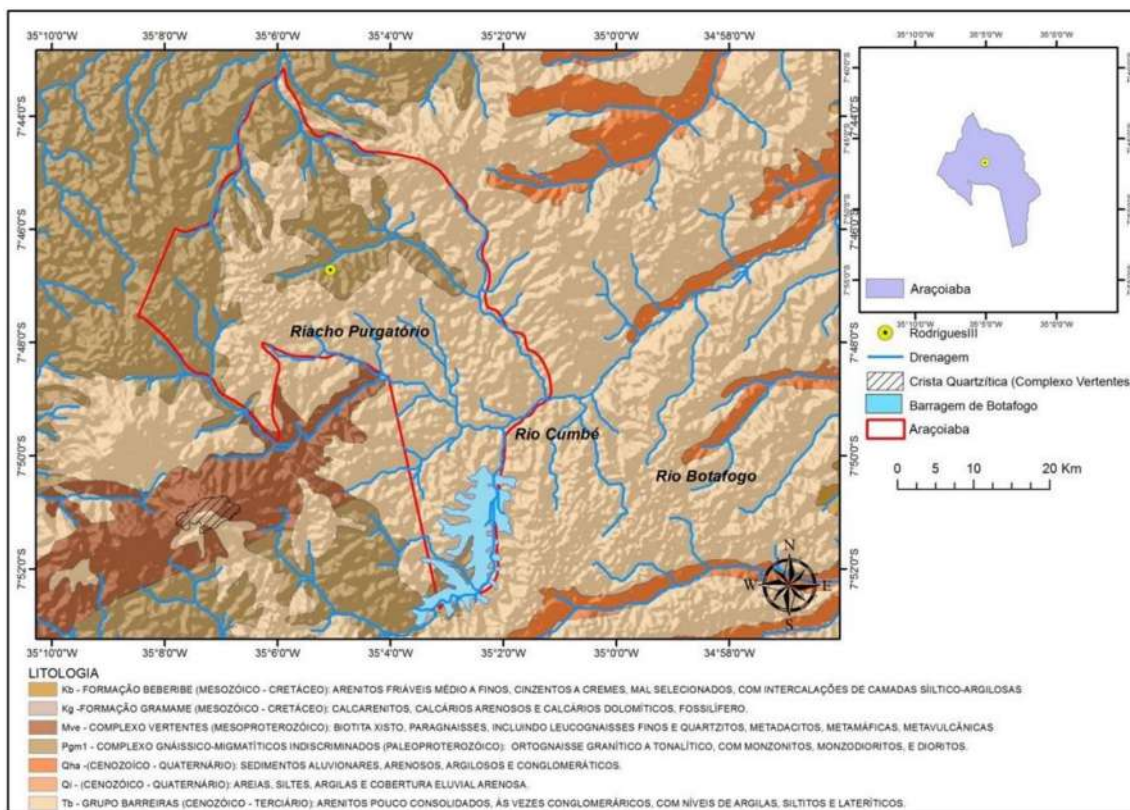
A vegetação é predominantemente do tipo Floresta subperenifólia, com partes de Floresta subcaducifólia e cerrado/ floresta.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

De modo geológico, encontra-se inserido na Província Borborema, sendo constituído pelos litotipos do Complexo Salgadinho e Vertentes e dos Sedimentos da Formação Serra dos Martins e do Grupo Barreiras.

De modo hidrológico, encontra-se nos domínios do Grupo de Bacias Hidrográfica de Pequenos Rios Litorâneos. Seus principais tributários são: os Rios Tabatinga, Jarapiá, Cumbe, Pilão, Água Choca e Catucá, além dos riachos: Sto. Antônio, Purgatório, Xixó, Trapuá, Sete Córregos e d'Aldeia. O principal corpo de acumulação é a Barragem de Botafogo (28.800.000 m³). Parte dos cursos d' água no município têm regime de escoamento perene e o padrão de drenagem é o dendrítico.



Mapa 2 - Mapa geológico de Araçoiaba/PE

Fonte: SOBRAL, Pedro. Tecnologia Lítica do Sítio Arqueológico Rodrigues III, Araçoiaba. Tese de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco (2019).

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

3.4.5 Caracterização do Regime Pluviométrico da Região

O regime de chuvas da região foi estabelecido de acordo com a metodologia conhecida que leva em consideração a análise estatística das precipitações máximas diárias, ano a ano, durante todo o período de observação do posto considerado. Foram seguidos os seguintes passos:

- Escolha do posto pluviométrico;
- Análise estatística;
- Definição das alturas de chuva x tempo de duração;
- Definição das curvas de intensidade x duração x frequência.

Para definição das descargas máximas prováveis, faz-se necessário a caracterização das intensidades de chuvas máximas que poderão ocorrer na área de interesse do projeto.

3.4.5.1 *Escolha do Posto Pluviométrico:*

Para definição do posto pluviométrico foram analisados 37 postos no raio de 30 Km em relação ao local de estudo, conforme apresentado nas tabelas abaixo. Representando os municípios de Paulista, Olinda, Recife, Igarassu, São Lourenço da Mata, Carpina, Paudalho, Goiana e Itaquitinga. Sendo selecionados como finalista aquele que apresentou, por ordem de prioridade:

- Mesmo microclima da região;
- Maior e mais atual série histórica;
- Proximidade geográfica com o segmento em projeto.

Para o cálculo da série histórica, foi retirado os anos com inconsistências de leituras diárias, representados por status: Branco/Nulo, Duvidosos e Acumulados.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

Tabela 2 - Lista de postos hidrológicos do estudo

Código	Nome da Estação	Estado	Município	Responsável / Operadora	SubBacia	Status	Período de Observação
735062	NAZARÉ DA MATA	PERNAMBUCO	NAZARÉ DA MATA	SUDENE	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ..	Dados Consideráveis	1926-1990
834005	RECIFE (CAXANGÁ)	PERNAMBUCO	RECIFE	DNOCS	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ...	Dados Consideráveis	1911-1970
834007	RECIFE (CURADO)	PERNAMBUCO	RECIFE	INMET	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ...	Dados Consideráveis	1961-2019
835048	SÃO LOURENÇO DA MATA II	PERNAMBUCO	SÃO LOURENÇO DA MATA	ANA / CPRM	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ...	Dados Consideráveis	1963-2019
735046	CARPINA (FLORESTA DOS LEÕES)	PERNAMBUCO	CARPINA	DNOCS	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ..	Dados Consideráveis	1934-1989
735050	ENGENHO SÍTIO	PERNAMBUCO	SÃO LOURENÇO DA MATA	ANA / CPRM	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ...	Dados Consideráveis	1967-2019
735157	CARPINA	PERNAMBUCO	CARPINA	ANA / CPRM	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E .	Dados Consideráveis	1986-2023
834014	RECIFE (CENTRAL) (RFN)	PERNAMBUCO	RECIFE	RFFSA	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ..	Dados Consideráveis	1924-1958
735080	USINA MATARI (IAA)	PERNAMBUCO	NAZARÉ DA MATA	IAA	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ..	Dados Consideráveis	1923-1954
735048	CONDADO (GOIANINHA)	PERNAMBUCO	CONDADO	SUDENE	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ..	Dados Consideráveis	1963-1993
734011	IGARASSU	PERNAMBUCO	IGARASSU	SUDENE	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ...	Dados Consideráveis	1963-1992
735081	USINA MUSSUREPE	PERNAMBUCO	PAUDALHO	SUDENE	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ...	Dados Consideráveis	1967-1993
735056	ITAQUITINGA (AREIAS)	PERNAMBUCO	ITAQUITINGA	SUDENE	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ...	Dados Consideráveis	1967-1991
834006	RECIFE (CURADO)	PERNAMBUCO	RECIFE	APAC-PE	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ..	Dados Consideráveis	1967-1985
834016	RECIFE (CODECIPE)	PERNAMBUCO	RECIFE	ANA	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ..	Dados Insuficientes	1987-1988
734009	GOIANA	PERNAMBUCO	GOIANA	SUDENE	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ..	Dados Insuficientes	1964-1968
734012	ITAPIREMA	PERNAMBUCO	GOIANA	SUDENE	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ..	Dados Insuficientes	1979-1985
834001	OLINDA	PERNAMBUCO	OLINDA	INMET	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ..	Dados Insuficientes	1961-1966
735102	NAZARÉ DA MATA	PERNAMBUCO	NAZARÉ DA MATA	INMET	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ..	Dados Insuficientes	1961-1966
735166	BOTAFOGO	PERNAMBUCO	IGARASSU	SUDENE	RIOS PARAÍBA, POTENJI E OUTROS	Dados Insuficientes	1985-1986
735220	IGARASSU_ Três Ladeiras	PERNAMBUCO	IGARASSU	CEMADEN	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ...	Sem Registro de Medições	-
734061	IGARASSU_ Alto do Céu	PERNAMBUCO	IGARASSU	CEMADEN	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ...	Sem Registro de Medições	-
734062	IGARASSU_ Cruz de Rebouças	PERNAMBUCO	IGARASSU	CEMADEN	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ...	Sem Registro de Medições	-
735218	CAMARAGIBE_ Aldeia	PERNAMBUCO	CAMARAGIBE	CEMADEN	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ...	Sem Registro de Medições	-
734063	IGARASSU_ Cruz de Rebouças2	PERNAMBUCO	IGARASSU	CEMADEN	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ...	Sem Registro de Medições	-
734058	ABREU E LIMA_ Distrito Industrial - Timbó	PERNAMBUCO	ABREU E LIMA	CEMADEN	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ...	Sem Registro de Medições	-
734068	PAULISTA_ Paratibe	PERNAMBUCO	ABREU E LIMA	CEMADEN	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ...	Sem Registro de Medições	-
735065	PAUDALHO	PERNAMBUCO	PAUDALHO	DNOCS	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ...	Sem Registro de Medições	-
735222	NAZARÉ DA MATA_ CENTRO	PERNAMBUCO	NAZARÉ DA MATA	CEMADEN	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ...	Sem Registro de Medições	-
735221	NAZARÉ DA MATA_ ENG COQUEIRO	PERNAMBUCO	NAZARÉ DA MATA	CEMADEN	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ...	Sem Registro de Medições	-
734073	PAULISTA_ Centro	PERNAMBUCO	PAULISTA	CEMADEN	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ...	Sem Registro de Medições	-
734070	PAULISTA_ Maria Farinha	PERNAMBUCO	PAULISTA	CEMADEN	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ...	Sem Registro de Medições	-
734071	PAULISTA_ Janga	PERNAMBUCO	PAULISTA	CEMADEN	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ...	Sem Registro de Medições	-
735140	CARPINA	PERNAMBUCO	CARPINA	EMATER	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ...	Sem Registro de Medições	-
735039	ALIANÇA	PERNAMBUCO	ALIANÇA	DNOCS	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ...	Sem Registro de Medições	-
734067	OLINDA_ TABAJARA	PERNAMBUCO	OLINDA	CEMADEN	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ...	Sem Registro de Medições	-
735225	SÃO LOURENÇO DA MATA_ Tiúma	PERNAMBUCO	SÃO LOURENÇO DA MATA	CEMADEN	RIOS CAPIBARIBE, MUNDAÚ E ...	Sem Registro de Medições	-

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA
Secretaria de Infraestrutura e Habitação

Tabela 3 - Postos hidrológicos finalistas da triagem

Código	Nome da Estação	Estado	Município	Antes da análise		Após análise			
				Período de Observação	Série Histórica (anos)	Período de Observação	Série Histórica (anos)	Anos Inconsistentes	OBSERVAÇÕES
835048	SÃO LOURENÇO DA MATA II	PERNAMBUCO	SÃO LOURENÇO DA MATA	1963-2019	56	1963-2022	39	1964→4,12; 1965→3,4,5,6,7; 1966→10,11,12; 1967→1,2,3,4,5,6,7,8,9; 1970→6; 1975→2; 1976→10; 1980→3; 1982→7,8,9,10,11,12; 1983; 1984→1,2,3,4; 1992→4,5,6,7; 2007→4; 2009→8,9; 2010→3,4; 2011→4,5; 2014→1; 2015→7; 2017→9; 2018→1; 2020→4; 2023→5,6,7,8,9,10,11,12.	→Boa Série Histórica com anos atuais (anos válidos mais recentes em comparação a estação 834007); →Localizado aproximadamente 24,20 km de distância da área de estudo (mais próximo em comparação a estação 834007). →Estação escolhida por ter uma boa e atualizada Série Histórica, além de uma distância que fornece o mesmo microclima com a área em estudo.
834007	RECIFE (CURADO)	PERNAMBUCO	RECIFE	1961-2019	58	1962-2014	37	1961→1,2; 1966→4; 1971; 1979; 1983; 1984; 1985→10; 1986→11,12; 1988; 1989→11; 1990→2; 1995→3; 1998→1; 2000→12; 2012→8; 2013→7; 2014→11; 2015; 2016; 2017→7-12; 2018→9; 2019→7,8,9,10,11,12.	→Boa Série Histórica com anos atuais; →Localização: Aproximadamente 34,9 km de distância da área de estudo.

O posto escolhido para caracterizar o regime de chuvas da região de interesse foi o Posto São Lourenço da Mata II (835048) em São Lourenço da Mata/PE, em função de apresentar o mesmo microclima da região e por sua atual e alta representatividade de série histórica, na qual abrange, após a retirada de leituras inconsistentes, um período de observação de 39 anos, com distância de aproximadamente 24,4 Km em relação ao local do projeto.

Tabela 4 - Dados da estação escolhida

Código	Nome da Estação	Estado	Município	Responsável / Operadora	Latitude	Longitude	Status	Período de Observação
835048	SÃO LOURENÇO DA MATA II	PERNAMBUCO	SÃO LOURENÇO DA MATA	ANA / CPRM	- 7° 59' 54,96"	- 35° 01' 54,84"	Dados Consideráveis	1963-2022



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

Para a estação pluviométrica estudada, são apresentadas os seguintes dados:

Tabela 5 - Dados pluviométricos da estação após triagem

TOTAIS PLUVIOMÉTRICOS MENSAIS (em mm) E NÚM. DE DIAS DE CHUVA POR ANO																															
PROJETO:		ESTRADA VICINAL EM ARAÇÓIABA/PE														LATITUDE:		-7°59'54,96"										ENTIDADE:		CPRM	
TRECHO:		-														LONGITUDE:		-35°1'54,84"										PERÍODO:		1963-2022	
ESTAÇÃO:		SÃO LOURENÇO DA MATA II														CÓDIGO:		0835048										UF.:		PERNAMBUCO	
Anos	Janeiro		Fevereiro		Março		Abril		Maio		Junho		Julho		Agosto		Setembro		Outubro		Novembro		Dezembro		Características Anuais						
	P(mm)	N	P(mm)	N	P(mm)	N	P(mm)	N	P(mm)	N	P(mm)	N	P(mm)	N	P(mm)	N	P(mm)	N	P(mm)	N	P(mm)	N	P. Máx.(*)	Data dia / mês	NDC	P. Total (mm)					
1963	18,40	2	176,70	11	485,10	21	227,10	16	409,90	16	252,80	10	199,50	9	266,80	12	60,20	5	14,40	2	102,90	7	137,10	6	73,10	22/6/1963	117	2.350,90			
1968	262,80	21	61,80	15	38,00	4	82,00	8	255,50	21	230,10	20	267,70	20	108,10	13	136,70	12	28,80	2	23,70	2	67,00	4	117,70	27/1/1968	142	1.562,20			
1969	161,50	9	48,80	3	205,60	15	85,30	5	341,20	19	270,90	17	209,00	17	26,40	3	21,60	3	6,20	1	23,60	3	19,50	3	50,30	24/5/1969	98	1.419,60			
1971	9,30	2	30,60	3	85,90	7	107,70	13	505,50	22	228,70	19	318,50	24	167,50	20	104,50	12	139,70	15	50,40	8	11,60	4	136,10	8/5/1971	149	1.759,90			
1972	14,60	4	20,30	7	79,50	7	282,10	14	251,10	16	284,10	22	206,10	17	277,70	20	181,30	11	67,80	7	5,30	2	50,30	7	100,30	23/4/1972	134	1.720,20			
1973	122,30	15	129,20	9	107,20	9	523,60	17	147,30	10	489,40	21	323,90	20	82,60	10	148,10	19	19,70	5	10,50	4	23,70	9	129,20	22/4/1973	148	2.127,50			
1974	107,60	16	72,80	9	272,80	21	152,80	25	406,00	22	308,80	23	274,80	26	58,20	10	118,60	11	3,40	2	18,00	5	79,20	13	119,30	22/5/1974	183	1.873,00			
1977	37,70	8	60,90	11	51,90	10	46,10	11	141,10	14	292,60	19	457,20	26	38,40	9	45,60	9	10,60	4	5,30	2	28,90	5	71,60	5/7/1977	128	1.216,30			
1978	2,10	1	45,80	9	69,90	9	148,10	13	129,80	12	99,20	11	289,50	26	94,40	13	110,00	14	6,40	3	13,80	5	44,70	9	42,10	30/4/1978	125	1.053,70			
1979	19,90	5	66,50	8	24,30	7	27,20	7	114,60	18	123,00	19	138,10	16	31,20	9	81,40	13	7,30	5	6,40	3	2,10	1	36,40	25/2/1979	111	642,00			
1981	60,30	8	55,10	8	203,70	15	13,30	5	46,60	13	48,10	11	43,60	12	45,30	12	19,40	6	11,90	5	20,10	5	68,10	10	30,40	25/3/1981	110	635,50			
1985	5,20	4	102,90	11	296,70	17	383,60	16	225,30	10	266,90	13	516,20	24	116,80	11	114,50	12	0,00	0	7,40	3	79,60	13	104,20	31/7/1985	134	2.115,10			
1986	41,80	7	189,30	8	458,00	22	409,80	18	304,00	16	495,80	23	362,20	20	313,00	18	190,70	22	62,00	11	95,00	14	82,40	14	100,20	18/6/1986	193	3.004,00			
1987	98,10	11	159,90	14	198,30	15	237,60	21	86,30	12	284,00	22	280,10	24	96,50	14	63,20	15	78,70	8	13,10	5	11,00	2	52,20	1/4/1987	163	1.606,80			
1988	51,70	8	46,50	6	138,60	9	324,20	19	190,20	14	248,80	16	474,10	19	118,80	10	82,00	10	38,50	6	56,20	5	38,40	3	84,40	15/7/1988	125	1.808,00			
1989	178,00	8	34,10	3	63,60	6	517,50	19	290,30	18	376,70	20	417,10	19	266,80	12	42,00	8	51,70	7	82,50	11	48,40	3	94,20	13/4/1989	134	2.368,70			
1990	73,40	7	41,30	5	29,80	4	273,70	18	235,30	11	398,40	15	319,80	18	188,20	16	110,80	9	89,60	9	25,40	7	21,00	3	132,20	21/7/1990	122	1.806,70			
1991	45,80	8	74,70	3	144,00	11	211,80	6	203,50	22	164,90	17	263,40	17	212,00	17	30,30	6	135,60	15	23,50	9	4,30	4	67,30	16/4/1991	135	1.513,80			
1993	40,00	9	63,20	8	93,60	7	108,70	14	108,50	10	218,80	15	196,00	15	120,50	10	22,60	9	33,30	5	28,50	13	23,80	6	73,50	29/3/1993	121	1.057,50			
1994	60,70	10	99,60	11	109,50	12	230,70	12	453,80	17	599,60	13	353,50	10	131,20	11	174,40	16	27,70	10	14,00	5	80,50	7	162,70	20/6/1994	134	2.335,20			
1995	49,90	5	64,80	6	95,60	7	171,70	13	308,60	18	382,10	25	390,50	28	36,10	14	14,50	11	18,20	5	78,50	13	6,50	1	89,30	24/7/1995	146	1.617,00			
1996	113,70	13	118,40	9	85,30	13	443,90	21	148,20	10	204,90	24	279,30	30	232,00	18	190,90	20	35,20	9	136,30	11	79,90	9	144,50	29/4/1996	187	2.068,00			
1997	28,60	8	255,10	16	139,60	13	336,50	18	473,10	22	161,40	15	176,00	21	110,40	26	6,40	3	9,20	4	17,00	5	86,80	10	119,00	6/4/1997	161	1.800,10			
1998	94,80	14	11,90	8	54,00	15	82,40	17	192,60	19	116,70	23	179,10	18	261,60	25	51,70	21	35,10	12	7,00	4	23,90	7	89,20	25/8/1998	183	1.110,80			
1999	46,50	8	39,20	9	89,70	14	111,10	10	321,00	19	107,70	14	191,40	22	100,30	26	72,00	23	100,50	16	38,00	7	53,80	16	95,80	21/5/1999	184	1.271,20			
2000	248,50	16	84,20	16	129,90	20	352,70	21	211,70	20	474,70	25	552,30	28	347,80	20	339,10	26	45,90	14	54,60	7	125,10	11	116,50	26/6/2000	224	2.966,50			
2001	68,30	12	20,40	7	159,80	19	192,70	24	35,50	10	373,10	26	286,40	30	156,80	22	110,10	14	74,70	10	26,60	8	63,30	17	90,60	13/6/2001	199	1.567,70			
2002	160,80	18	144,20	16	354,40	22	80,20	19	252,80	19	420,60	24	96,70	18	96,70	18	14,40	8	45,90	14	77,90	12	18,50	8	98,20	4/3/2002	196	1.763,10			
2003	36,10	10	121,10	20	270,80	21	139,50	12	216,90	14	429,70	20	229,20	22	126,50	21	96,60	19	50,60	11	18,00	7	50,30	11	73,90	16/6/2003	188	1.785,30			
2004	230,50	24	225,50	17	172,80	17	233,80	22	224,80	24	438,80	28	350,00	22	117,00	18	108,10	16	29,90	9	15,90	6	20,40	6	67,60	26/6/2004	209	2.167,50			
2005	12,60	7	74,40	12	80,10	11	116,90	16	405,40	25	610,70	28	208,90	21	271,00	27	33,40	14	56,80	15	6,10	9	104,70	12	91,90	2/6/2005	197	1.981,00			
2006	35,90	11	64,00	6	143,50	12	256,70	19	220,20	21	374,00	25	197,80	22	132,90	21	100,30	12	19,40	12	54,30	11	90,20	8	86,00	30/4/2006	180	1.689,20			
2008	171,60	12	31,30	3	385,80	9	168,90	6	281,10	19	265,90	23	286,60	27	226,70	19	58,60	7	34,50	2	0,00	0	35,00	2	97,20	21/3/2008	129	1.946,00			
2012	211,40	9	158,70	6	138,50	4	44,20	4	133,50	7	279,20	10	266,50	8	104,90	9	19,50	1	45,60	3	8,10	3	31,10	3	104,30	14/6/2012	67	1.441,20			
2013	131,00	4	80,00	5	49,20	6	211,10	12	266,30	12	476,90	16	318,70	13	104,10	4	106,00	8	97,10	9	39,20	6	68,20	6	57,50	18/5/2013	101	1.947,80			
2016	171,20	10	75,70	8	191,10	10	312,10	17	344,60	13	115,00	14	74,20	17	76,00	11	34,30	8	17,60	5	18,20	4	43,20	9	147,00	15/4/2016	126	1.473,20			
2019	151,80	9	98,10	9	183,20	15	202,30	14	210,10	13	375,20	13	423,30	20	200,90	19	85,60	13	51,60	9	4,50	3	15,80	5	127,30	13/6/2019	142	2.002,40			

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

Como pode ser observado, o trimestre mais chuvoso remete aos meses de maio, junho e julho, enquanto o mais seco remete aos meses de outubro, novembro e dezembro. A maior precipitação observada em 24h ocorreu no dia 18/06/1986 e correspondeu a 100,2 mm.

A seguir são apresentados os pluviogramas dos dados da série histórica do posto São Lourenço da Mata II utilizado para o estudo com as precipitações e número de dias de chuva totais anuais e precipitações e número de dias de chuva mensais.

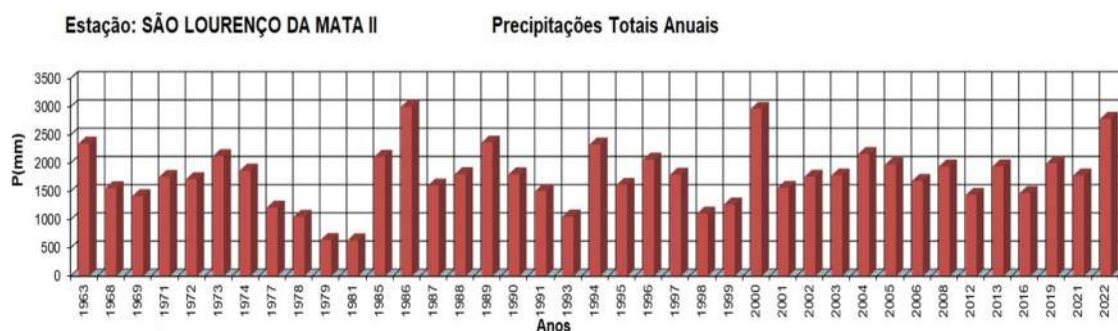


Gráfico 2 - Precipitações totais anuais

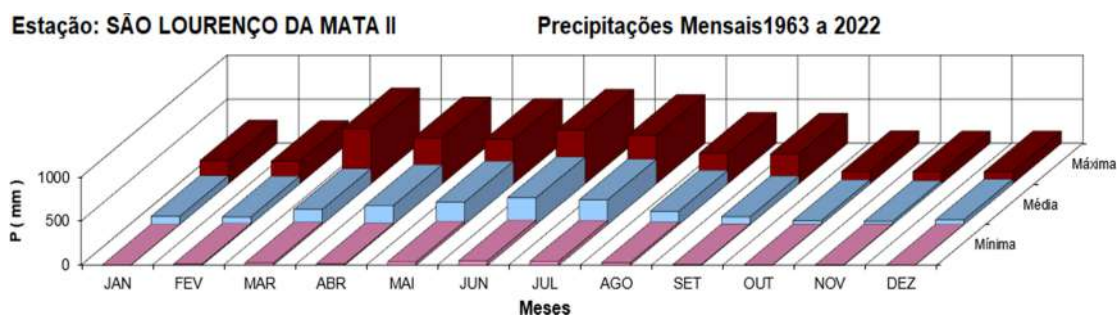


Gráfico 3 - Precipitações mensais entre 1963 a 2022



3.4.5.2 *Análise Estatística:*

O período de recorrência (TR) é definido como sendo o intervalo médio de anos dentro do qual ocorre ou é superada uma dada chuva de magnitude P. Se Pb é a probabilidade desse evento ocorrer ou ser superado em um ano qualquer, tem-se a relação $TR = 1/P_b$.

Como em geral não se pode conhecer a probabilidade teórica Pb, faz-se uma estimativa a partir da frequência (F) das precipitações máximas diárias observadas. Tomando-se, por exemplo, N anos de observação de um determinado posto pluviométrico, seleciona-se a precipitação máxima diária ocorrida em cada ano, obtendo-se o que se chama de série anual de valores. Ordenando-se em ordem decrescente com um número de ordem M que varia de 1 a N, pode-se calcular a frequência com que o valor P de ordem M é igualado ou superado no rol de N anos como sendo $F = M / N + 1$ (Critério de Kimball).

Quando N é muito grande, o valor de F é bastante próximo de Pb, mas para poucas observações pode haver grandes afastamentos.

De acordo com a lei dos extremos, a lei de distribuição estatística da série de N termos, constituída pelos maiores valores de cada amostra tende assintoticamente para uma lei simples de probabilidade, que é independente da que rege a variável aleatória das diferentes amostras e no próprio universo da população infinita.

Esta é a base do método de Gumbel, em que se calcula Pb pela relação:

$$y = \frac{1}{0,7797\sigma} (P - \bar{P} + 0,45\sigma)$$

$$P_b = 1 - e^{-e^{-y}}$$

Sendo,

P = média das N precipitações máximas diárias;

Pb = probabilidade da precipitação máxima diária de um ano qualquer ser maior ou igual a P;

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

σ = desvio padrão das N precipitações máximas diárias.

A expressão de “y” mostra que existe uma relação linear entre ele e o valor de P. Pode-se grafar esta reta conhecendo-se:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^N P_i}{N} \quad e \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_i - \bar{P})^2}{N-1}}$$

O eixo onde estão marcados os valores de y pode ser graduado em tempos de recorrência através da relação:

$$T_R = \frac{1}{P_b} = \frac{1}{1 - e^{-e^{-y}}}$$

Dessa maneira, a cada precipitação corresponderá um período de retorno.

A relação obtida por Gumbel supõe que existam infinitos elementos. Na prática, pode-se levar em conta o número real de anos de observação utilizando-se a fórmula geral de Ven Te Chow:

$$P = P + K\sigma,$$

Onde:

P = precipitação máxima diária para certo período de recorrência, em mm;

K = coeficiente que depende do número de amostras e do período de recorrência;

σ = desvio padrão das N precipitações máximas diárias.

O processo estatístico utilizado neste projeto considerou o critério de Kimball e a fórmula geral de Ven Te Chow.

Nas tabelas a seguir, estão apresentados o processo estatístico e a tabela de Gumbel com os fatores de frequência (K). Os valores da constante K foram tabelados por Weise e Reid.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

Tabela 6 - Método de probabilidade extrema de Gumbel

ESTAÇÃO: SÃO LOURENÇO DA MATA II CÓDIGO: 0835048 PERÍODO: 1963-2022								
ENTIDADE: CPRM LATITUDE: -7°59'54,96" LONGITUDE: -35°1'54,84"								
DATA DIA/MÊS/ANO	SEQ.	P (mm)	Nº ordem (n)	P - ordenada (mm)	P-Pm	(P-Pm) ²	F=n/(m+1)%	Tr=1/F
22/6/1963	30	73,10	1	168,60	71,26	5.077,84	2,50	40,00
27/1/1968	12	117,70	2	162,70	65,36	4.271,80	5,00	20,00
24/5/1969	36	50,30	3	154,50	57,16	3.267,15	7,50	13,33
8/5/1971	6	136,10	4	147,00	49,66	2.466,01	10,00	10,00
23/4/1972	16	100,30	5	144,50	47,16	2.223,97	12,50	8,00
22/4/1973	8	129,20	6	136,10	38,76	1.502,26	15,00	6,67
22/5/1974	10	119,30	7	132,20	34,86	1.215,15	17,50	5,71
5/7/1977	31	71,60	8	129,20	31,86	1.014,99	20,00	5,00
30/4/1978	37	42,10	9	127,30	29,96	897,54	22,50	4,44
25/2/1979	38	36,40	10	119,30	21,96	482,20	25,00	4,00
25/3/1981	39	30,40	11	119,00	21,66	469,11	27,50	3,64
31/7/1985	15	104,20	12	117,70	20,36	414,49	30,00	3,33
18/6/1986	17	100,20	13	116,50	19,16	367,07	32,50	3,08
1/4/1987	35	52,20	14	104,30	6,96	48,43	35,00	2,86
15/7/1988	27	84,40	15	104,20	6,86	47,05	37,50	2,67
13/4/1989	21	94,20	16	100,30	2,96	8,76	40,00	2,50
21/7/1990	7	132,20	17	100,20	2,86	8,17	42,50	2,35
16/4/1991	33	67,30	18	98,20	0,86	0,74	45,00	2,22
29/3/1993	29	73,50	19	97,20	-0,14	0,02	47,50	2,11
20/6/1994	2	162,70	20	95,80	-1,54	2,37	50,00	2,00
24/7/1995	24	89,30	21	94,20	-3,14	9,87	52,50	1,90
29/4/1996	5	144,50	22	91,90	-5,44	29,60	55,00	1,82
6/4/1997	11	119,00	23	90,60	-6,74	45,44	57,50	1,74
25/8/1998	25	89,20	24	89,30	-8,04	64,66	60,00	1,67
21/5/1999	20	95,80	25	89,20	-8,14	66,28	62,50	1,60
26/6/2000	13	116,50	26	86,00	-11,34	128,62	65,00	1,54
13/6/2001	23	90,60	27	84,40	-12,94	167,47	67,50	1,48
4/3/2002	18	98,20	28	73,90	-23,44	549,48	70,00	1,43
16/6/2003	28	73,90	29	73,50	-23,84	568,39	72,50	1,38
26/6/2004	32	67,60	30	73,10	-24,24	587,63	75,00	1,33
2/6/2005	22	91,90	31	71,60	-25,74	662,60	77,50	1,29
30/4/2006	26	86,00	32	67,60	-29,74	884,53	80,00	1,25
21/3/2008	19	97,20	33	67,30	-30,04	902,46	82,50	1,21
14/6/2012	14	104,30	34	57,50	-39,84	1.587,31	85,00	1,18
18/5/2013	34	57,50	35	52,20	-45,14	2.037,71	87,50	1,14
15/4/2016	4	147,00	36	50,30	-47,04	2.212,86	90,00	1,11
13/6/2019	9	127,30	37	42,10	-55,24	3.051,57	92,50	1,08
14/5/2021	1	168,60	38	36,40	-60,94	3.713,81	95,00	1,05
22/3/2022	3	154,50	39	30,40	-66,94	4.481,10	97,50	1,03

CÁLCULO DA CHUVA DE UM DIA, NO TEMPO DE RECORRÊNCIA PREVISTO

$$\bar{P} = \frac{\sum P}{n} = \frac{39}{39} = 97,34$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (P - \bar{P})^2}{n-1}} = 34,62$$

TEMPO DE RECORRÊNCIA (Tr)	K (°)	P (mm)
15 anos	1,867	161,98
20 anos	2,131	171,12
25 anos	2,331	178,04
50 anos	2,95	199,47
100 anos	3,563	220,69
1.000 anos	-	292,15
10.000 anos	-	363,60

Obs.: Cálculo das alturas de precipitação de um dia de chuva para os tempos de recorrência (Tr) de 05, 10, 15, 20, 25, 50, 100, 1.000 e 10.000 anos, fórmula de VEN. E CHOW.

$$Pr = \bar{P} + \sigma \times K$$

Pr = 97,34 + 34,62 x K

Obs. : Método de "Probabilidade Extrema de Gumbel" - Manual de Hidrologia Básica para Estrutura de Drenagem - Publicação IPR 175 - 2005.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

Tabela 7 - Análise pela fórmula de Ven Te Chow

K para o Período de Recorrência (Tr, anos)								Cálculos da fórmula de Ven Te Chow - $P_{Tr}(mm)$	
N/Tr	5	10	15	20	25	50	100		
10	1,058	1,848	2,289	2,606	2,847	3,588	4,323	$P_5 = 97,34 + 0,84 \times 34,62 = 126,42 \text{ mm}$	
11	1,034	1,809	2,242	2,553	2,789	3,516	4,238	$P_{10} = 97,34 + 1,499 \times 34,62 = 149,24 \text{ mm}$	
12	1,013	1,777	2,202	2,509	2,741	3,456	4,166	$P_{15} = 97,34 + 1,867 \times 34,62 = 161,98 \text{ mm}$	
13	0,996	1,748	2,168	2,470	2,699	3,405	4,105	$P_{20} = 97,34 + 2,131 \times 34,62 = 171,12 \text{ mm}$	
14	0,981	1,724	2,138	2,437	2,663	3,360	4,052	$P_{25} = 97,34 + 2,331 \times 34,62 = 178,04 \text{ mm}$	
15	0,967	1,703	2,112	2,410	2,632	3,321	4,005	$P_{50} = 97,34 + 2,95 \times 34,62 = 199,47 \text{ mm}$	
16	0,955	1,682	2,087	2,379	2,601	3,283	3,959	$P_{100} = 97,34 + 3,563 \times 34,62 = 220,69 \text{ mm}$	
17	0,943	1,664	2,066	2,355	2,575	3,250	3,921	$P_{1000} = P_{100} + (P_{1000} - P_{100}) = 292,15 \text{ mm}$	
18	0,934	1,649	2,047	2,335	2,552	3,223	3,888	$P_{10000} = P_{1000} + (P_{10000} - P_{1000}) = 363,6 \text{ mm}$	
19	0,926	1,639	2,032	2,317	2,533	3,199	3,860		
20	0,919	1,625	2,018	2,302	2,517	3,179	3,836		
21	0,911	1,613	2,004	2,286	2,500	3,157	3,810		
22	0,905	1,603	1,992	2,272	2,484	3,138	3,787		
23	0,899	1,593	1,980	2,259	2,470	3,121	3,766		
24	0,893	1,584	1,969	2,247	2,457	3,104	3,747		
25	0,888	1,575	1,958	2,235	2,444	3,088	3,729		
26	0,883	1,568	1,949	2,224	2,432	3,074	3,711		
27	0,879	1,560	1,941	2,215	2,422	3,061	3,696		
28	0,874	1,553	1,932	2,205	2,412	3,048	3,681		
29	0,870	1,547	1,924	2,196	2,402	3,037	3,667		
30	0,866	1,541	1,917	2,188	2,393	3,026	3,653		
31	0,863	1,535	1,910	2,180	2,385	3,015	3,641		
32	0,860	1,530	1,904	2,173	2,377	3,005	3,629		
33	0,856	1,525	1,897	2,166	2,369	2,996	3,618		
34	0,853	1,520	1,892	2,160	2,362	2,987	3,608		
35	0,851	1,516	1,886	2,152	2,354	2,979	3,598		
36	0,848	1,511	1,881	2,147	2,349	2,971	3,588		
37	0,845	1,507	1,876	2,142	2,344	2,963	3,579		
38	0,843	1,503	1,871	2,137	2,338	2,957	3,571		
39	0,840	1,499	1,867	2,131	2,331	2,950	3,563		
40	0,838	1,495	1,862	2,126	2,326	2,943	3,554		
41	0,836	1,492	1,858	2,121	2,321	2,936	3,547		
42	0,834	1,489	1,854	2,117	2,316	2,930	3,539		
43	0,832	1,485	1,850	2,112	2,311	2,924	3,532		
44	0,830	1,482	1,846	2,108	2,307	2,919	3,526		
45	0,828	1,478	1,842	2,104	2,303	2,913	3,519		
46	0,826	1,476	1,839	2,100	2,298	2,903	3,513		
47	0,824	1,474	1,836	2,096	2,291	2,903	3,507		
48	0,823	1,471	1,832	2,093	2,290	2,898	3,501		
49	0,821	1,469	1,830	2,090	2,287	2,894	3,496		
50	0,820	1,466	1,827	2,086	2,283	2,889	3,490		
51	0,818	1,461	1,824	2,083	2,280	2,885	3,486		
52	0,817	1,462	1,821	2,080	2,276	2,881	3,481		
53	0,815	1,459	1,818	2,077	2,273	2,875	3,474		
54	0,814	1,457	1,816	2,074	2,270	2,873	3,471		
55	0,813	1,455	1,813	2,071	2,267	2,869	3,467		
56	0,812	1,453	1,811	2,069	2,264	2,865	3,462		
57	0,810	1,451	1,809	2,063	2,261	2,862	3,458		
58	0,809	1,449	1,805	2,064	2,258	2,858	3,454		
59	0,808	1,448	1,801	2,061	2,256	2,855	3,450		
60	0,807	1,446	1,802	2,059	2,253	2,852	3,446		

Fonte: "Hidrologia Básica", Nelson L. de Sousa Pinto, SP, 1976.

3.4.5.3 Definição das curvas de precipitação x duração x frequência:

Para a definição das curvas de precipitação x duração x frequência, lançou-se mão da metodologia proposta pelo engenheiro Jaime Taborga Torrico

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

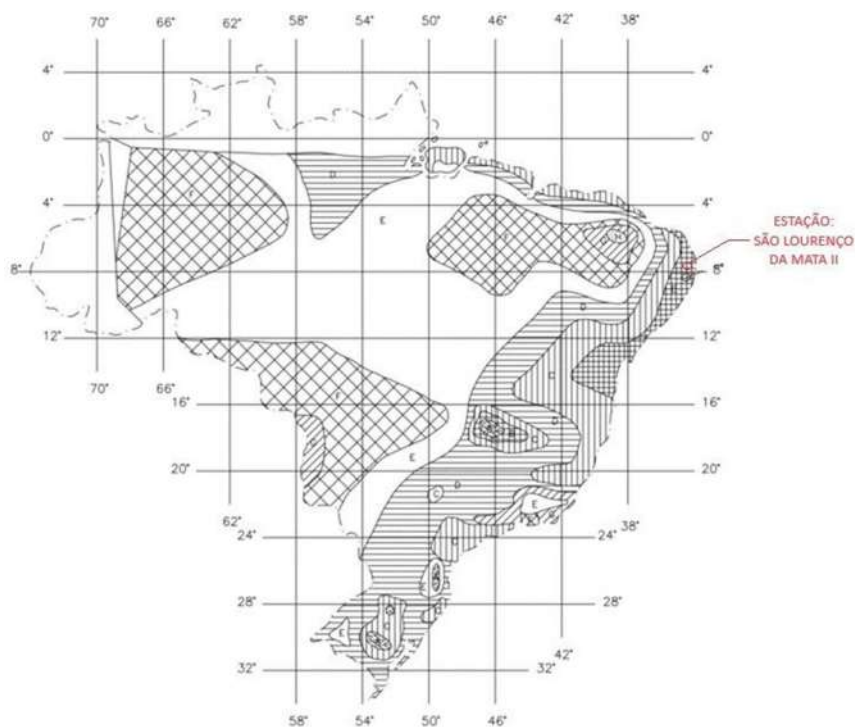
em sua publicação “Práticas Hidrológicas” de 1974.

As precipitações determinadas no item anterior para os tempos de recorrência de 5, 10, 15, 20, 25, 50 e 100 anos correspondem as chuvas diárias (1 dia).

A metodologia adotada permitiu que, através de correlações propostas pelo Método das Isozonas, fossem obtidas, a partir das chuvas diárias, as precipitações correspondentes a 1 dia, 1 hora e 6 minutos, necessárias ao projeto de Drenagem.

Os passos seguidos foram os seguintes:

a) Definição no mapa de isozonas de Igual Relação, da zona na qual o trecho está inserido e dos percentuais a serem utilizados para obtenção das chuvas de 1 hora e 6 minutos.



ZONA DE IGUAL RELAÇÃO

ISOZONA	TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS									
	1 HORA / 24 HORAS CHUVAS									
	5	10	15	20	25	30	50	100	1000	5000-50000
A	36,2	35,6	35,4	35,5	35,4	35,3	35,0	34,7	33,6	32,5
B	38,1	37,8	37,5	37,4	37,3	37,2	36,9	36,6	35,4	34,3
C	40,1	39,7	39,5	39,3	39,2	39,1	38,8	38,4	37,2	36,0
D	42,0	41,6	41,4	41,2	41,1	41,0	40,7	40,3	39,0	37,6
E	44,0	43,6	43,3	43,2	43,0	42,9	42,6	42,2	40,9	39,6
F	46,0	45,5	45,3	45,1	44,9	44,8	44,5	44,1	42,7	41,3
G	47,9	47,4	47,2	47,0	46,8	46,7	46,4	45,9	44,5	43,1
H	49,9	49,4	49,1	48,9	48,6	48,5	48,3	47,8	46,3	44,8

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

Figura 8 - Mapa das Isozonas

ISOZONA "B"									
Tempo de Recorrência em anos	1 hora / 24 horas chuva ^(A)							6 min / 24 horas ^(B)	
	5	10	15	20	25	50	100	5 a 50	100
Porcentagem	38,1	37,8	37,5	37,4	37,3	36,9	36,6	8,4	8,4
As isozonas B e C tipificam a zonas de influência marítima, com coeficientes de intensidade suaves.									
Fonte: "Práticas Hidrológicas", José Jaime Taborga Torrico, Rio, 1974. Método das Isozonas									

b) Conversão da chuva de 1 dia em chuva de 24 horas, multiplicando-se a primeira pelo fator 1,095, e cálculo das alturas das precipitações para 6 minutos e 1 hora, utilizando os percentuais definidos pelo Método das Isozonas para cada tempo e os dados de chuva para 24 horas.

ESTAÇÃO: SÃO LOURENÇO DA MATA II							
Duração	Tempo de Recorrência						
	5	10	15	20	25	50	100
24 horas ^(C)	138,43	163,41	177,36	187,37	194,95	218,42	241,66
1 hora ^(D)	52,74	61,77	66,51	70,08	72,72	80,60	88,45
6 minutos ^(E)	11,63	13,73	14,90	15,74	16,38	18,35	20,30
Notas: Macha de cálculo: 1 - (C) = $P_{Tr}(\text{mm}) \times 1,095$, onde $P_{Tr}(\text{mm})$ é dado pela fórmula de VEM TECHOW 2 - (D) = (C) x (A) 3 - (E) = (C) x (B)							

Assim sendo, as alturas de precipitações a serem adotadas são as seguintes:

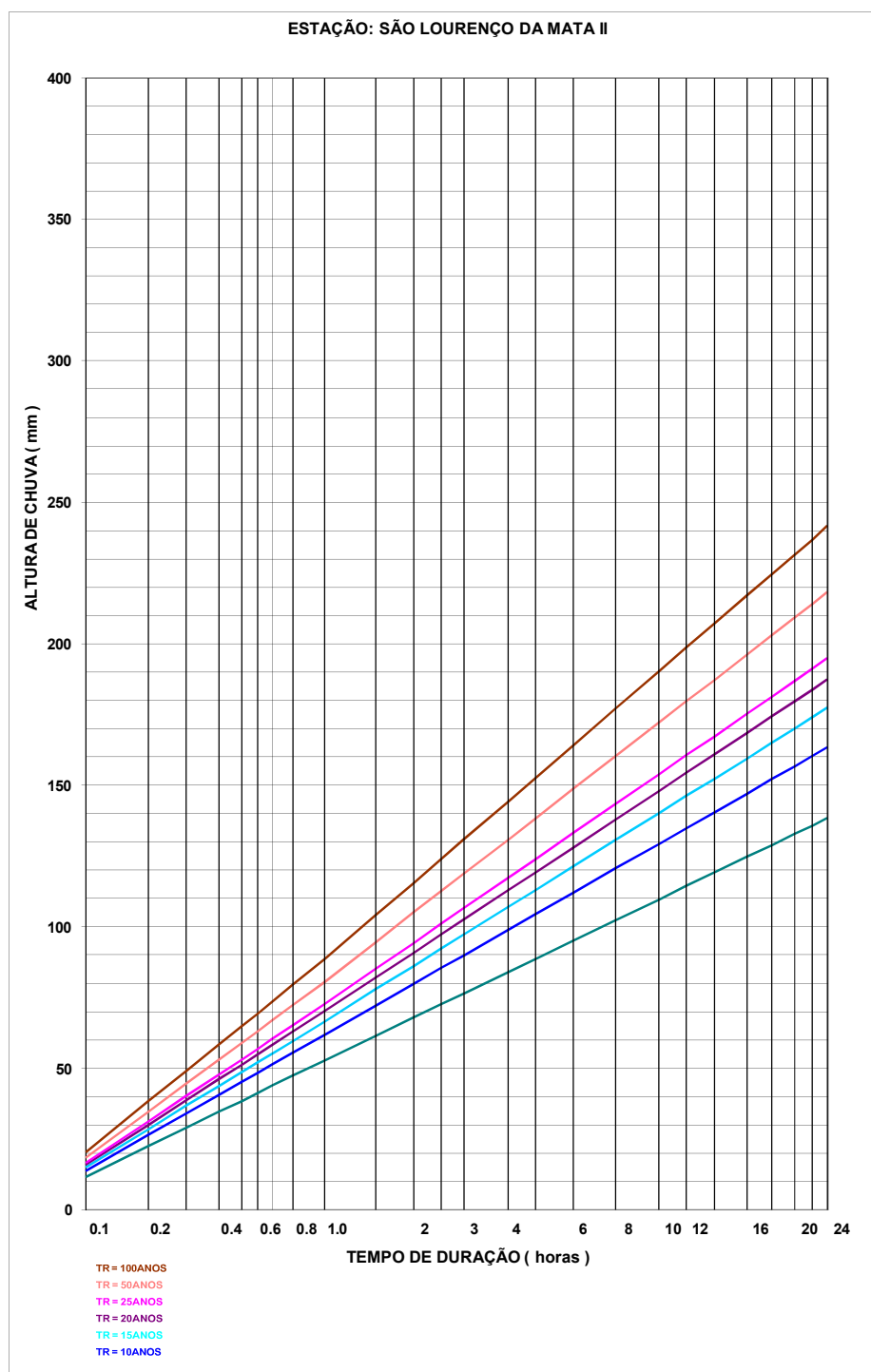
T_R (anos)	PRECIPITAÇÕES (mm)		
	6 minutos	1 hora	24 horas
5	11,63	52,74	138,43
10	13,73	61,77	163,41
15	14,90	66,51	177,36
20	15,74	70,08	187,37
25	16,38	72,72	194,95

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

50	18,35	80,60	218,42
100	20,30	88,45	241,66

Após a determinação das alturas de precipitação para duração de 24 horas, 1 hora e 6 minutos, para cada tempo de recorrência considerado, marcaram-se estes valores no papel de probabilidade de Hershfield e Wilson, e ligando-se os pontos marcados, obtiveram-se as alturas de precipitação para qualquer duração entre 6 minutos e 24 horas.



Fonte: PAPEL DE PROBABILIDADE DE HERSHFIELD E WILSON

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

3.4.5.4 Determinação das Curvas de Intensidade x Duração x Frequência:

A seguir é apresentada a Tabela de Precipitações e Intensidade em função da duração da precipitação e do tempo de recorrência e os gráficos contendo as relações entre altura de chuva, tempo de duração e tempo de recorrência, que caracterizam o regime de chuvas do trecho em estudo, através dos dados do posto São Lourenço de Mata II.

As curvas de Intensidade-Duração-Frequência foram obtidas através da correlação:

$$\text{Intensidade (i)} = \text{Precipitação (P)} / \text{Tempo (h)}$$

Logo:

$$i (6 \text{ min.}) = P/0,1 \text{ ou } P \times 10$$

$$i (1 \text{ hora}) = P$$

$$i (24 \text{ horas}) = P/24$$

Tabela 8 - Quadro de precipitações e intensidades

ESTAÇÃO: SÃO LOURENÇO DA MATA II - QUADRO DE PRECIPITAÇÕES E INTENSIDADES, EM FUNÇÃO DA DURAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO E DO TEMPO DE RECORRÊNCIA															
Tempo de Recorrência		5 anos		10 anos		15 anos		20 anos		25 anos		50 anos		100 anos	
Tempo de Duração de Chuva		P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)
6 min	(0,1 h)	11,63	116,28	13,73	137,27	14,90	148,99	15,74	157,39	16,38	163,76	18,35	183,47	20,30	202,99
12 min	(0,2 h)	22,45	112,24	26,37	131,85	28,48	142,40	30,04	150,19	31,20	156,01	34,73	173,64	38,23	191,16
36 min	(0,6 h)	41,14	68,57	48,22	80,36	51,95	86,58	54,75	91,25	56,82	94,71	63,04	105,06	69,22	115,37
60 min	(1,0 h)	52,74	52,74	61,77	61,77	66,51	66,51	70,08	70,08	72,72	72,72	80,60	80,60	88,45	88,45
120 min	(2,0 h)	67,91	33,95	79,76	39,88	86,13	43,07	90,84	45,42	94,35	47,18	104,99	52,50	115,56	57,78
240 min	(4,0 h)	83,93	20,98	98,77	24,69	106,86	26,72	112,77	28,19	117,21	29,30	130,76	32,69	144,21	36,05
1440 min	(24,0 h)	138,43	5,77	163,41	6,81	177,36	7,39	187,37	7,81	194,95	8,12	218,42	9,10	241,66	10,07

Obs.: As precipitações de 0,1 hora, 1 hora e 24 horas foram plotadas no papel de probabilidade de "Hershfield e Wilson", sendo as demais obtidas pela interpolação gráfica.

Nos gráficos a seguir, estão apresentadas as curvas de intensidade-duração-frequência e Precipitação-duração-frequência, respectivamente, para os tempos de recorrência comumente adotados em projetos desta natureza.

ESTAÇÃO: SÃO LOURENÇO DA MATA II

CURVA DE INTENSIDADE - DURAÇÃO - FREQUÊNCIA DE PRECIPITAÇÃO

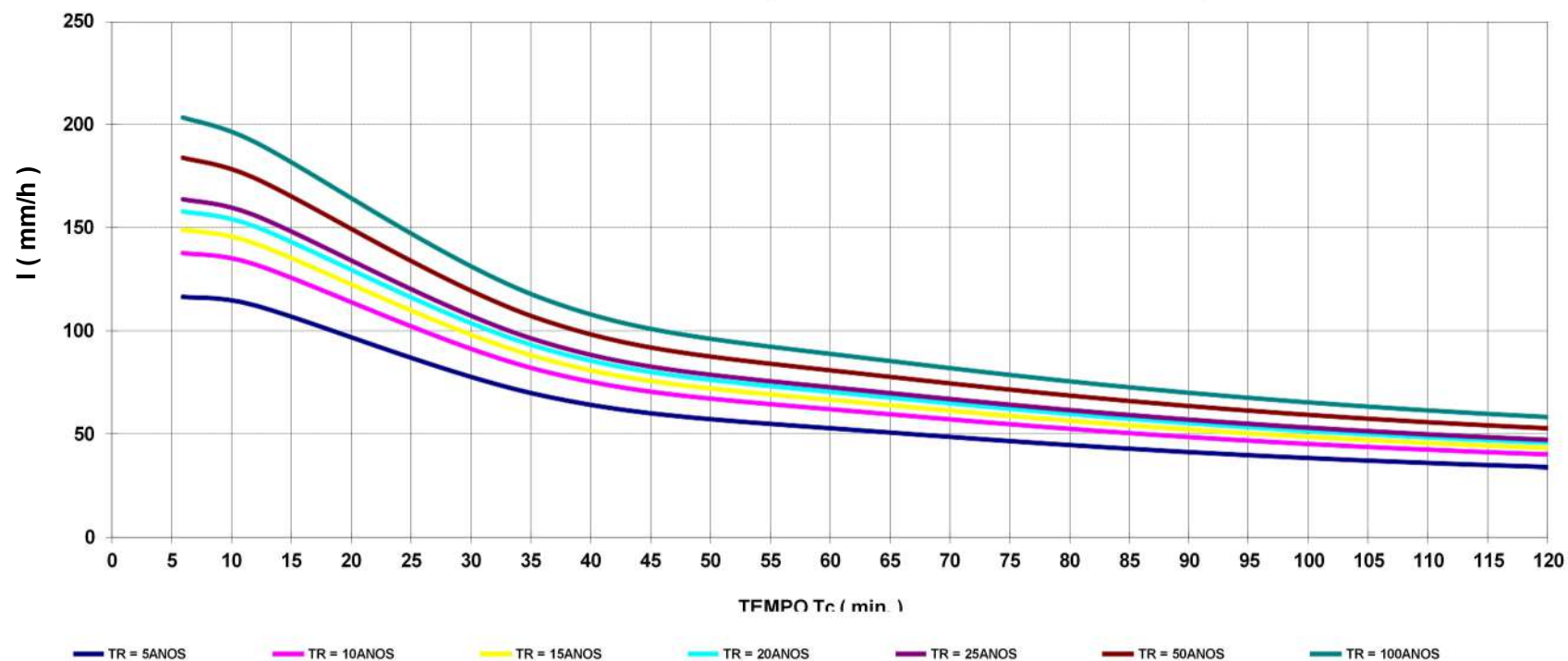


Gráfico 6 - Curva de intensidade x duração x frequência

ESTAÇÃO: SÃO LOURENÇO DA MATA II

CURVA DE PRECIPITAÇÃO - FREQUENCIA E DURAÇÃO DE PRECIPITAÇÃO

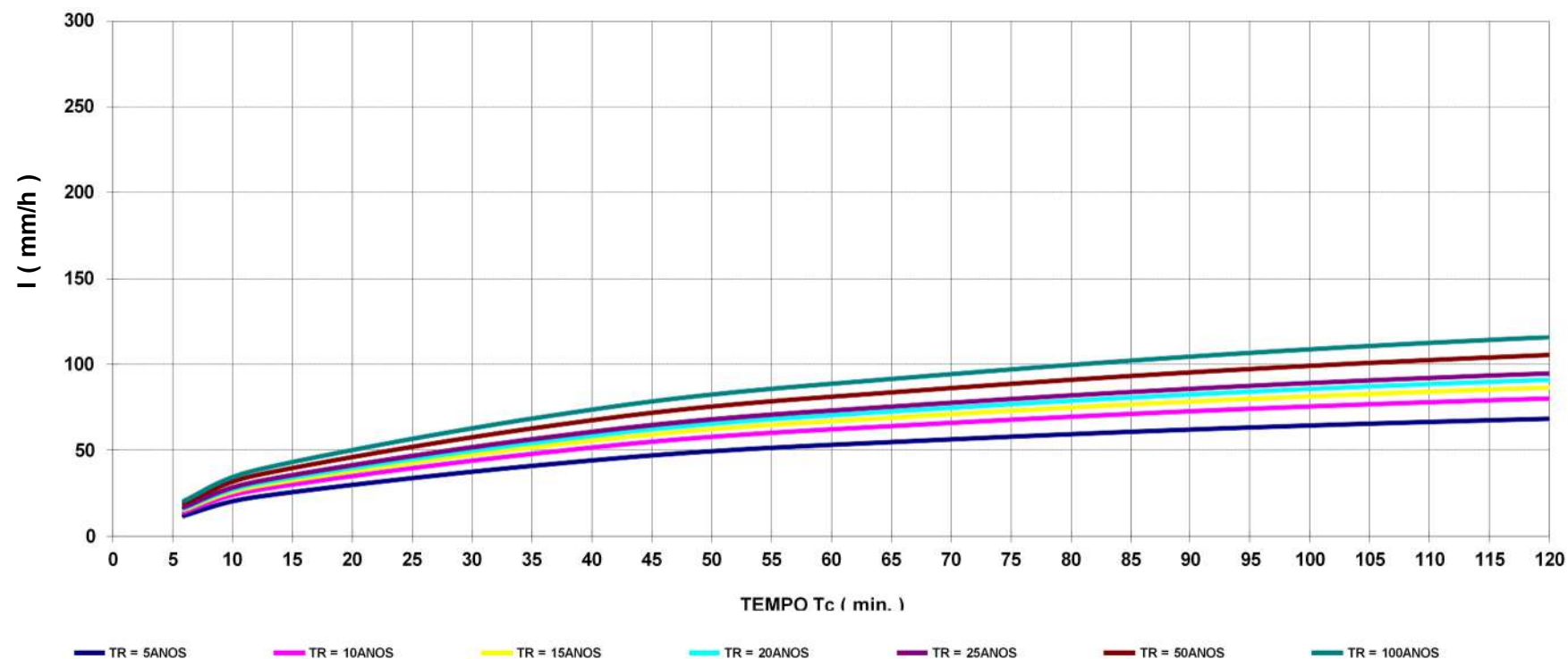


Gráfico 7 - Curva de precipitação x frequência x duração

3.5 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

3.5.1 Introdução

O presente relatório técnico descreve o levantamento topográfico realizado de acordo com as diretrizes estabelecidas pela NBR 13.133 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Este levantamento foi conduzido com o objetivo de obter informações precisas e detalhadas do terreno e suas características geográficas das ruas que contemplam este projeto, visando atender às demandas propostas no edital disponibilizado pela contratante.

O levantamento topográfico é uma atividade essencial em diversas áreas, incluindo engenharia, arquitetura, agrimensura, geologia, planejamento urbano e ambiental, entre outras. Ele fornece uma base sólida para o desenvolvimento de projetos, planejamento, construção e gestão do espaço físico, garantindo a segurança e eficácia das ações realizadas.

Neste relatório, serão apresentadas todas as etapas do levantamento topográfico, desde a definição dos objetivos e a escolha das metodologias até a coleta, processamento e representação dos dados topográficos. As informações contidas neste documento têm o propósito de servir como um registro completo e detalhado do levantamento, permitindo a análise crítica, validação e utilização dos resultados obtidos.

O levantamento foi conduzido em conformidade com as normas técnicas estabelecidas pela NBR 13.133 como citado anteriormente, que definem os padrões de representação de projetos de topografia, garantindo a precisão e clareza da documentação apresentada. O trabalho foi executado por profissionais qualificados e equipados com tecnologia de ponta, assegurando a qualidade dos resultados.

A seguir, apresentaremos os objetivos específicos do levantamento, a descrição da área de estudo, a metodologia adotada, os equipamentos utilizados e, por fim, a representação gráfica dos dados coletados. Este relatório servirá

como uma ferramenta fundamental para a tomada de decisões e orientação de futuros projetos e ações relacionadas à área de estudo.

3.5.2 Metodologia Adotada

3.5.2.1 *Planejamento*

Durante o planejamento do levantamento foram decididos os seguintes itens:

- Localização estimada dos marcos geodésicos;
- Tipos dos marcos geodésicos;
- Tempo de rastreio com base na distância da RBMC.
- Metodologias de rastreamento.

3.5.2.2 *Implantação dos Marcos Geodésicos*

A materialização dos pontos de apoio básicos aos levantamentos foi planejados de forma a atender toda a área de estudos topográficos e garantir sua preservação para posterior ocupação nas obras de restauração das vias. Sua implantação consiste na utilização de marcos de concreto com 60 cm de comprimento, 144 cm² de base e 64 cm² de topo, formando um tronco de pirâmide, mantendo 10cm aparentes e 50cm fincados no solo e implantados aos pares (intervisíveis) com máxima distância de 80m entre eles, possuindo em seu topo uma chapa metálica para a correta centragem dos equipamentos de precisão.

Os marcos quando implantados possuem um afloramento da sua face superior em torno de 10cm em relação ao nível do terreno.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

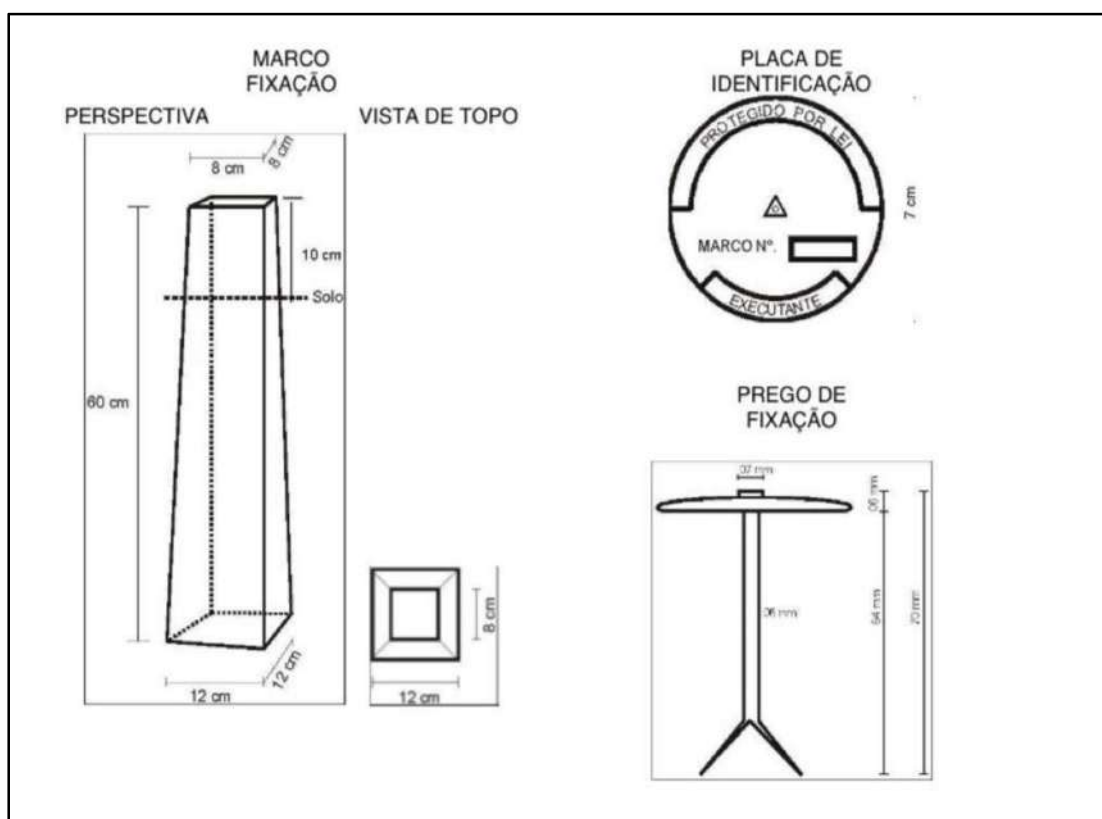


Figura 9 - Estrutura dos marcos geodésicos

NOMENCLATURA DOS MARCOS	
M01	M01A
M02	M02A
M03	M03A

A seguir são apresentados alguns registros fotográficos dos marcos implantados:



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA
Secretaria de Infraestrutura e Habitação



Figura 10 – Locação marco M01



Figura 11 – Locação marco M01A

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA
Secretaria de Infraestrutura e Habitação



Figura 12 – Locação marco M02



Figura 13 - Locação marco M02A

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA
Secretaria de Infraestrutura e Habitação



Figura 14 - Locação marco M03



Figura 15 - Locação marco M03A

3.5.2.3 Rastreo dos marcos geodésicos

Os rastreios dos marcos foram baseados respeitando as instruções do IBGE conforme tempo baseado na distância da RBMC (PERC) mais próxima.

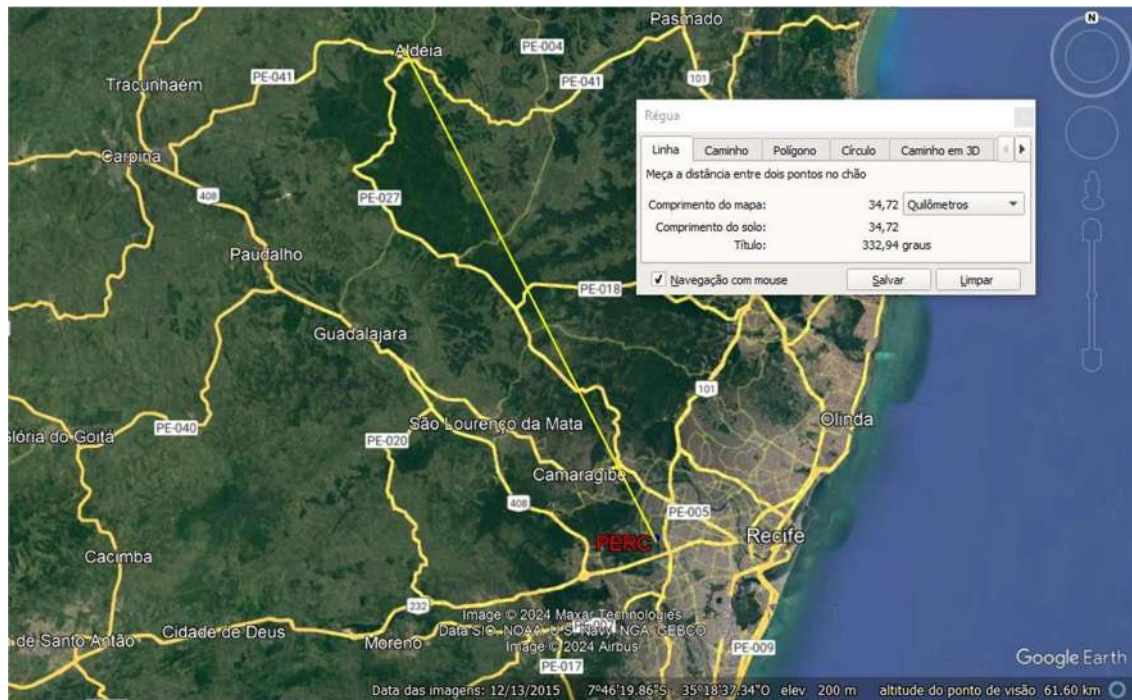


Figura 16 - Distância da RBMC (PERC) mais próxima

Linha de Base	Tempo de observação	Equipamento Utilizado	Precisão
00 – 05 Km	05 – 10 min	L1 ou L1/L2	5 - 10 mm + 1 ppm
05 – 10 Km	10 – 15 min	L1 ou L1/L2	5 - 10 mm + 1 ppm
10 – 20 Km	10 – 30 min	L1 ou L1/L2	5 - 10 mm + 1 ppm
20 – 50 Km	02 – 03 hr	L1/L2	5 mm + 1 ppm
50 – 100 Km	mínimo. 03 hr	L1/L2	5 mm + 1 ppm
> 100 Km	mínimo. 04 hr	L1/L2	5 mm + 1 ppm

3.5.2.3.1 PPP-IBGE

O IBGE-PPP (Posicionamento por Ponto Preciso) é um serviço online gratuito para o pós-processamento de dados GNSS (Global Navigation Satellite System), que faz uso do programa CSRS-PPP (GPS Precise Point Positioning) desenvolvido pelo NRCan (Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada). Ele permite aos usuários com receptores GPS e/ou GLONASS, obterem coordenadas referenciadas ao SIRGAS2000 (Sistema de Referência

Geocêntrico para as Américas) e ao ITRF (International Terrestrial Reference Frame) através de um processamento preciso. O IBGE-PPP processa dados GNSS (GPS e GLONASS) que foram coletados por receptores de uma ou duas frequências no modo estático ou cinemático.

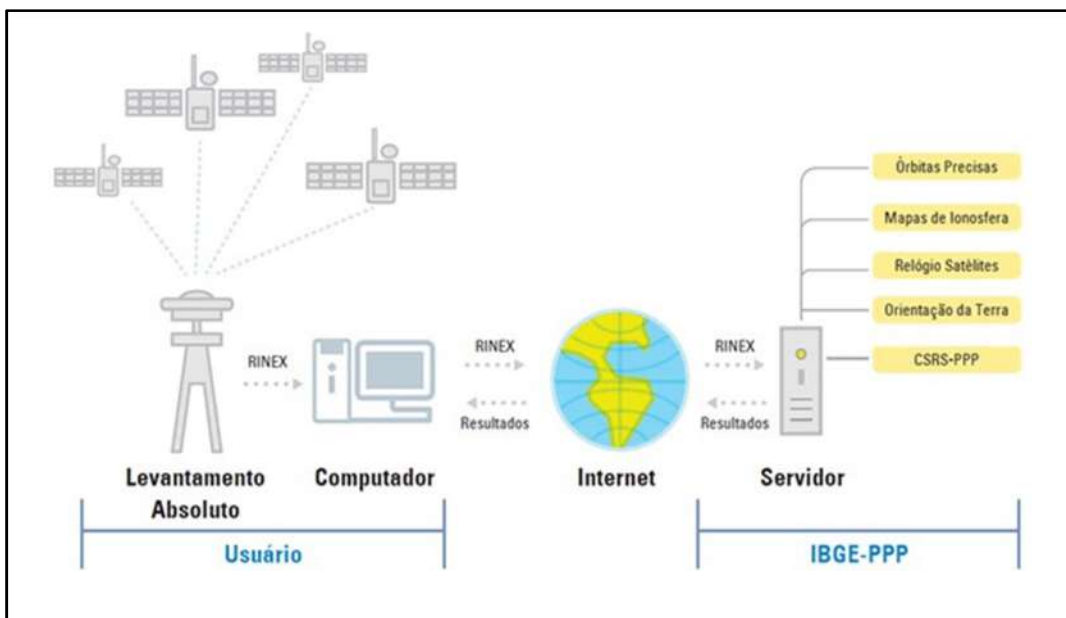


Figura 17 - Processamento PPP-IBGE

Obtendo o seguinte arquivo:

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA
Secretaria de Infraestrutura e Habitação

PPP - IBGE



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

Sumário do Processamento do marco: M01

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.SS 2024/01/08 12:50:10,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.SS 2024/01/08 15:27:00,00
Modo de Operação do Usuário: ESTÁTICO
Observação processada: CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena: CHC173+ NONE
Órbitas dos satélites: RÁPIDA
Frequência processada: L3
Intervalo do processamento(s): 10,00
Sigma² da pseudodistância(m): 5,000
Sigma da portadora(m): 0,010
Altura da Antena³(m): 1,692
Ângulo de Elevação(graus): 10,000
Resíduos da pseudodistância(m): 0,96 GPS 1,00 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm): 0,93 GPS 1,04 GLONASS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (E a que data ser usado) ⁴	-7° 46' 28,2739"	-35° 06' 08,8247"	164,82	9140053,479	268135,584	-33
Na data do levantamento ⁵	-7° 46' 28,2641"	-35° 06' 08,8271"	164,82	9140053,752	268135,509	-33
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,003	0,010	0,013			

Coordenada Altimétrica

Modelo: hgeoHNOR_IMBITUBA
Fator para Conversão (m): -5,19 Incerteza (m): 0,07
Altitude Normal (m): 170,01

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

MONOGRAFIA DO MARCO

RELATÓRIO DE MONOGRAFIA DE MARCO

MARCO DE APOIO GEODÉSICO

CÓD.DO MARCO: M01		MUNICÍPIO / UF: ARAÇOIABA/PE	
DATUM : SIRGAS 2000	PROJEÇÃO : UTM	FUSO : 25 S	DATA: 08/JANEIRO/2024
VALORES DAS COORDENADAS			
COORDENADAS UTM / FUSO: 25 S		COORDENADAS GEODÉSICAS (GMS)	
		DESVIO PADRÃO (SIGMA 95%)	
N(m):	9.140.053,479	Latitude(φ):	7° 46' 28,2739" S σ(φ): 0,003
E(m):	268.135,584	Longitude(λ):	35° 06' 08,8247" O σ(λ): 0,001
MC:	-33	Alt. Elipsoidal(h):	164,820 σ(h): 0,003
COORDENADA ALTIMÉTRICA			
Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA	Altitude Normal(N)	170,01 Fator de Conversão (m): -5,19

RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

FOTO 1



FOTO 2

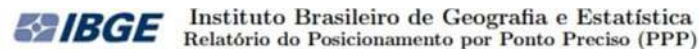


LOCALIZAÇÃO



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA
Secretaria de Infraestrutura e Habitação

PPP - IBGE



Sumário do Processamento do marco: M01A

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.SS	2024/01/08 13:41:20,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.SS	2024/01/08 16:01:50,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	CHC173+ NONE
Órbitas dos satélites ¹ :	RÁPIDA
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	10,00
Sigma ² da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena ³ (m):	2,000
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	1,62 GPS 1,62 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	1,33 GPS 1,42 GLONASS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (é a que deve ser usada) ⁴	-7° 46' 27,3143"	-35° 06' 05,3281"	164,17	9140083,471	268242,600	-33
Na data do levantamento ⁵	-7° 46' 27,3054"	-35° 06' 05,3305"	164,17	9140083,744	268242,525	-33
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,008	0,023	0,021			

Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA
Fator para Conversão (m):	-5,19
Altitude Normal (m):	169,36
Incerteza (m):	0,07

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

MONOGRAFIA DO MARCO

RELATÓRIO DE MONOGRAFIA DE MARCO

MARCO DE APOIO GEODÉSICO

CÓD.DO MARCO: M01A		MUNICÍPIO / UF: ARAÇOIABA/PE	
DATUM : SIRGAS 2000	PROJEÇÃO : UTM	FUSO : 25 S	DATA: 08/JANEIRO/2024
VALORES DAS COORDENADAS			
COORDENADAS UTM / FUSO: 25 S		COORDENADAS GEODÉSICAS (GMS)	
DESVIO PADRAO (SIGMA 95%)			
N(m):	9 140 083,471	Latitude(φ):	7° 46' 27,3143"S σ(φ): 0,003
E(m):	268 242 584	Longitude(λ):	35° 06' 05,3305"O σ(λ): 0,002
MC:	-33	Alt. Elipsoidal(h):	164,170 σ(h): 0,002
COORDENADA ALTIMETRICA			
Modelo: hgeoHNOR_IMBITUBA	Altitude Normal(H)	169,36	Fator de Conversão (m): -5,19

RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

FOTO 1



FOTO 2



LOCALIZAÇÃO



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA
Secretaria de Infraestrutura e Habitação

PPP - IBGE

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

Sumário do Processamento do marco: M02

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.SS 2024/01/08 16:24:35,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.SS 2024/01/08 19:05:41,00
Modo de Operação do Usuário: ESTÁTICO
Observação processada: CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena: CHC17+ NONE
Órbitas dos satélites:1 RÁPIDA
Frequência processada: L3
Intervalo do processamento(s): 1,00
Sigma² da pseudodistância(m): 5,000
Sigma da portadora(m): 0,010
Altura da Antena²(m): 1,738
Ângulo de Elevação(graus): 10,000
Resíduos da pseudodistância(m): 0,77 GPS 0,67 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm): 0,87 GPS 0,81 GLONASS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (6 s que deve ser usado) ¹	-7° 45' 17,5814"	-35° 05' 54,1906"	142,27	9142227,945	268573,329	-33
Na data do levantamento ⁵	-7° 45' 17,5725"	-35° 05' 54,1930"	142,27	9142228,218	268573,254	-33
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,002	0,005	0,007			

Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA	
Fator para Conversão (m):	-5,18	Incerteza (m): 0,07
Altitude Normal (m):	147,45	

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

MONOGRAFIA DO MARCO

RELATÓRIO DE MONOGRAFIA DE MARCO

MARCO DE APOIO GEODÉSICO

CÓD.DO MARCO: M02		MUNICÍPIO / UF: ARAÇOIABA/PE	
DATUM : SIRGAS 2000	PROJEÇÃO : UTM	FUSO : 25 S	DATA: 08/JANEIRO/2024
VALORES DAS COORDENADAS			
COORDENADAS UTM / FUSO: 25 S		COORDENADAS GEODÉSICAS (GMS)	DESVIO PADRÃO (SIGMA 95%)
N(m):	9 142 227,945	Latitude(ϕ):	7° 45' 17,5814"S $\sigma(\phi)$: 0,002
E(m):	268 573,584	Longitude(λ):	35° 05' 54,1906"O $\sigma(\lambda)$: 0,005
MC:	-33	Alt. Elipsoidal(h):	142,270 $\sigma(h)$: 0,007
COORDENADA ALTIMÉTRICA			
Modelo: hgeoHNOR_IMBITUBA	Altitude Normal(H)	147,45	Fator de Conversão (m): -5,18

RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

FOTO 1



FOTO 2




LOCALIZAÇÃO



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA
Secretaria de Infraestrutura e Habitação

PPP - IBGE

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

Sumário do Processamento do marco: M02A

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS	2024/01/08 16:46:46.00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS	2024/01/08 19:06:00.00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	CHC173+ NONE
Órbitas dos satélites ¹ :	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):	2,000
Ângulo de Elevação(gaus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	0,87 GPS 0,79 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,84 GPS 0,85 GLONASS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (é a que deve ser usada) ⁴	-7° 45' 20,7090"	-35° 05' 54,8091"	146,08	9142131.745	268554.848	-33
Na data do levantamento ⁵	-7° 45' 20,7001"	-35° 05' 54,8115"	146,08	9142132.018	268554.773	-33
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,002	0,006	0,007			

Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA
Fator para Conversão (m):	-5,18
Altitude Normal (m):	151,26
Incerteza (m):	0,07

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

MONOGRAFIA DO MARCO

RELATÓRIO DE MONOGRAFIA DE MARCO

MARCO DE APOIO GEODÉSICO

CÓD.DO MARCO: M02A		MUNICÍPIO / UF: ARAÇOIABA/PE	
DATUM : SIRGAS 2000	PROJEÇÃO : UTM	FUSO : 25 S	DATA: 08/JANEIRO/2024
VALORES DAS COORDENADAS			
COORDENADAS UTM / FUSO: 25 S		COORDENADAS GEODÉSICAS (GMS)	DESVIO PADRÃO (SIGMA 95%)
N(m):	9142131.745	Latitude(ϕ):	7° 45' 20,7090"S $\sigma(\phi)$: 0,002
E(m):	268554.848	Longitude(λ):	35° 05' 54,8091"O $\sigma(\lambda)$: 0,006
MC:	-33	Alt. Elipsoidal(h):	146,080 $\sigma(h)$: 0,007
COORDENADA ALTIMETRICA			
Modelo: hgeoHNOR_IMBITUBA	Altitude Normal(H)	151,26	Fator de Conversão (m): -5,18

RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

FOTO 1



FOTO 2




LOCALIZAÇÃO



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA
Secretaria de Infraestrutura e Habitação

PPP - IBGE

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

Sumário do Processamento do marco: M03

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS 2024/01/08 20:43:23,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS 2024/01/08 22:45:26,00
Modo de Operação do Usuário: ESTATICO
Observação processada: CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena: CHCI73+ NONE
Órbitas dos satélites:1 RÁPIDA
Frequência processada: L3
Intervalo do processamento(s): 1,00
Sigma² da pseudodistância(m): 5,000
Sigma da portadora(m): 0,010
Altura da Antena³(m): 1,878
Ângulo de Elevação(graus): 10,000
Resíduos da pseudodistância(m): 0,93 GPS 1,42 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm): 0,80 GPS 0,80 GLONASS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (E a que deve ser usada) ⁴	-7° 44' 25,8716"	-35° 05' 13,2933"	67,29	9143823,072	269818,972	-33
Na data do levantamento ⁵	-7° 44' 25,8627"	-35° 05' 13,2957"	67,29	9143823,346	269818,898	-33
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,002	0,007	0,004			

Coordenada Altimétrica

Modelo: hgeoHNOR_IMBITUBA
Fator para Conversão (m): -5,19 Incerteza (m): 0,07
Altitude Normal (m): 72,48

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

MONOGRAFIA DO MARCO

RELATÓRIO DE MONOGRAFIA DE MARCO

MARCO DE APOIO GEODÉSICO

CÓD.DO MARCO: M03		MUNICÍPIO / UF: ARAÇOIABA/PE	
DATUM : SIRGAS 2000	PROJEÇÃO : UTM	FUSO : 25 S	DATA: 08/JANEIRO/2024
VALORES DAS COORDENADAS			
COORDENADAS UTM / FUSO: 25 S		COORDENADAS GEODÉSICAS (GMS)	DESVIO PADRAO (SIGMA 95%)
N(m): 9 143 823,072	Latitude(φ): 7° 44' 25,8716"S	σ(φ):	0,002
E(m): 269 818 972	Longitude(λ): 35° 05' 13,2933"O	σ(λ):	0,007
MC: -33	Alt. Elipsoidal(h): 67,290	σ(h):	0,004
COORDENADA ALTIMETRICA			
Modelo: hgeoHNOR_IMBITUBA	Altitude Normal(H) 72,48	Fator de Conversão (m):	-5,19

RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

FOTO 1



FOTO 2



LOCALIZAÇÃO



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

PPP - IBGE



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

Sumário do Processamento do marco: M03A

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS 2024/01/08 20:34:35,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS 2024/01/08 22:44:19,00
Modo de Operação do Usuário: ESTÁTICO
Observação processada: CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena: CHCI73+ NONE
Órbitas dos satélites: RÁPIDA
Frequência processada: L3
Intervalo do processamento(s): 1,00
Sigma² da pseudodistância(m): 5,000
Sigma da portadora(m): 0,010
Altura da Antena³(m): 2,000
Ângulo de Elevação(graus): 10,000
Resíduos da pseudodistância(m): 0,83 GPS 0,92 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm): 0,78 GPS 0,75 GLONASS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (5 a que deve ser usada) ⁴	-7° 44' 26,4619"	-35° 05' 12,0816"	68,34	9143805,116	269856,200	-33
Na data do levantamento ⁵	-7° 44' 26,4530"	-35° 05' 12,0840"	68,34	9143805,389	269856,125	-33
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,002	0,007	0,004			

Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA
Fator para Conversão (m):	-5,19
Altitude Normal (m):	73,53
Incerteza (m):	0,07

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

MONOGRAFIA DO MARCO

RELATÓRIO DE MONOGRAFIA DE MARCO

MARCO DE APOIO GEODÉSICO

CÓD.DO MARCO: M03A		MUNICÍPIO / UF: ARAÇOIABA/PE	
DATUM : SIRGAS 2000		PROJEÇÃO : UTM	FUSO : 25 S
		DATA: 08/JANEIRO/2024	
VALORES DAS COÓRDENADAS			
COORDENADAS UTM / FUSO: 25 S		COORDENADAS GEODÉSICAS (GMS)	DESVIO PADRÃO (SIGMA 95%)
N(m):	9.143.805,116	Latitude(φ):	7° 44' 26,4619"S σ(φ): 0,002
E(m):	269.856,200	Longitude(λ):	35° 05' 12,0816"E σ(λ): 0,007
MC:	-33	Alt. Elipsoidal(h):	68,340 σ(h): 0,004
COORDENADA ALTIMÉTRICA			
Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA	Altitude Normal(H)	73,53
		Fator de Conversão (m):	-5,19

FOTO 1



FOTO 2



LOCALIZAÇÃO



3.5.2.4 *hgeoHNOR2020*

Modelo digital que fornece os fatores para conversão das altitudes dadas pelos receptores GNSS, resultando em altitudes compatíveis com a gravidade terrestre, mais adequadas para descrever o escoamento de massas líquidas, como as necessárias em grandes projetos de irrigação, geração hidrelétrica etc.

Em termos técnicos, um modelo para conversão de altitudes descreve numericamente a separação entre o elipsoide de referência das altitudes geométricas – também chamadas elipsoidais, resultantes da utilização dos Sistemas Globais de Navegação por Satélite (GNSS) – e a superfície de referência das altitudes físicas, isto é, no caso do Brasil, o Datum vertical da Rede Altimétrica de Alta Precisão (RAAP) do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB).

A partir das coordenadas geodésicas resultantes do adequado processamento das observações coletadas por meio de um receptor GNSS geodésico, deve-se extrair do modelo o fator para conversão da altitude geométrica em altitude física.

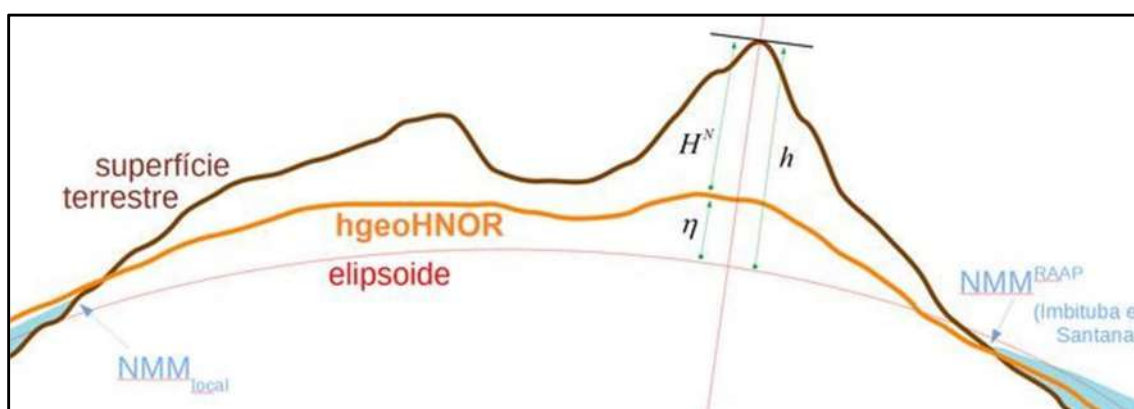


Figura 18 - Caracterização de coordenadas

3.5.3 Levantamento Topográfico Cadastral planialtimétrico

Com resultados satisfatórios para os marcos geodésicos foi dado início ao levantamento topográfico cadastral planialtimétrico, utilizando o método RTK.

3.5.3.1 Real Time Kinematic (RTK)

O uso de técnicas de levantamento topográfico com uso de equipamentos geodésicos de precisão com correções instantâneas e simultâneas entre a base estabelecida e os equipamentos itinerantes responsáveis pela coleta de dados é uma técnica conhecida como RTK (Real Time Kinematic), associando a navegação por satélite artificiais a um sistema de rádio modem para obter coordenadas planialtimétricas com correções instantâneas e dentro de uma precisão pré-estabelecida no momento da aquisição do ponto.

O método consiste em utilizar dois ou mais receptores GNSS, um definido como referência do levantamento, base, que permanecerá estático em um ponto de coordenadas conhecidas e precisas, e os demais equipamentos itinerantes denominados de rover, o qual será movido pelo trecho para determinar as feições naturais ou artificiais existentes.

Uma das referências transportadas para a área do projeto e os pontos de interesse foram coletados posicionando o receptor GNSS rover, apoiado em haste metálica com altura graduada, aprumado, formando 90° com o plano do solo. As identificações, coordenadas, elevações e informações necessárias de cada ponto foram armazenadas na controladora de dados.

Foram coletadas as posições de crista e pé de talude, edificações, soleira, meios-fios, postes da rede elétrica, canais, canaletas, alinhamentos gerais de terrenos (terreno natural), tampas da rede pluvial, etc. A coleta de pontos se iniciou na posição da GNSS BASE 01, seguindo o levantamento de coordenadas XYZ das vias e acessos e realizando a checagem dos dados entre os equipamentos, ocupando a mesma posição, coletando os pontos e verificando suas precisões entre os rovers, de forma periódica no início, durante toda a execução do levantamento de campo e na sua finalização.

3.5.4 Levantamento Fotogramétrico com Drones para Topografia

A fotogrametria é a técnica de obtenção de informações métricas e tridimensionais a partir de fotografias. No contexto topográfico, ela é fundamental para a geração de modelos digitais de terreno, ortofotos e mapas precisos.

O levantamento fotogramétrico com drones utiliza câmeras embarcadas para capturar imagens aéreas da área de interesse. As imagens são sobrepostas, criando uma cobertura significativa. A partir dessa sobreposição, são extraídas informações tridimensionais, como altitudes e coordenadas.

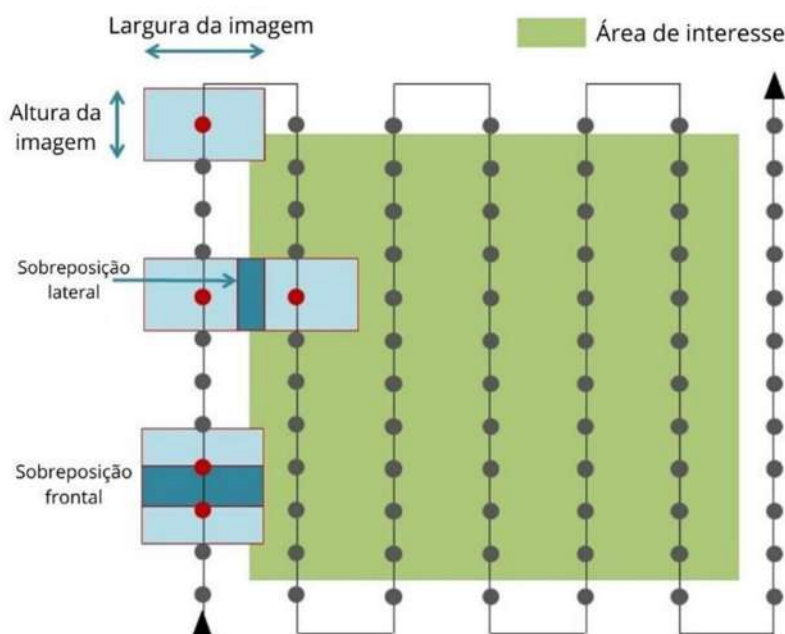


Figura 19 – Técnica de levantamento fotogramétrico

3.5.4.1 *Pontos de Controle*

Para garantir precisão, são estabelecidos pontos de controle terrestres com coordenadas conhecidas. Esses pontos são identificados nas imagens e utilizados para georreferenciar o modelo, alinhando-o ao sistema de coordenadas global. Um número adequado de pontos de controle é crucial para a acurácia do resultado.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA
Secretaria de Infraestrutura e Habitação



Figura 20 - Rastreamento de PC 01



Figura 21 - Rastreamento de PC 02

3.5.4.2 Processamento

O processo de fotogrametria com drones envolve a triangulação das imagens, identificação de pontos homólogos e a criação de um modelo tridimensional. O software especializado utiliza algoritmos para correlacionar as imagens, calcular parâmetros internos e externos das câmeras e gerar um modelo digital de superfície (MDS). Esse modelo é posteriormente processado para gerar um modelo digital de elevação (MDE), ortofotos e outros produtos topográficos.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA
Secretaria de Infraestrutura e Habitação

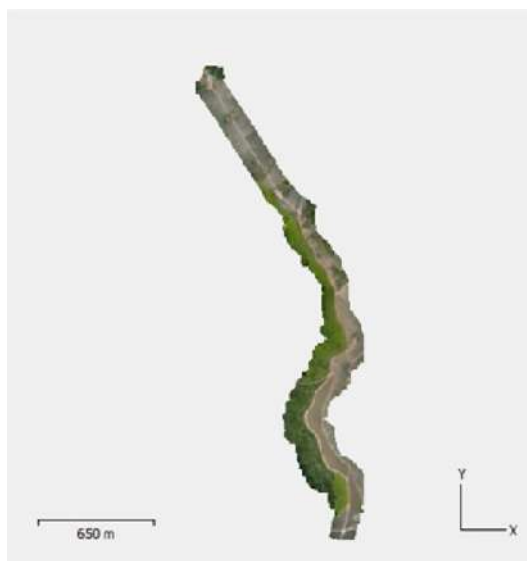


Figura 22 - MDS

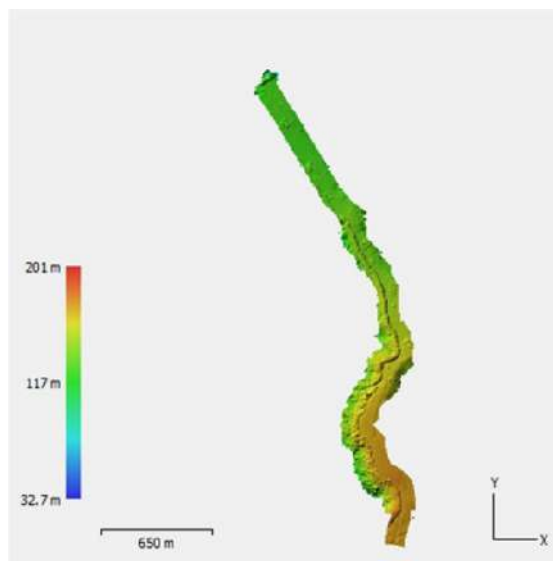


Figura 23 - MDE

3.5.5 Equipamentos Utilizados

Para este serviço de levantamento topográfico foram utilizados os seguintes itens:

1. Um par de GNSS CHC NAV i73+;
2. Um drone DJI Air 2 S;
3. Três pares de marcos de concreto;
4. 6 chapas de aço;
5. Tripé;
6. Bipé;
7. Bastão nivelante;
8. Base nivelante;
9. Trena;
10. Coletora.

Em anexo está sendo apresentada as plantas topográficas dos 2,5 Km, resultado deste estudo.

4 PROJETOS EXECUTIVOS

4.1 Projeto Geométrico

4.1.1 Considerações Gerais

O projeto geométrico foi desenvolvido de modo a respeitar as condições existentes do terreno e das edificações lindeiras, evitando interferências significativas e preservando o traçado funcional da via. Considerando que as soleiras das edificações existentes limitam alterações de greide e que a geometria vertical atual se apresenta bem definida e funcional, não se justifica a execução de grandes volumes de terraplenagem.

As operações previstas restringem-se à regularização do subleito, contemplando cortes e/ou aterros com espessura máxima de 20 cm, de modo a garantir uma superfície uniforme e nivelada para o assentamento dos meios-fios e do revestimento em paralelepípedos. Essa regularização será executada imediatamente antes da pavimentação, com o auxílio de motoniveladora, conforme previsto nas Normas Rodoviárias do DNIT 137/2010 – ES.

4.1.2 Soluções Técnicas

O serviço de execução de pavimentação com revestimento em paralelepípedos consiste no assentamento manual de paralelepípedos de pedra granítica rejuntada com argamassa de cimento e areia sobre um colchão de areia grossa. Trata-se de uma solução de pavimentação amplamente utilizada no Estado de Pernambuco, tendo como principais características favoráveis o baixo custo de implantação e manutenção e a facilidade de execução, requerendo mão de obra sem maior especialização, além da grande abundância do material (pedras graníticas) na região.

Os serviços de execução de revestimento em paralelepípedos consistem no assentamento manual de paralelepípedos de pedra granítica rejuntada com argamassa de cimento e areia, sobre um colchão de areia ou de uma mistura de

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

cimento e areia, de acordo com estas especificações e em obediência ao indicado no projeto de pavimentação.

Durante a execução, para cumprimento fiel das disposições do projeto deverá o calceteiro assentar os paralelepípedos com auxílio de uma régua de comprimento mínimo de 2,20m, apoiando-se nas fileiras já assentadas. Os paralelepípedos empregados numa mesma fileira deverão ter larguras aproximadamente iguais.

Nas curvas de grande raio, pela seleção dos tamanhos dos paralelepípedos e pela ligeira modificação de espessura de junta transversal, manter-se-á as fileiras normais do eixo da pista.

Nas curvas em que a grandeza do raio for tal que o expediente indicado anteriormente for insuficiente, proceder-se-á da forma abaixo descrita, representada graficamente nos detalhes típicos a seguir:

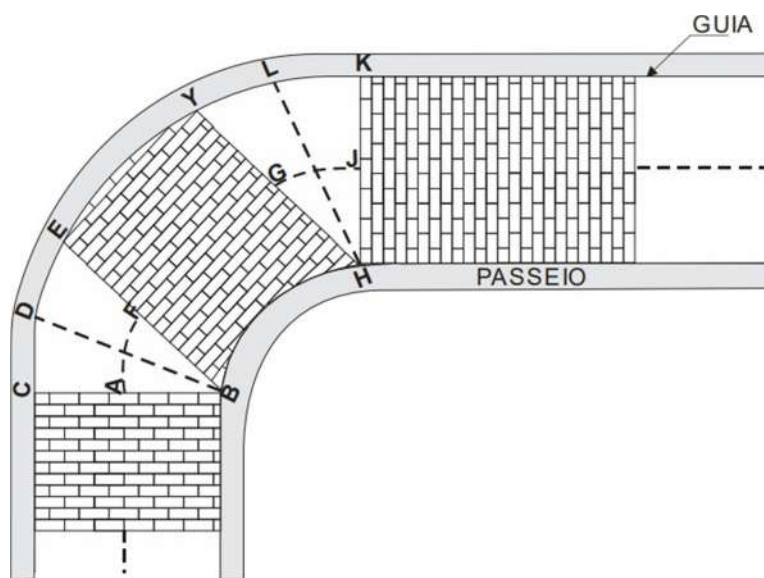


Figura 24 - Detalhe típico de geometria 01

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA
Secretaria de Infraestrutura e Habitação

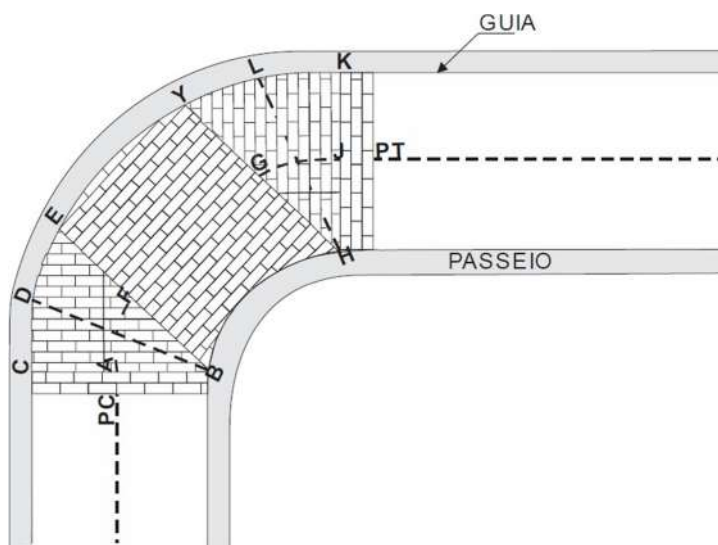


Figura 25 - Detalhe típico de geometria 02

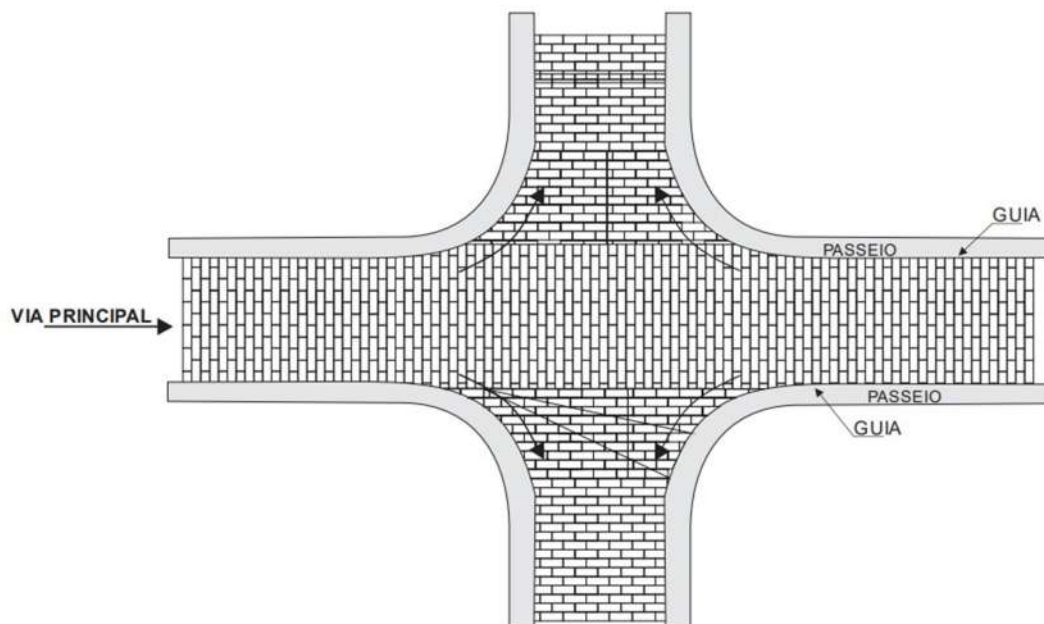


Figura 26 - Detalhe típico de geometria 03

Atingindo o PC as fileiras continuam, curva adentro, normais ao prolongamento do eixo até ser alcançado o ponto A, que será fixado pela fiscalização, em função do ângulo central da curva. Pelo ponto B marca-se

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

DE=DC e assenta-se a fileira BE. As fileiras devem progredir paralelamente a BE até um ponto G, onde se repetirão as condições de A. Entre G e J, procede-se como A e F e assim sucessivamente até o PT, conforme figuras acima.

Nos triângulos –CBE, YHK, deixados vazios, o calçamento será completado conforme a figura 2 anexo “A”, isto é, fixada a fileira BE, sobre a qual se decide fechar o calçamento, reinicia-se este a partir de BC.

Nos trechos de cruzamento calçamento deverá continuar sem modificação na pista considerada principal. Na pista secundária o assentamento seguirá da mesma forma até encontrar o alinhamento do bordo da pista principal, tomando-se a atenção devida para a perfeita concordância da função das vias.

O rejuntamento dos paralelepípedos será efetuado logo que seja terminado o seu assentamento e será procedido de uma operação de espargimento d’água em toda a área a ser rejuntada.

O intervalo entre as operações de assentamento e rejuntamento dos paralelepípedos poderá ser alterado a critério da fiscalização.

O rejuntamento com argamassa semifluida de cimento e areia, cujo traço será fixado no projeto, far-se-á, utilizando-se recipientes apropriados, de modo a haver um preenchimento total das juntas dos paralelepípedos.

Após a operação de rejuntamento será retirado com auxílio de espátulas, o excesso de argamassa, procedendo-se em seguida a uma varredura de acabamento e desenhando-se no rejunto a separação dos paralelepípedos.

Durante todo o período de cura mínima de 8 dias, durante o qual a pista deverá ser mantida umedecida. Antes de iniciado os serviços deverão ser feitos, com a pedra utilizada, os ensaios de desgaste Los Angeles e durabilidade.

Numa fileira completa a tolerância máxima para juntas que estejam fora das exigências estabelecidas nesta especificação será de 30%.

A face do calçamento não deverá apresentar, sob uma régua sobre ela disposta em qualquer direção, depressão superior a 0,01m.

4.2 Projeto de Terraplenagem

4.2.1 Considerações Gerais

O projeto de terraplenagem consiste no estudo da movimentação de terra oriunda de cortes e transportados para os segmentos de aterro, onde serão compactados conforme as notas de serviços elaboradas neste trabalho, para garantir a melhor funcionalidade da drenagem, suporte e fundações para os pavimentos e das estruturas que serão construídas, assim como aliar a funcionalidade com o menor custo de construção e manutenção na operação do empreendimento.

Baseado nos dados fornecidos pelo projeto geométrico, onde foram ponderadas as alternativas de greide quanto à movimentação dos volumes de terraplenagem, os mapas de cubação e os resumos de distribuição de materiais foram definidas as diretrizes, com o objetivo de melhor orientar os serviços de terraplenagem quando de sua execução.

4.2.2 Metodologia

O presente projeto foi configurado para atender as premissas das normas, manuais e especificações serviços vigentes no âmbito da movimentação de terras, a seguir as especificações que balizaram a elaboração deste projeto:

- DNIT 104/2009-ES - Terraplenagem - Serviços preliminares – Especificação de serviço;
- DNIT 105/2009-ES - Terraplenagem - Caminhos de serviço – Especificação de serviço;
- DNIT 106/2009-ES - Terraplenagem - Cortes - Especificação de serviço;
- DNIT 107/2009-ES - Terraplenagem - Empréstimos – Especificação de serviço;
- DNIT 108/2009-ES - Terraplenagem - Aterros - Especificação de serviço;

Adotadas as seguintes premissas:

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

- Movimento de terras dos volumes da Cubação indicando a origem e o destino dos materiais a serem empregados nos aterros;
- Eliminação do uso de 2ª e 3ª categorias dos cortes segundo especificação de serviço do DNIT;
- Cálculo das distâncias de transporte;
- Grau de compactação a ser adotado nas diversas camadas do corpo do aterro.

4.2.3 Elementos Básicos

Os elementos básicos utilizados no projeto de terraplenagem são os volumes de corte e aterro fornecidos pelos mapas de cubação e os resultados dos ensaios do subleito e da área de corte. Através dos boletins de sondagem e das investigações no campo, pode-se afirmar que todos os materiais a escavar são exclusivamente de 1ª categoria.

Não foram encontrados materiais inservíveis, de baixo suporte e de solos moles. O resumo dos estudos geotécnicos é apresentado na seção de estudos preliminares.

4.2.4 Soluções Técnicas

4.2.4.1 *Cortes*

Todos os materiais provenientes dos cortes, serão aproveitados na execução dos aterros. Não foram detectadas interferências de materiais de 2ª e 3ª categoria por ocasião dos estudos geotécnicos.

Os taludes dos cortes terão inclinação de 1:1,5 (H:V). Os cortes com alturas superiores a 8,0 m poderão ser escalonados e implantadas bermas com a devida drenagem.

Todos os taludes dos cortes deverão receber cobertura vegetal. Nos cortes mais altos, a cobertura poderá ser feita por hidrossemeadura.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

Os cortes serão executados com equipamentos de escavação como escavadeiras hidráulicas e tratores de esteiras, o material será transportado para os aterros por caminhões basculantes.

4.2.4.2 Distâncias de Transporte

A distância de transporte é um fator crucial em projetos de terraplenagem, pois influencia diretamente a eficiência, os custos e o cronograma das obras. Em termos práticos, essa distância refere-se ao trajeto entre o local de escavação do material e o seu destino, que pode ser uma área de compactação, aterro ou disposição final.

Uma distância de transporte bem planejada e otimizada pode trazer diversos benefícios, como economia de combustível, redução do desgaste dos equipamentos e diminuição do impacto ambiental. Por outro lado, trajetos mal dimensionados podem levar a atrasos na execução do projeto e custos excessivos.

Para calcular a distância de transporte, é importante levar em conta fatores como:

- A topografia do terreno, que pode afetar a velocidade e a eficiência do transporte.
- A natureza do material a ser transportado, já que solos mais pesados ou instáveis podem exigir veículos especializados.
- A disponibilidade e o estado das vias de acesso no local do projeto.

Por isto, foram utilizadas técnicas como o balanceamento de massas para reduzir a distância de transporte, redistribuindo os volumes de corte e aterro de forma mais eficiente. Abaixo segue o quadro com o mapa de cubação e distribuição dos materiais.

4.2.4.3 Aterros

Os aterros serão executados com materiais provenientes dos cortes, sempre executados com materiais que apresentem CBR > 6% e expansão < 4%, livre de materiais orgânicos.

Os taludes dos aterros terão inclinação de 1,5:1,0 (H:V), estando prevista a proteção vegetal dos taludes com hidrossemeadura.

O corpo de aterro será executado em camadas de até 0,25 m todas adjacentes e com grau de compactação de 100% do próctor normal.

Nas áreas onde foi anteriormente executado aterro, deve-se, obrigatoriamente, realizar raspagem de 0,10m geral para retirada de material orgânico e/ou contaminado, este material deverá ser enviado para o “bota-fora”, caso não haja presença de materiais não naturais. Caso haja presença de materiais não naturais, estes devem ser descartados em centros de tratamento de resíduos sólidos.

Após raspagem deverá, obrigatoriamente, ser executada regularização de subleito com compactação de 100% do próctor intermediário.

Deverão ser realizados impreterivelmente todos os ensaios preconizados na DNIT 108/2009-ES -

Terraplenagem - Aterros - Especificação de serviço – para aceite dos serviços realizados.

4.2.4.4 Bota-Fora

Considerando o baixo volume de material excedente identificado nos mapas de cubação, o bota-fora será aproveitado em faixas laterais e áreas adjacentes à plataforma projetada, mediante espalhamento e conformação adequados, de forma a garantir a estabilidade e integração do terreno com o greide final da via.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

4.2.4.5 Mapa de Cubação

Para calçamento 01:

TERRAPLENAGEM - EIXO CALÇAMENTO - 01							
Estaca	Área de Corte (m²)	Área de Aterro (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Volum. Corte Acum. (m³)	Volume Aterro Acum. (m³)	Volume Líquido (m³)
0+0,00	4,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1+0,00	2,93	0,00	78,33	0,00	78,33	0,00	78,33
2+0,00	2,68	0,00	56,11	0,00	134,44	0,00	134,44
3+0,00	0,40	0,10	30,77	1,00	165,22	1,00	164,22
3+1,98	0,23	0,18	0,62	0,28	165,83	1,27	164,56
3+6,69	0,19	1,60	0,57	6,85	166,41	8,12	158,28
3+11,40	0,27	1,13	0,34	10,07	166,74	18,20	148,55
4+0,00	1,57	0,03	7,91	4,98	174,65	23,18	151,47
4+14,40	4,03	0,00	40,36	0,24	215,01	23,42	191,59
4+19,11	3,99	0,02	19,07	0,10	234,09	23,51	210,57
5+0,00	3,50	0,03	3,28	0,04	237,36	23,56	213,81
5+3,83	2,68	0,03	10,22	0,19	247,58	23,75	223,83
6+0,00	2,87	0,00	44,89	0,25	292,47	24,00	268,48
7+0,00	3,13	0,00	59,99	0,00	352,46	24,00	328,46
8+0,00	2,61	0,00	57,36	0,02	409,82	24,01	385,81
8+10,18	2,51	0,00	26,05	0,02	435,87	24,03	411,84
8+16,66	2,53	0,00	16,46	0,01	452,33	24,04	428,29
9+0,00	2,47	0,00	8,39	0,00	460,72	24,04	436,68
9+3,14	2,41	0,00	7,70	0,00	468,42	24,04	444,38
9+10,19	2,49	0,00	17,29	0,01	485,71	24,05	461,66
10+0,00	2,43	0,00	24,14	0,01	509,85	24,06	485,79
10+1,75	2,41	0,00	4,22	0,00	514,07	24,06	490,01
10+13,30	2,49	0,00	28,31	0,00	542,38	24,06	518,32
11+0,00	2,60	0,00	17,07	0,00	559,44	24,06	535,38
11+2,27	2,64	0,00	5,94	0,00	565,38	24,06	541,32
12+0,00	2,61	0,00	46,48	0,00	611,87	24,06	587,80
12+0,22	2,61	0,00	0,57	0,00	612,43	24,06	588,37
12+18,17	2,71	0,00	47,78	0,00	660,21	24,06	636,15
12+18,67	2,71	0,00	1,35	0,00	661,57	24,06	637,51
13+0,00	2,71	0,00	3,61	0,00	665,18	24,06	641,12
13+15,91	2,52	0,02	41,59	0,16	706,76	24,22	682,55
14+0,00	2,40	0,03	10,07	0,10	716,84	24,32	692,52
14+13,15	2,63	0,00	33,06	0,20	749,90	24,52	725,38
15+0,00	2,74	0,00	18,40	0,00	768,30	24,52	743,77
16+0,00	2,38	0,00	51,26	0,01	819,56	24,53	795,03
16+18,94	2,32	0,00	44,49	0,01	864,05	24,54	839,51
17+0,00	2,29	0,00	2,45	0,00	866,49	24,54	841,95
17+13,03	2,14	0,02	28,89	0,13	895,38	24,67	870,71
18+0,00	2,45	0,00	15,99	0,07	911,37	24,74	886,63
18+7,12	2,59	0,00	17,92	0,00	929,30	24,74	904,55
19+0,00	2,47	0,00	32,56	0,00	961,86	24,74	937,12

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

TERRAPLENAGEM - EIXO CALÇAMENTO - 01							
Estaca	Área de Corte (m²)	Área de Aterro (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Volum. Corte Acum. (m³)	Volume Aterro Acum. (m³)	Volume Líquido (m³)
19+2,19	2,53	0,00	5,48	0,00	967,35	24,74	942,60
19+17,69	2,46	0,00	38,67	0,00	1006,02	24,74	981,27
20+0,00	2,44	0,00	5,66	0,00	1011,68	24,74	986,93
20+13,18	2,36	0,00	31,61	0,00	1043,29	24,74	1018,54
21+0,00	2,38	0,00	16,16	0,00	1059,45	24,74	1034,70
22+0,00	2,34	0,01	47,25	0,07	1106,70	24,82	1081,88
23+0,00	1,93	0,02	42,78	0,23	1149,47	25,05	1124,43
23+4,84	1,88	0,02	9,22	0,09	1158,69	25,14	1133,55
24+0,00	2,17	0,00	30,66	0,20	1189,35	25,34	1164,01
24+1,49	2,20	0,00	3,24	0,00	1192,60	25,34	1167,25
24+18,13	3,35	0,00	46,20	0,01	1238,80	25,36	1213,45
25+0,00	3,46	0,00	6,36	0,00	1245,16	25,36	1219,81
25+13,43	4,27	0,00	51,87	0,00	1297,03	25,36	1271,68
26+0,00	4,90	0,00	30,15	0,00	1327,18	25,36	1301,82
26+7,51	5,26	0,00	38,18	0,00	1365,36	25,36	1340,01
27+0,00	4,56	0,00	61,36	0,00	1426,72	25,36	1401,36
27+1,60	4,43	0,00	7,17	0,00	1433,89	25,36	1408,54
27+4,80	4,20	0,00	13,82	0,00	1447,71	25,36	1422,36
28+0,00	3,39	0,00	57,58	0,00	1505,29	25,36	1479,94
28+0,74	3,33	0,00	2,49	0,00	1507,78	25,36	1482,42
28+16,68	2,75	0,01	48,33	0,12	1556,11	25,48	1530,63
29+0,00	2,67	0,00	8,98	0,02	1565,09	25,50	1539,59
30+0,00	2,86	0,00	55,27	0,00	1620,36	25,50	1594,86
31+0,00	2,80	0,00	56,61	0,00	1676,97	25,50	1651,47
31+1,59	2,79	0,00	4,44	0,00	1681,41	25,50	1655,91
31+7,48	2,79	0,00	16,44	0,00	1697,85	25,50	1672,35
31+13,37	2,43	0,00	15,38	0,00	1713,23	25,50	1687,73
32+0,00	1,68	0,01	13,64	0,03	1726,87	25,53	1701,34
32+15,05	1,61	0,04	24,77	0,39	1751,64	25,92	1725,72
33+0,00	1,93	0,02	8,77	0,16	1760,41	26,08	1734,33
33+19,70	2,02	0,01	38,88	0,30	1799,29	26,38	1772,91
34+0,00	2,02	0,01	0,60	0,00	1799,89	26,38	1773,51
35+0,00	1,38	0,14	33,98	1,45	1833,87	27,83	1806,04
35+4,36	1,06	0,22	5,32	0,77	1839,19	28,60	1810,59
36+0,00	0,56	0,50	12,75	5,61	1851,94	34,21	1817,73
37+0,00	0,00	3,01	5,65	35,16	1857,59	69,38	1788,21
38+0,00	0,00	7,94	0,00	109,57	1857,59	178,95	1678,64
38+0,14	0,00	7,98	0,00	1,09	1857,59	180,04	1677,55
39+0,00	0,00	11,52	0,00	194,01	1857,59	374,05	1483,54
39+0,23	0,00	11,51	0,00	2,61	1857,59	376,66	1480,93
40+0,00	0,00	13,83	0,00	250,65	1857,59	627,32	1230,28
40+0,32	0,00	13,73	0,00	4,37	1857,59	631,68	1225,91
40+8,45	0,00	11,29	0,00	101,80	1857,59	733,48	1124,11
40+15,43	0,00	9,61	0,00	72,82	1857,59	806,30	1051,29
41+0,00	0,00	8,74	0,00	41,83	1857,59	848,14	1009,45
41+2,41	0,00	8,39	0,00	20,64	1857,59	868,78	988,81
41+12,12	0,00	7,50	0,00	77,19	1857,59	945,97	911,62
41+19,39	0,00	6,93	0,00	51,43	1857,59	997,40	860,19
42+0,00	0,00	7,01	0,00	4,20	1857,59	1001,59	856,00
42+6,66	0,00	7,96	0,00	49,41	1857,59	1051,00	806,59
43+0,00	0,00	8,35	0,00	108,79	1857,59	1159,79	697,80
43+16,58	0,00	11,25	0,00	162,45	1857,59	1322,24	535,35

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

TERRAPLENAGEM - EIXO CALÇAMENTO - 01							
Estaca	Área de Corte (m²)	Área de Aterro (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Volum. Corte Acum. (m³)	Volume Aterro Acum. (m³)	Volume Líquido (m³)
44+0,00	0,00	12,06	0,00	39,74	1857,59	1361,99	495,60
44+2,46	0,00	12,47	0,00	30,18	1857,59	1392,17	465,42
44+8,34	0,00	12,37	0,00	72,86	1857,59	1465,03	392,56
45+0,00	0,00	9,97	0,00	130,23	1857,59	1595,26	262,33
45+15,52	0,00	10,47	0,00	158,55	1857,59	1753,80	103,79
46+0,00	0,00	11,38	0,00	49,05	1857,59	1802,85	54,74
46+8,29	0,00	11,54	0,00	95,02	1857,59	1897,87	-40,28
47+0,00	0,00	9,89	0,00	125,17	1857,59	2023,04	-165,45
47+1,07	0,00	9,70	0,00	10,51	1857,59	2033,55	-175,96
47+4,92	0,00	9,07	0,00	36,12	1857,59	2069,68	-212,09
48+0,00	0,00	4,59	0,00	102,30	1857,59	2171,98	-314,39
48+0,81	0,00	4,36	0,00	3,61	1857,59	2175,59	-318,00
48+16,69	0,17	0,53	1,41	38,47	1859,00	2214,06	-355,05
49+0,00	0,28	0,24	0,75	1,27	1859,76	2215,32	-355,57
49+7,34	0,55	0,09	3,06	1,22	1862,81	2216,55	-353,73
50+0,00	1,19	0,03	11,05	0,74	1873,86	2217,29	-343,43
50+3,42	1,61	0,01	4,81	0,06	1878,67	2217,35	-338,68
50+19,51	2,56	0,00	33,61	0,07	1912,28	2217,41	-305,14
51+0,00	2,57	0,00	1,27	0,00	1913,54	2217,41	-303,87

4.3 Projeto de Pavimentação

4.3.1 Considerações Gerais

O presente capítulo apresenta as diretrizes e critérios técnicos adotados para o projeto de pavimentação das vias em estudo, abrangendo o tipo de pavimento, definição dos materiais constituintes, estrutura das camadas, métodos de dimensionamento e normas de referência aplicáveis.

A pavimentação tem por objetivo proporcionar condições adequadas de trafegabilidade, conforto e segurança aos usuários, assegurando também a durabilidade e o desempenho funcional da via frente às solicitações impostas pelo tráfego e pelas condições climáticas locais.

O dimensionamento e a escolha do tipo de pavimento foram definidos a partir da avaliação do suporte do subleito (CBR), das características do solo local, do volume e tipo de tráfego previsto, bem como da disponibilidade de materiais e dos recursos econômicos e operacionais da região.

Buscou-se adotar soluções tecnicamente adequadas e economicamente viáveis, priorizando materiais regionais, processos construtivos consolidados e facilidade de manutenção.

4.3.2 Solução Técnica

A solução de pavimentação adotada consiste na execução de revestimento em paralelepípedos graníticos, assentados manualmente sobre colchão de areia de 5 cm e base de Brita Graduada Simples (BGS) com 20 cm de espessura, devidamente compactada e regularizada. As juntas serão rejuntadas com argamassa de cimento e areia (traço 1:3), conforme as diretrizes da Especificação de Serviço DNIT 030/2004 – ES e das Normas Rodoviárias nº 71 do DER/SP.

A escolha por este tipo de pavimento fundamenta-se em critérios técnicos, econômicos e sociais, considerando-se as condições de tráfego, disponibilidade de materiais e recursos locais. O paralelepípedo granítico apresenta excelente

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

resistência mecânica, durabilidade e aderência superficial, sendo especialmente indicado para vias urbanas de tráfego leve a médio, áreas de aclive, curvas e locais sujeitos a condições de drenagem exigentes.

Além dos aspectos estruturais, o uso de pedra granítica proporciona vantagens operacionais e econômicas relevantes:

- Baixo custo de manutenção e facilidade de execução de reparos, uma vez que o revestimento pode ser removido e reinstalado sem perda de material;
- Alta durabilidade, mesmo sob variações térmicas, infiltrações ou derramamento de combustíveis, que comprometem pavimentos asfálticos;
- Aproveitamento de materiais regionais, favorecendo a economia local e reduzindo custos de transporte;
- Geração de emprego e renda, devido à natureza predominantemente manual do processo construtivo;
- Adequação às limitações orçamentárias municipais, por demandar baixo investimento em equipamentos e manutenção periódica.

O pavimento de paralelepípedos, portanto, representa uma solução tecnicamente robusta, economicamente viável e socialmente adequada, alinhada às condições de solo, tráfego e disponibilidade de recursos observadas na região. Sua adoção visa garantir a durabilidade, a segurança e a facilidade de conservação das vias urbanas, assegurando o melhor aproveitamento dos materiais e da mão de obra local.

4.3.3 Dimensionamento

Com base nos resultados de CBR do subleito apresentado nos estudos preliminares, foi realizado o cálculo do CBR de projeto utilizando a IP-01/2004 – Instrução Geotécnica, que trás um tratamento estatístico poder ser feito através da distribuição "t" de Student, adequada ao controle pela média de amostragens pequenas e com nível de confiança de 95 % para o suporte de projeto.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

$$CBR_p = \overline{CBR} - \frac{S \times t_{0,90}}{\sqrt{n}}$$

$$\text{onde: } \overline{CBR} = \frac{\sum CBR_i}{n} \text{ e } S = \sqrt{\frac{\sum (CBR_i - \overline{CBR})^2}{n-1}}$$

n-1	t _{0,90}	n-1	t _{0,90}	n-1	t _{0,90}	n-1	t _{0,90}
1	3,08	11	1,36	21	1,32	40	1,30
2	1,89	12	1,36	22	1,32	60	1,30
3	1,64	13	1,35	23	1,32	120	1,29
4	1,53	14	1,34	24	1,32	∞	1,28
5	1,48	15	1,34	25	1,32		
6	1,44	16	1,34	26	1,32		
7	1,42	17	1,33	27	1,31		
8	1,40	18	1,33	28	1,31		
9	1,38	19	1,33	29	1,31		
10	1,37	20	1,32	30	1,31		

onde: n = n° de amostras

$$CBR_p = \overline{CBR} - \frac{s \cdot f}{\sqrt{n}}$$

$$CBR_p = 10,37 - \frac{4,75 \times 1,36}{\sqrt{13}}$$

$$CBR_p = 10,37 - 1,79 = \boxed{8,58\%}$$

O dimensionamento da estrutura do pavimento em paralelepípedo foi realizado segundo o método empírico de Peltier (CER – França), amplamente utilizado para pavimentos em pedra e referenciado pelas Normas Rodoviárias nº 71 do DER/SP, que fixam em 23 cm a espessura mínima combinada do revestimento pétreo e do colchão de areia.

O método associa parâmetros empíricos, derivados da experiência prática e de observações de campo, a conceitos teóricos simplificados, permitindo relacionar o suporte do subleito (CBR) à espessura total do pavimento (e_p) em

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

função da carga por roda de projeto (P). Para condições de tráfego urbano leve a médio, adota-se, de forma conservadora, a carga de 6 toneladas por roda.

A espessura total do pavimento é determinada pela expressão empírica de Peltier:

$$e_p = \frac{100 + 150\sqrt{P}}{CBR + 5}$$

onde:

- e_p = espessura total do pavimento (cm);
- P = carga por roda (t);
- CBR = índice de suporte do subleito (%).

Para o dimensionamento foi considerado as condições de tráfego características das regiões canavieiras de Araçoiaba/PE, onde predominam veículos pesados utilizados no transporte de cana-de-açúcar, tais como reboques canavieiros, treminhões e rodotrens.

Essas combinações veiculares apresentam pesos brutos totais combinados (PBTC) entre 57 e 74 toneladas, com cargas por eixo que, após distribuição, resultam em solicitações equivalentes a aproximadamente 6 toneladas por roda nas rodas de tração e carga. Esse valor foi adotado de forma conservadora como carga de projeto (P) no cálculo de espessura pelo método de Peltier, assegurando que o pavimento projetado resista adequadamente às solicitações impostas por esse tipo de tráfego.

Substituindo os valores obtidos no estudo geotécnico, tem-se:

$$P = 6 \text{ t/roda e } CBR = 8,58\%.$$

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA
Secretaria de Infraestrutura e Habitação

Aplicando na equação:

$$e_p = (100 + 150\sqrt{6}) / (8,58 + 5) = 467,4 / 13,58 = 34,4 \text{ cm.}$$

O resultado indica que, para o subleito com CBR = 8,58%, a espessura total necessária do pavimento é de aproximadamente 34,4 cm, superior ao limite mínimo de 23 cm fixado pelas normas do DER/SP. Assim, é indispensável a execução de uma camada de base granular para complementar a estrutura e garantir o desempenho adequado frente às solicitações de carga.

Dessa forma, foi adotada uma estrutura composta por:

- Revestimento: paralelepípedo granítico – 12 cm;
- Colchão de areia: 5 cm;
- Base: Brita Graduada Simples (BGS) – 10 cm.

Totalizando 27 cm de espessura estrutural, a solução assegura estabilidade, durabilidade e bom desempenho sob as condições de tráfego previstas.

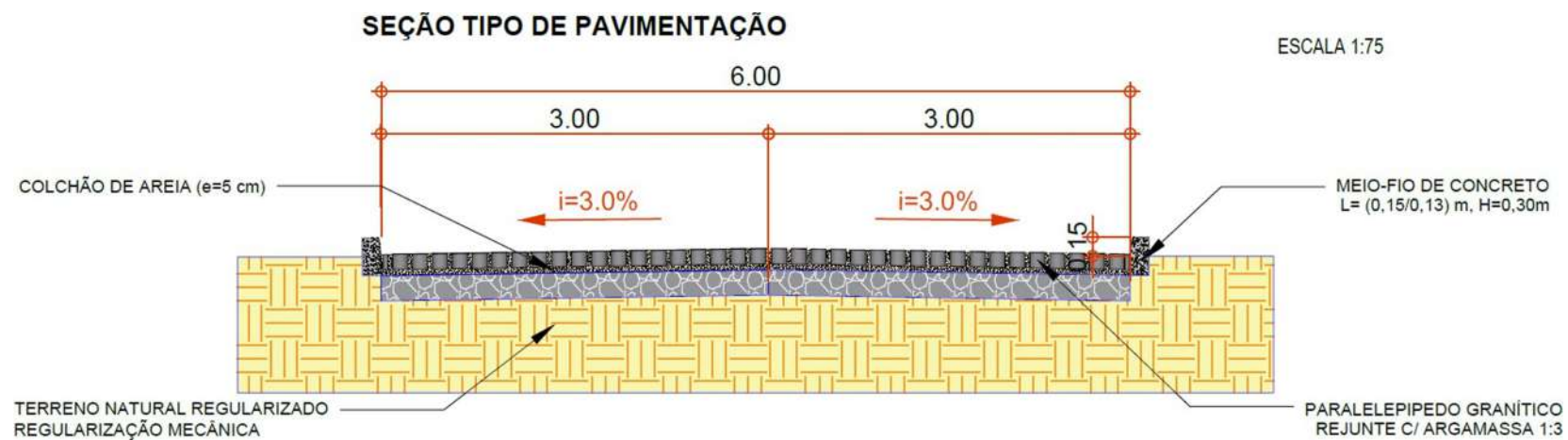
4.3.4 Quadro de Quantidades

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	ESPESSURA (m)	ÁREA (m ²)	VOLUME (m ³)	QUANTID.	UNIDADE
1. CALÇAMENTO 01						
1.1	REGULARIZAÇÃO DA SUPERFÍCIE	-	6.120,00	-	6120,00	M ²
1.2	BASE PARA PAVIMENTAÇÃO DE BRITA GRADUADA SIMPLES	0,10	612,00	612,00	612,00	M ³
1.1	PAVIMENTO EM PARALELEPÍPEDOS, REJUNTAMENTO COM ARGAMASSA TRAÇO 1:3 (CIMENTO E AREIA)	-	6120,00	-	6120,00	M ²

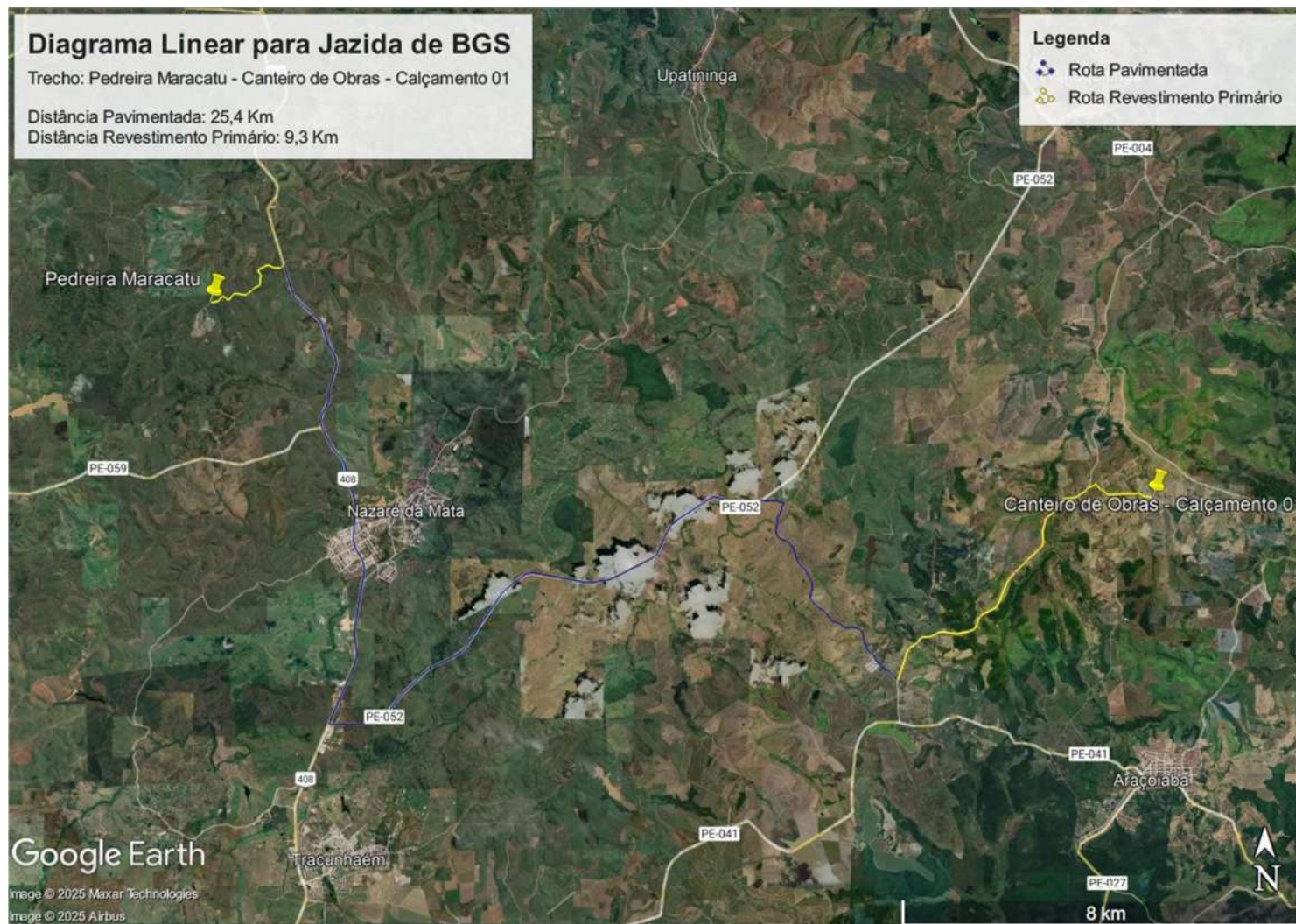
* Os dados de área foram extraídos utilizando o Software Autodesk Civil3D.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA
Secretaria de Infraestrutura e Habitação

4.3.5 Seção Tipo do Pavimento



4.3.6 Diagramas Lineares para Jazida de BGS



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação



4.4 Projeto de Drenagem

4.4.1 Considerações Gerais

Para a elaboração do projeto de drenagem, foram considerados os elementos obtidos a partir dos estudos hidrológicos, topográficos e geométricos, bem como as observações realizadas em campo durante as visitas técnicas à área do empreendimento.

O desenvolvimento do projeto seguiu as diretrizes e recomendações das normas e instruções do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), notadamente os Manuais de Drenagem Rodoviária (DNIT, 2006) e as Especificações de Serviço de Drenagem (DNIT 020/2006 – ES e DNIT 021/2006 – ES), que tratam dos critérios de dimensionamento, execução e manutenção dos dispositivos de drenagem superficial e subterrânea.

Complementarmente, foram observadas as orientações técnicas do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Pernambuco (DER-PE), constantes de suas Instruções de Projeto de Drenagem e de Obras de Arte Corrente, que definem os parâmetros locais de dimensionamento, critérios hidráulicos e padronizações construtivas adotadas nas rodovias estaduais. Os elementos básicos utilizados no projeto originaram-se dos estudos a seguir relacionados:

- Estudo hidrológico;
- Estudo geotécnico;
- Plantas e perfis do projeto geométrico;
- Levantamento dos locais das obras existentes e a implantar;
- Visitas ao campo.

Os estudos hidrológicos informaram sobre as características das bacias hidrográficas e o regime de chuvas intensas, definidas pelas curvas intensidade x duração, de modo a se obter a seção de vazão para a determinação do escoamento e das descargas de projeto.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

Os estudos geotécnicos informaram sobre a qualidade do solo existente.

Os desenhos do projeto geométrico, originados dos estudos topográficos informaram sobre o perfil do eixo da rodovia, seções transversais e cotas diversas dos locais de interesse do projeto.

As observações em campo efetuadas por engenheiros da Prefeitura objetivaram complementar os elementos obtidos, de forma a subsidiar a elaboração do projeto com informações necessárias do ponto de vista prático.

4.4.2 Soluções Técnicas

4.4.2.1 *Drenagem Superficial*

O sistema de drenagem superficial tem por objetivo coletar, conduzir e dissipar as águas pluviais provenientes da plataforma da rodovia e de suas áreas adjacentes, garantindo a estabilidade do corpo estradal e prevenindo processos erosivos que possam comprometer a durabilidade e a segurança da via.

O projeto contempla a implantação dos seguintes dispositivos hidráulicos:

Meios-fios de concreto – delimitam a faixa de rolamento e orientam o escoamento superficial, conduzindo as águas de chuva até os pontos de captação. Além de sua função hidráulica, também protegem a borda do pavimento e melhoram a segurança lateral da pista.

Entradas d'água, saídas d'água e descidas d'água – são elementos responsáveis pela coleta e condução das águas captadas pelos meios-fios e sarjetas, direcionando-as a pontos de lançamento seguros, afastados do corpo do aterro. As descidas d'água são dimensionadas de modo a evitar erosões e escorregamentos nas encostas, assegurando o escoamento controlado da vazão.

Escada dissipadora de energia – instalada nos trechos de maior desnível, tem a função de reduzir a energia cinética das águas conduzidas pelas descidas, prevenindo erosões na saída do sistema e garantindo a dissipação controlada do fluxo antes do lançamento no terreno natural.

4.4.2.2 Obras de Arte Correntes

No dimensionamento das obras de drenagem de transposição de talvegue, foi realizada a verificação hidráulica da capacidade dos bueiros celulares, assegurando o escoamento adequado das vazões de projeto e o desempenho eficiente das estruturas durante eventos de precipitação significativos. O dimensionamento seguiu as diretrizes dos Manuais de Drenagem Rodoviária do DNIT e demais normas técnicas aplicáveis.

A análise hidráulica considerou o escoamento em regime de canal para um período de recorrência de 25 anos ($T_r = 25$ anos) e, posteriormente, o escoamento em regime de orifício para $T_r = 50$ anos, atendendo aos critérios de segurança e desempenho adotados para rodovias de características semelhantes.

Além da função hidráulica, o projeto considerou também aspectos ambientais e de fauna local, motivo pelo qual foi adotada a implantação de bueiros celulares de seção 2,00 m x 2,00 m, que permitem simultaneamente o escoamento das vazões de projeto e a passagem de animais silvestres.

Essa solução garante a eficiência hidráulica, a estabilidade estrutural e a integração ambiental da obra, contribuindo para a mitigação de impactos ecológicos e para a manutenção da conectividade entre os habitats existentes nas margens da rodovia.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

4.4.2.3 Quadro de Quantidades

ESTACA INICIAL	ESTACA FINAL	LADO	EXTENSÃO (M)
0 + 0	3 + 0	D	60
0 + 0	3 + 0	E	60
3 + 0	3 + 14	D	14
3 + 0	3 + 14	E	14
3 + 14	4 + 12	D	18
3 + 14	4 + 12	E	18
4 + 12	5 + 4	D	12
4 + 12	5 + 4	E	12
5 + 4	8 + 0	D	56
5 + 4	8 + 0	E	56
8 + 0	15 + 0	D	140
8 + 0	15 + 0	E	140
15 + 0	37 + 15	D	455
15 + 0	37 + 15	E	455
37 + 15	40 + 0	D	45
37 + 15	40 + 0	E	45
40 + 0	41 + 10	D	30
40 + 0	41 + 10	E	30
41 + 10	42 + 12	D	22
41 + 10	42 + 12	E	22
42 + 12	45 + 10	D	58
42 + 12	45 + 10	E	58
45 + 10	51 + 0	D	110
45 + 10	51 + 0	E	110
51 + 0	63 + 10	D	250
51 + 0	63 + 10	E	250
TOTAL MEIO FIO			2.040,00

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

4.5 Sinalização Provisória de Obras

4.5.1 Considerações Gerais

A sinalização dos trechos em obra tem por finalidade garantir a segurança e a fluidez do tráfego, orientando adequadamente os usuários da via quanto às condições operacionais temporárias decorrentes da execução das intervenções. Seu objetivo é advertir, regulamentar e canalizar o fluxo de veículos, assegurando a visibilidade, legibilidade e padronização das informações ao longo do trecho afetado pelas obras.

No presente projeto, está prevista a implantação de sinalização temporária de obras nos locais onde serão executados os bueiros de transposição de talvegue, considerando que essas intervenções exigem bloqueio parcial da pista e circulação alternada em meia pista.

A sinalização contempla dispositivos de advertência e canalização de forma a garantir a segurança dos usuários e das equipes de trabalho durante todo o período de execução das obras.

4.5.2 Sinalização Vertical de Obras

A sinalização vertical temporária será composta por placas de advertência, regulamentação e indicação, dispostas de forma a orientar, regulamentar e advertir os usuários sobre as condições específicas do tráfego durante a execução das obras.

Os sinais temporários seguirão o padrão cromático e dimensional estabelecido pelo Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias do DNIT (IPR 738/2010), conforme a seguir:

- Sinais de advertência e indicação: fundo laranja, com orla, legendas e símbolos pretos;
- Dimensões: 0,80 m de lado ou de diâmetro, conforme o tipo de sinal.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

Por se tratar de obra de longa duração em trecho fixo, as placas serão instaladas nas margens da via, sendo relocadas conforme o avanço das frentes de serviço. As placas serão confeccionadas em chapas metálicas (aço ou alumínio), recobertas por película retrorrefletiva de alta intensidade, atendendo às Especificações de Serviço do DNIT e ao Manual de Sinalização Rodoviária. A seleção dos sinais e dispositivos empregados foi baseada nas situações operacionais previstas para o trecho em obras, garantindo visibilidade, padronização e segurança a todos os usuários da rodovia.

4.5.2.1 Sinalização Vertical de Advertência de Obras

Adverte o condutor de veículos da existência, adiante, de obras no leito ou junto à rodovia. Deve ser utilizado para advertir da existência de trecho da rodovia com execução de obras na pista, acostamento e/ou sobre canteiros divisórios.



O sinal A-24 deve ser sempre o primeiro da sequência da sinalização de obras. Portanto, deve ser colocado na área de pré-sinalização, antecedendo os demais sinais de advertência ou regulamentação. Deve vir acompanhado de informação complementar, do tipo “A ... m”, quando a obra for executada na pista ou acostamento.

4.5.2.2 Sinalização Vertical de Indicação de Obras

A seguir estão descritas as placas de indicação temporária a serem utilizadas:

- Sinal de tráfego em meia pista a ... metros:



Adverte o condutor da implantação de circulação alternada à frente, por conta de intervenção que gerou interdição de parte da pista simples no local da ocorrência.

- Sinal de fim de obras

Adverte o condutor do veículo do término do trecho em obras na via. Dever ser utilizado nas seguintes condições:

- Sempre que o condutor do veículo possa retornar à condição normal de tráfego na via;
- Ser colocado imediatamente após o trecho em obras, na área de sinalização de fim das obras.

4.5.2.3 Dispositivos de Canalização e Segurança

São dispositivos temporários que tem o objetivo de delimitar áreas de obras, protegendo pedestres, trabalhadores, equipamentos etc., alertar os condutores, bloquear e/ou canalizar o trânsito. De acordo com suas funções, os dispositivos de canalização se classificam em: dispositivos de direcionamento ou bloqueio e dispositivos de alerta e advertência.

- 15 m, quando a canalização for utilizada para conduzir os veículos numa mudança de faixa de tráfego; e
- 30 m, quando a canalização ocorrer num trecho em tangente.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

a) Cones:

São dispositivos portáteis utilizados para canalizar o fluxo em emergências, em serviços móveis e para dividir fluxos opostos em desvios. Devem possuir dimensões e cores conforme a Norma ABNT NBR 15.071:2004.

b) Cilindro canalizador de tráfego:

Será utilizado dispositivo cilíndrico de sinalização temporária, confeccionado em material termoplástico resistente e dotado de base própria para inserção de lastro (água ou areia), garantindo estabilidade mesmo sob ação do vento ou do deslocamento de veículos.

O equipamento possui formato cilíndrico com base poliédrica ou circular, podendo conter alça superior integrada ao corpo, destinada a facilitar o manuseio e permitir a fixação de dispositivos luminosos. Suas dimensões, cores e faixas retrorrefletivas atendem integralmente às especificações da ABNT NBR 15692:2009, que regulamenta o uso desses dispositivos em vias públicas.

No presente projeto, os dispositivos serão empregados em conjunto com sinalizadores luminosos do tipo LED, assegurando visibilidade noturna e em condições adversas de iluminação, reforçando a segurança operacional dos usuários e das equipes de trabalho.

4.5.2.4 Soluções Técnicas

O projeto de sinalização vertical de obras encontra-se detalhado nas pranchas anexas a este volume, onde são indicados os locais exatos de implantação das placas de advertência e indicação temporárias, de acordo com as condições operacionais previstas para cada trecho em intervenção.

As pranchas de projeto apresentam os desenhos dos sinais tipo, detalhes construtivos, posicionamento ao longo da via e instruções padronizadas de montagem, conforme o Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias do DNIT (IPR 738/2010).

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA

Secretaria de Infraestrutura e Habitação

Constam também os quadros-resumo com as listagens e quantidades das placas de sinalização a serem implantadas, incluindo suas dimensões, padrões cromáticos e características retrorrefletivas, atendendo integralmente às Especificações de Serviço do DNIT e à ABNT NBR 14644 (Sinalização vertical viária – Padrões de cores e retrorrefletividade).

A implantação seguirá o planejamento de obra, sendo as placas relocadas conforme o avanço das frentes de serviço, de forma a garantir a segurança dos usuários e a adequada orientação do tráfego durante todas as fases de execução.

4.5.3 Quantidades de Sinalização Provisória

SINALIZAÇÃO DE OBRAS - SERVIÇOS FORA DA PISTA									
CÓDIGO	DIMENSÕES		QUANTIDADE	Suporte			PLACA		
	L	H		Tipo	Qtde	Total (und)	SUBSTRATO - PELÍCULA	ÁREA UNIT.	ÁREA TOTAL
PLACAS DE ADVERTÊNCIA									
A-24	1,0	1,0	2	Suporte Metálico Móvel	1	2	AÇO - IA / IV	1,00	2,00
PLACAS INDICATIVAS DE OBRAS									
O-1	1,25	0,40	1	Cavalete	1	1	AÇO - IA / IV	0,50	0,50
O-2	1,25	0,40	1	Cavalete	1	1	AÇO - IA / IV	0,50	0,50
O-3	1,25	0,80	1	Suporte Metálico Móvel	1	1	AÇO - IA / IV	1,00	1,00
TOTAL:			5,00					TOTAL:	4,00

DISPOSITIVOS DE CANALIZAÇÃO E SEGURANÇA	
Dispositivos	Quantidade (und)
Cones	35
Cavalete	8

RESUMO DE QUANTIDADES - ARAÇOIABA		
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE (ud)	TOTAL (m²)
SINALIZAÇÃO DE OBRAS - Tempo de Obra - 4 meses (1 frentes de serviço)		TOTAL
Placa para sinalização de obras montada em cavalete metálico - 1,00 x 1,00 m - utilização de 600 ciclos	un.dia	2.400,00
Cone plástico para canalização de trânsito - utilização de 150 ciclos	un.dia	16.800,00
Cavalete em polietileno zebado com faixa refletiva e com sinalizador a LED com bateria - H = 1,00 m - utilização de 600 ciclos - fornecimento, 01 implantação e 01 retirada diária	un.dia	3.840,00