



MUNICÍPIO DE QUATRO BARRAS

PROJETO BÁSICO E EXECUTIVO DE ENGENHARIA

VOLUME DER DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

RUA DURVAL RIBEIRO DA COSTA

OELITON
ANTUNES
COELHO:06921
096920

Assinado de forma digital por OELITON
ANTUNES COELHO:06921096920
DN: c=BR, o=CP-Brasil, ou=AC Soluti
Multipla v5, ou=29186612000100,
ou=Presencial, ou=Certificado PF A1,
cn=OELITON ANTUNES
COELHO:06921096920
Dados: 2022.12.06 16:55:17 -03'00'

GRANJA DAS ACÁCIAS

QUATRO BARRAS – PR

TERRA
Engenharia

48 3466-3489

Quadro de Acompanhamento.

00	Emissão Inicial	MCM	06/12/2022
Rev.	Descrição	Responsável:	Data:

TABELAS:

Tabela 1-1 – Investigações Geotécnicas Utilizadas	1.6
Tabela 1-2 – Resumo dos Ensaios Geotécnicos.....	1.7
Tabela 1-3 – Valores de “t”	1.8
Tabela 1-4 – Limites do CBR.....	1.8
Tabela 1-5 – Cálculo do ISC de Projeto	1.8
Tabela 1-6 – Posto de Contagem de Tráfego	1.10
Tabela 1-7 – Resumo da Contagem de Tráfego	1.11
Tabela 1-8 – Fator de Expansão Horária	1.11
Tabela 1-9 – Volume para 24 Horas	1.12
Tabela 1-10 – Tráfego Médio Diário Anual	1.12
Tabela 1-11 – Taxa de Crescimento	1.13
Tabela 1-12 – Tráfego Projetado	1.13
Tabela 1-13 – Fator de Veículo	1.14
Tabela 1-14 – Cálculo do Número “N”	1.14
Tabela 2-1 – Coeficiente dos Componentes do Pavimento	2.16
Tabela 2-2 – Espessura do Revestimento	2.17
Tabela 2-3 – Resumo das Espessuras do Pavimento	2.18

SUMÁRIO:

1	ESTUDOS	1.5
1.1	Estudo de Geotécnico;.....	1.5
1.1.1	<i>Investigações Geotécnicas</i>	<i>1.5</i>
1.1.2	<i>Cálculo do ISC de Projeto</i>	<i>1.7</i>
1.1.3	<i>Ocorrência de Solos Moles</i>	<i>1.8</i>
1.1.4	<i>Características do Materiais para Aterro</i>	<i>1.9</i>
1.2	Estudo de Tráfego;	1.9
1.2.1	<i>Dados do Tráfego.....</i>	<i>1.10</i>
2	PROJETO	2.15
2.1	Projeto de Pavimentação;	2.15
2.1.1	<i>Dimensionamento do Pavimento.</i>	<i>2.15</i>
2.1.2	<i>Dados dos Estudos de Tráfego e Geotécnicos.</i>	<i>2.16</i>
2.1.3	<i>Característica das Camadas do Pavimento.....</i>	<i>2.17</i>
2.1.4	<i>Determinação da Espessura do Revestimento</i>	<i>2.17</i>
2.1.5	<i>Determinação das Camadas Granulares</i>	<i>2.18</i>
2.2	Ensaio.....	2.19



1 ESTUDOS

1.1 Estudo de Geotécnico;

O Estudo Geotécnico foi desenvolvido de forma a se conhecer as características dos materiais constituintes do subleito, classificar os materiais de corte e fundações de aterros, determinando suas características físico-mecânicas, estudando e indicando os materiais a serem utilizados na terraplanagem, pavimentação, drenagem e obras de arte correntes.

Os trabalhos desenvolvidos se basearam nos dados fornecidos pelos estudos topográficos, no projeto geométrico e no exame in loco do trecho em estudo.

Com base no estudo topográfico e projeto geométrico foram programados os locais e profundidades das sondagens para pesquisas do subleito, bem como os ensaios a serem realizados.

1.1.1 Investigações Geotécnicas

Os estudos geotécnicos foram iniciados com a programação das investigações geotécnicas, elaborada a partir dos estudos preliminares e visando complementar as sondagens e ensaios executados para o Projeto Básico. Foram programadas investigações de sub-superfície ao longo do eixo e nas áreas potenciais a ocorrência de solos e materiais possíveis de serem utilizados na construção. Na Tabela abaixo são apresentados os tipos e finalidade das investigações realizadas.



Tabela 1-1 – Investigações Geotécnicas Utilizadas

INVESTIGACOES	FINALIDADE
Poços de inspeção	Caracterização do subsolo através da identificação visual da estratigrafia
Ensaio de caracterização	Determinação de Índices físicos e granulometria
Ensaio de compactação	Determinação das características do solo na compactação para emprego no controle de compactação
Ensaio de CBR e Expansão	Determinação da capacidade de suporte do solo do subleito e da variação da massa específica durante a saturação
Densidade	Determinação do fator de homogeneização para compensação dos volumes de corte e aterro

Fonte: Arquivo Pessoal

Para a execução das sondagens e ensaios de campo e de laboratório foram adotadas as normas do Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestre - DNIT e da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, a saber:

- Análise granulométrica por peneiramento (DNER-ME 080/94) e sedimentação (DNER-ME 051/94)
- Teor de umidade - (DNER-ME 213/94);
- Compactação na energia do Proctor Normal e do Proctor Intermediário (DNER-ME 129/94);
- Expansão (DNER-ME 029/94);
- Índice de Suporte Califórnia - ISC (DNER-ME 049/94);

Para o projeto executivo foram programadas, 4 poços de inspeção para caracterização do subleito, totalizando 4 investigações no eixo.

As investigações confirmam a indicação preliminar de que o trecho em que a Rua Durval Ribeiro da Costa está inserida trata-se de região com características geotécnicas homogêneas, no que tange a granulometria, em que prevalece quase que em toda a extensão da rua, material argiloso com silte, de granulometria fina e coloração variegada nos poços de inspeção.

O estudo estatístico dos resultados dos ensaios de laboratório e dos ensaios de campo (**Tabela abaixo**) corrobora a conclusão acima, pois apresenta pequenos desvios-padrão, indicando que numa distribuição normal de frequências, teríamos uma curva de pequena amplitude. Uma curva como esta reflete a homogeneidade das amostras.



Tabela 1-2 – Resumo dos Ensaios Geotécnicos

QUADRO 10 - RESUMO DOS ENSAIOS GEOTÉCNICOS						
Estaca	Lado	Furo	Amostra	Material	CBR	Expansão
37+18,00	EX	884	1	Argila Marrom	6,91	0,38
25+4,00	EX	885	1	Argila Arenosa Vermelha	8,26	0,52
15+15,00	EX	886	1	Argila Preta	2,91	0,24
5+0,00	EX	887	1	Argila Preta	2,48	0,22

Fonte: Arquivo Pessoal

Os resultados acima evidenciam, portanto, que na área em estudo predomina material argiloso de granulometria fina. Com umidade natural bastante alta nas épocas secas, durante as quais as investigações foram levadas a cabo, não foi identificado nível d'água nos furos de sondagens executados.

1.1.2 Cálculo do ISC de Projeto

Como a Terraplanagem envolve o uso de solos, houve por bem tratar estatisticamente todos os solos, apesar das amostras apresentarem as mesmas características físicas e mecânicas, dentro dos critérios estabelecidos nas Especificações Gerais para Obras Rodoviárias do DNIT.

Todos os valores foram tratados estatisticamente, calculados a média aritmética e o desvio destas amostras. A determinação dos intervalos de aceitação dos valores computados foi feita através de:

Limite superior: $(X + t.S)$

Limite inferior: $(X - t.S)$

Onde:

X = Média aritmética dos valores analisados

S = Desvio Padrão

t = Variável em função do n° de amostras analisadas

N = N.º de amostras



Tabela 1-3 – Valores de “t”

Valores de t	
N	t
3	0,1
5	0,15
6	0,2
7 a 19	0,25
> 20	0,3

Fonte: DNIT 2006

Tabela 1-4 – Limites do CBR

Fonte: Arquivo Pessoal

Limite Superior			
x	t	s	LS
5,14	0,1	2,88	5,43
Limite Inferior			
x	t	s	LS
5,14	0,1	2,88	4,85

Como todos os valores estão dentro do intervalo calculados não foi preciso nova análise.

Os valores estatísticos encontrados foram:

$$ISCp = X - K \cdot S / (N)^{1/2}$$

K = 1,29 – Valor do coeficiente usado é aquele relativo ao intervalo de confiança de 90%.

Tabela 1-5 – Cálculo do ISC de Projeto

x	k	s	n	ISCp
5,14	1,29	2,88	4	4,68

Fonte: Arquivo Pessoal

1.1.3 Ocorrência de Solos Moles



Não foram identificados locais com ocorrência de solo com propriedades desfavoráveis (elevada deformabilidade em presença d'água e baixa capacidade de suporte) à integridade da plataforma.

1.1.4 Características do Materiais para Aterro

As especificações do DEINFRA/DNIT orientam que para emprego em aterros, o solo deve apresentar as seguintes características:

- Corpo de aterro: CBR>6% e EXP<4%
- Camadas finais de aterro (60 cm finais): CBR>8% e EXP<2%

1.2 Estudo de Tráfego;

O Estudo de Tráfego tem como objetivo obter, através de métodos sistemáticos de coleta, dados relativos ao comportamento deste tráfego ao longo da vida útil desta via no que se refere ao pedestre, o veículo, a via e finalmente o meio ambiente. O Estudo de Tráfego foi desenvolvido com base na Instrução de Serviço IS-02 do DER/SC e teve por objetivo caracterizar o tráfego existente e previsto para o trecho, durante toda a vida útil do projeto, fornecendo os parâmetros e embasamentos a serem empregados no dimensionamento das soluções de geometria, pavimentação, sinalização e outros.

Por meio dos estudos de tráfego é possível conhecer o número de veículos que circulam por uma via em um determinado, período, suas velocidades, suas ações mútuas, os locais onde seus condutores desejam estacioná-los, os locais onde se concentram os acidentes de trânsito, etc. Permitem a determinação quantitativa da capacidade das vias e, em



consequência, o estabelecimento dos meios construtivos necessários à melhoria da circulação ou das características de seu projeto.

Para a estimativa dos volumes de tráfego atual e futuro no trecho efetuaram-se contagens volumétricas e classificatórias, cujos resultados foram devidamente tratados para a obtenção dos dados desejados.

1.2.1 Dados do Tráfego

Os dados do tráfego local foram obtidos através de contagens volumétrico-classificatórias realizadas nas proximidades da estaca 4+4,00 do trecho em estudo, nos dois movimentos principais. Os resultados destas pesquisas foram devidamente tratados para a obtenção da demanda no que diz respeito ao tráfego gerado e principalmente ao tráfego futuro.

As contagens volumétrico-classificatórias foram realizadas durante três dias consecutivos, no período de 13 horas em dois dias e, 24 horas em um dia. A contagem de 24 horas possibilitou a determinação do Fator de Expansão Horária – Fh, a ser aplicado sobre os volumes de 13 horas.

Tabela 1-6 – Posto de Contagem de Tráfego

POSTO	LOCALIZAÇÃO	DATA	HORÁRIO
P1	Estaca 4+4,00	16/03/2021	6:00 às 19:00 (13 horas)
		17/03/2021	0:00 às 24:00 (24 horas)
		18/03/2021	6:00 às 19:00 (13 horas)

Fonte: Arquivo Pessoal

Sobre os volumes de 24 horas foram aplicados os Fatores de Sazonalidade Diária – Fd e Sazonalidade Mensal – Fm, para a definição do Tráfego Médio Diário Anual - TMDA, no ano da contagem.

O ano-base foi considerado para a abertura do tráfego foi o de 2021 e, conseqüentemente, 2031 como o 10º ano.



Tabela 1-7 – Resumo da Contagem de Tráfego

DIAS HORÁRIO	SENTIDO TRÁFEGO	VP	ÓN	CS	CD	RSR
TERÇA –FEIRA	CRESCENTE	98	2	6	4	0
6:00H ÀS 19:00H	DECRESCENTE	89	2	7	2	0
QUARTA –FEIRA	CRESCENTE	115	2	8	5	1
0:00H ÀS 24:00H	DECRESCENTE	135	2	7	4	0
QUINTA –FEIRA /	CRESCENTE	94	2	7	3	0
6:00H ÀS 19:00H	DECRESCENTE	85	2	6	5	1

Fonte: Arquivo Pessoal

Onde:

- ♦ VP =>Automóveis (veículos pequenos)
- ♦ ON =>Ônibus
- ♦ CS =>Caminhões Rodado Simples
- ♦ CD =>Caminhões Rodados Duplos
- ♦ RSR =>Reboque ou Semi- Reboque

O fator de expansão horária foi calculado a partir da contagem de 24 horas, comparados com os volumes no período de 13 horas do mesmo dia. A seguir são apresentados os fatores de expansão no Quadro abaixo.

Tabela 1-8 – Fator de Expansão Horária

DIAS	VP	ÓN	CS	CD	RSR	TOTAL
HORÁRIO						
QUARTA –FEIRA	206	4	13	8	1	232
6:00H ÀS 19:00H						
QUARTA –FEIRA /	250	4	15	9	1	279
0:00H ÀS 24:00H						
Fh	1,21	1	1,15	1,13	1	1,2

Fonte: Arquivo Pessoal

Multiplicando o fator de expansão horária nos demais dias de contagem do tráfego, tem-se o Quadro abaixo.



Tabela 1-9 – Volume para 24 Horas

DIAS HORÁRIO	SENTIDO TRÁFEGO	VP	ÓN	CS	CD	RSR
TERÇA –FEIRA	CRESCENTE	119	2	7	5	0
6:00H ÀS 19:00H	DECRESCENTE	108	2	8	2	0
QUARTA –FEIRA	CRESCENTE	139	2	9	6	1
0:00H ÀS 24:00H	DECRESCENTE	163	2	8	5	0
QUINTA –FEIRA /	CRESCENTE	114	2	8	3	0
6:00H ÀS 19:00H	DECRESCENTE	103	2	7	6	1

Fonte: Arquivo Pessoal

Fazendo-se a soma para os dois movimentos e a médias entre os 3 dias de contagem tem-se o Quadro abaixo que mostra o resumo da TMDA (Tráfego Médio Diário Anual) para cada veículo.

Tabela 1-10 – Tráfego Médio Diário Anual

TDMA - 2020	
Automóveis	249
Ônibus	4
Caminhão Simples	16
Caminhão Duplo	9
Semi-Reboque	1
TOTAL	279

Fonte: Arquivo Pessoal

Projeção de tráfego para o trecho

Sobre o Tráfego Médio Diário Anual (TMDA) foi aplicado às taxas de crescimento anual para determinação do Tráfego Futuro. O Quadro abaixo mostra a taxa de crescimento anual:



Tabela 1-11 – Taxa de Crescimento

PERÍODO	TAXA DE CRESCIMENTO %		
	AUTOMÓVEIS	ÔNIBUS	CAMINHÕES
2020-2025	4,03	4,5	4,34
2025-2030	3,63	4,05	3,9
2030-2035	3,27	3,65	3,51
2035-2040	3,15	3,48	3,42

Fonte: Arquivo Pessoal

Usando-se o Quadro acima pode-se estimar o tráfego para os próximos anos de acordo com cada período. Sendo a abertura da rodovia considerada para 2016 para um período de 10 anos. O Quadro abaixo mostra o cálculo do tráfego projetado.

Tabela 1-12 – Tráfego Projetado

ANO	VP	ÓN	CS	CD	RSR
2021	259	4	17	9	1
2022	269	4	17	10	1
2023	280	5	18	10	1
2024	292	5	19	11	1
2025	302	5	20	11	1
2026	313	5	20	12	1
2027	325	5	21	12	1
2028	336	6	22	12	1
2029	349	6	23	13	1
2030	360	6	24	13	1
2031	372	6	25	14	2

Fonte: Arquivo Pessoal

Parâmetro N



Depois de feita a contagem de tráfego e calculada a TMDA, foi estimado o tráfego para os próximos anos, e calculado o número N.

O número N foi calculado pela metodologia da USACE, o Quadro acima mostra o fator veículo da metodologia. O Quadro abaixo mostra o cálculo do número N.

Tabela 1-13 – Fator de Veículo

MÉTODO USACE	VP	ÓN	CS	CD	RSR
	0	0,79	1,149	4,767	12,078

Fonte: Arquivo Pessoal

Tabela 1-14 – Cálculo do Número “N”

ANO	365*Fp*Fr	NÚMERO DE N - USACE		
		$\sum (V_i * F_{vi})$	ANUAL	ACUMULADO
2021	182,5	79,851	14572,8515	14572,85148
2022	182,5	83,322	15206,2775	29779,12896
2023	182,5	86,944	15867,2376	45646,36652
2024	182,5	90,723	16556,9286	62203,29516
2025	182,5	94,267	17203,6804	79406,97561
2026	182,5	97,949	17875,6974	97282,67296
2027	182,5	101,775	18573,9664	115856,6393
2028	182,5	105,751	19299,5131	135156,1525
2029	182,5	109,882	20053,4033	155209,5558
2030	182,5	113,745	20758,452	175968,0078
2031	182,5	117,744	21488,2907	197456,2985

Fonte: Arquivo Pessoal



2 PROJETO

2.1 Projeto de Pavimentação;

O Projeto de Pavimentação desenvolvido definiu a seção transversal do pavimento, em tangente e em linha reta, suas espessuras ao longo do trecho, bem como o estabelecimento do tipo do pavimento, definindo geometricamente as diferentes camadas componentes, estabelecendo os materiais constituintes.

O Projeto de Pavimentação Asfáltica da Rua Durval Ribeiro da Costa, no município de Quatro Barras, com extensão de 805,143 metros, seguiu as orientações dos métodos preconizados pelo DEINFRA.

O objetivo do projeto de pavimentação é a de estudar e apresentar a melhor estrutura para o pavimento, analisando sob o ponto de vista técnico e econômico, de forma a aperfeiçoar a solução proposta no tocante aos aspectos técnicos com a maior economia possível.

De forma geral, a estrutura dimensionada deverá atender as seguintes características:

- ♦ Dar conforto ao usuário;
- ♦ Resistir e distribuir os esforços verticais oriundos do tráfego;
- ♦ Resistir aos esforços horizontais;
- ♦ Ser impermeável, evitando a infiltração das águas superficiais;
- ♦ Melhorar a qualidade de vida da população e do sistema viário.

2.1.1 Dimensionamento do Pavimento.

O dimensionamento do pavimento foi desenvolvido de acordo com o método de projeto de Pavimentos Flexíveis do DNER de 1979, da autoria do Engº Murillo Lopes de Souza.



Relativamente aos materiais integrantes do pavimento, são adotados coeficientes de equivalência estrutural tomando por base os resultados obtidos na Pista Experimental da AASHTO, com modificações julgadas oportunas.

Os coeficientes estruturais utilizados foram baseados na Tabela abaixo:

Tabela 2-1 – Coeficiente dos Componentes do Pavimento

COMPONENTES DO PAVIMENTO	COEFICIENTE
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação	1,40
Base ou revestimento betuminoso por penetração	1,20
Camadas granulares	1,00
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 kg/cm	1,70
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre 45 kg/cm e 28 kg/cm	1,40
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre 28 kg/cm e 21 kg/cm	1,20

Fonte: Arquivo Pessoal

A Capacidade de Suporte do subleito, e dos materiais constituintes do pavimento é dada pelo CBR, adotando-se o método de ensaio preconizado pelo DNER, em corpos-de-prova indeformados ou moldados em laboratório para as condições de massa específica aparente e umidade especificada para o serviço.

2.1.2 Dados dos Estudos de Tráfego e Geotécnicos.

♦ Número de Solicitações no Eixo Padrão = N

O Valor de N foi obtido conforme descrito nos estudos de tráfego e apresentou o seguinte valor:

$$N = 1,97 \text{ E}+05$$

♦ Índice de Suporte Califórnia ISCP



O ISC de Projeto foi obtido conforme descrito nos Estudos Geotécnicos e apresentou o seguinte valor:

$$\text{ISC projeto} = 4,68\%$$

2.1.3 Característica das Camadas do Pavimento

Para o dimensionamento da estrutura do pavimento da rua objeto deste projeto, adotaram-se os seguintes dados:

- ◆ Subleito → CBR_p = 4,68%
- ◆ Sub-Base → CBR = 20,00%
- ◆ Base → CBR = 80,00%

Coeficientes Estruturais

- ◆ Revestimento Concreto Betuminoso → K_R = 2,00
- ◆ Base Granular → K_B = 1,00
- ◆ Sub-base Granular → K_{SB} = 1,00

2.1.4 Determinação da Espessura do Revestimento

Em função do número de repetições de eixo padrão adotado anteriormente ($N =$), foi possível determinar a espessura e o tipo de revestimento a ser adotado.

Tabela 2-2 – Espessura do Revestimento

<i>N</i>	Espessura do Revestimento Betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

Fonte: DNIT 2006



De acordo com a Tabela acima, como pode ser observado, em função do número de “N” obtém-se como revestimento apenas um tratamento superficial. Porém adota-se uma espessura de 5,00 cm de revestimento em Concreto Betuminoso.

$$R = 5,00 \text{ cm}$$

2.1.5 Determinação das Camadas Granulares

♦ Espessura da Camada de Base

$$K_R \cdot R + K_B \cdot B \geq H_{20}$$

$$2 \times 5 + 1 \times B \geq 24$$

$$B = 14 - \text{Adota-se } 0,15 \text{ m}$$

♦ Espessura da Camada de Sub-Base

$$K_R \cdot R + K_B \cdot B + K_S \cdot h_{20} \geq H_n$$

$$2 \times 5 + 1 \times 15 + 1 \times h_{20} \geq 55$$

$$SB = 30 \text{ Adota-se } 0,30 \text{ m}$$

Desta forma, pelo dimensionamento das camadas através do Método do DNER, obtiveram-se os seguintes valores:

Tabela 2-3 – Resumo das Espessuras do Pavimento

Camada	Material	Espessura
Revestimento	Concreto Betuminoso	0,05 m
Base	Brita Graduada	0,15 m
Sub-Base	Macadame Seco	0,30 m
Espessura Total do Pavimento		0,50 m

Fonte: Arquivo Pessoal

A camada de sub-base será executada em duas camadas, sendo a primeira com 20 cm e a segunda com 15 cm conforme manual de pavimentação.



2.2 Ensaios

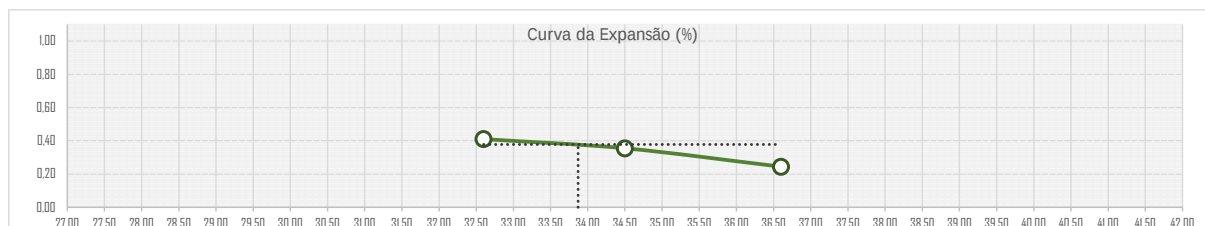
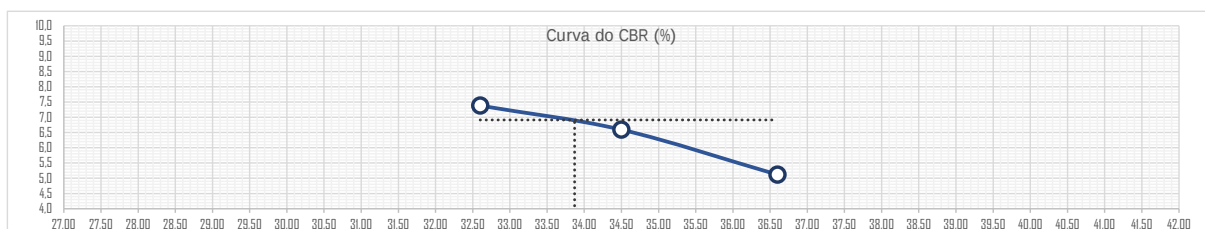
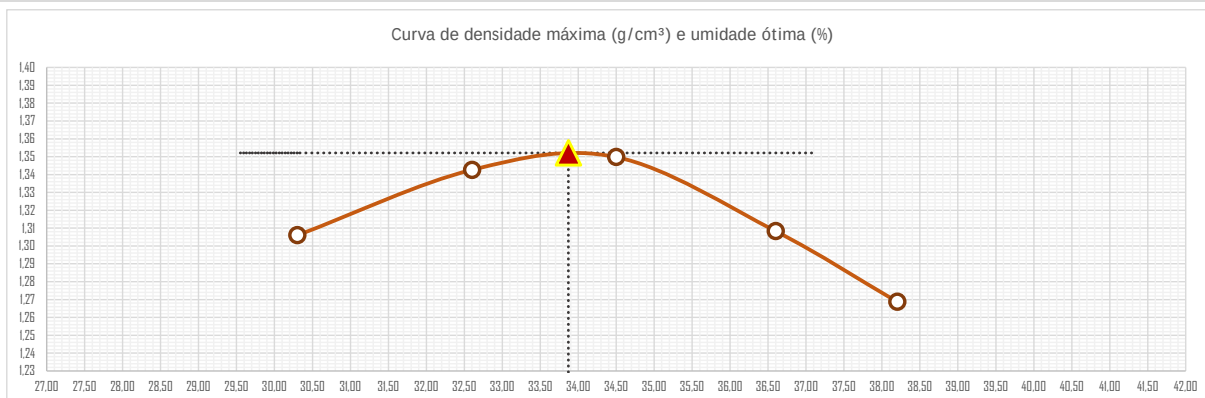
COMPACTAÇÃO, ISC, EXP, HOT E DENS. MÁX



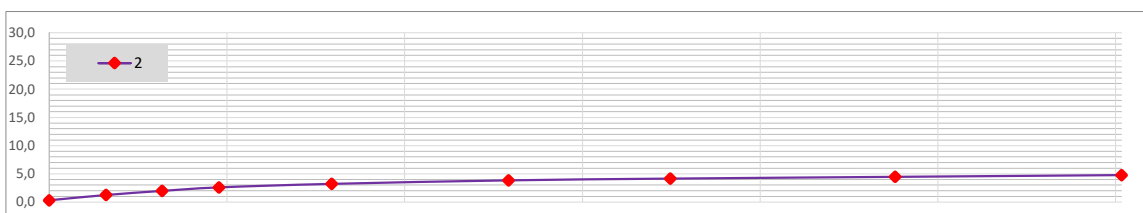
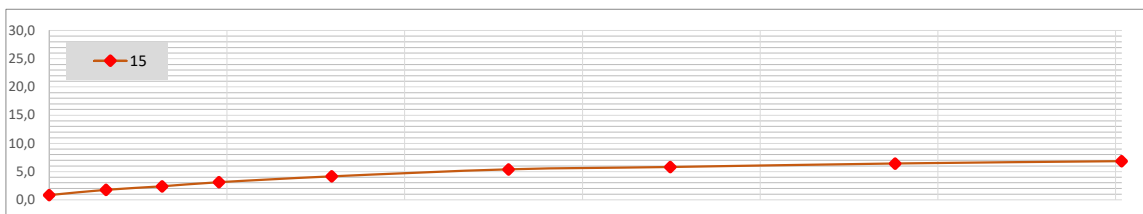
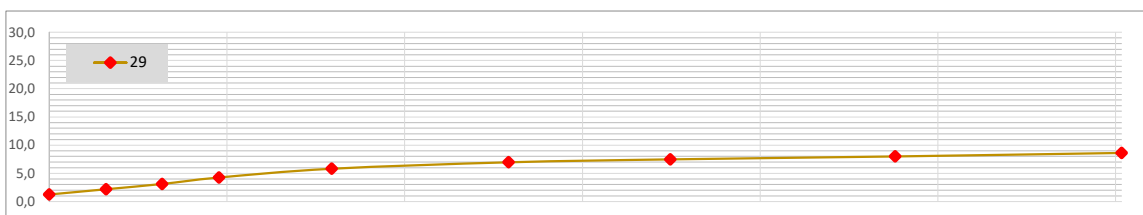
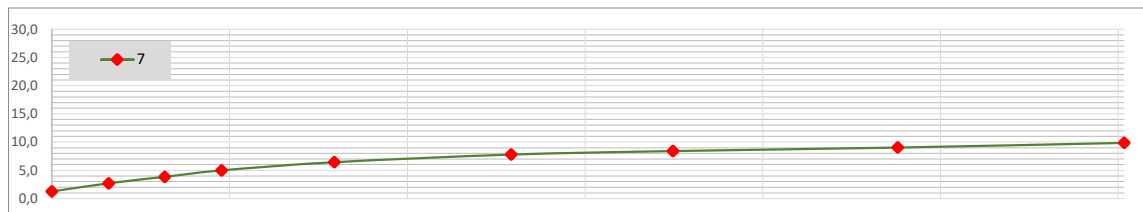
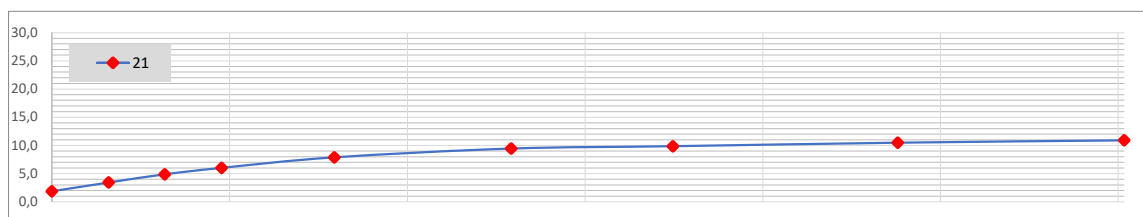
Serviço:	Material de Sondagem	Furo:	884 EX	Prof.:	0,00 a 1,50	Material:	Argila Marrom
Cliente:	Município de Quatro Barras						
Local:	Rua Durval Ribeiro da Costa					Data:	18/03/2021

CARACTERÍSTICAS		AMOSTRA		UMIDADE NATURAL	
Energia de Compactação	Normal	Peso da amostra úmida		Cápsula Nº.:	24 27
Disco Espaçador (Pol)	2"	Ph (g) = 6000,0		Cápsula + Solo Úmido (g)	70,48 82,13
Dens. Máxima (Kg/cm³)	1,352	Peso da amostra seca		Cápsula + Solo Seco (g)	55,12 64,41
Cilindro	Horas	Peso da cápsula (g)		Peso da Cápsula (g)	13,86 16,70
Proctor	C.B.R.	Ps (g) = 4373,7		Água (g)	15,36 17,72
Umidade Ótima (%)	33,87	Peso da água		Solo Seco (g)	41,26 47,71
C.B.R. (%)	6,91	Água (g) = 1626,3		Umidade %	37,23 37,14
Expansão (%)	0,38			Média	37,18

Descrição				Cilindro Nº	Cilindro Nº	Cilindro Nº	Cilindro Nº	Cilindro Nº	Cilindro Nº
				21	7	29	15	2	27
Água	g	a	-	1570	1690	1810	1930	2050	2170
	%	b	-	26,2	28,2	30,2	32,2	34,2	36,2
Solo úmido + Cilindro	g	c	-	8750,0	9440,0	8205,0	9485,0	8710,0	8205,0
Peso do Cilindro	g	d	-	4834,9	5290,0	4069,8	5321,3	4659,9	4214,8
Solo úmido	g	e	d - e	3915,1	4150,0	4135,2	4163,7	4050,1	3990,2
Volume do Cilindro	cm³	f	-	2300,7	2331,1	2277,8	2329,9	2309,8	2297,7
Massa Específica Aparente Úmida	g/cm³	g	e / f	1,702	1,780	1,815	1,787	1,753	1,737
Cápsula	nº	h	-	3	11	24	47	9	35
Solo úmido + cápsula	g	i	-	85,61	82,23	89,24	90,45	87,81	79,98
Solo Seco + Cápsula	g	j	-	69,60	66,01	69,90	70,95	67,53	61,55
Peso da Água	g	l	i - j	16,01	16,22	19,34	19,50	20,28	18,43
Peso da Cápsula	g	m	-	16,72	16,33	13,86	17,67	14,46	16,05
Solo Seco	g	n	j - m	52,88	49,68	56,04	53,28	53,07	45,50
Umidade	g	o	l / n	30,30	32,60	34,50	36,60	38,20	40,50
Massa Específica Aparente Seca	g/cm³	o	g / (1+o)	1,306	1,343	1,350	1,308	1,269	1,236



Anel Dinamométrico		1032			Área do Pistão:			19,32			Constante:			0,10379		
Cilindro		21			7			29			15			2		
Altura do Cilindro (cm)		12,679			12,779			12,669			12,689			12,679		
Data	Hora	L (mm)	Dif. (mm)	Exp. %	L (mm)	Dif. (mm)	Exp. %	L (mm)	Dif. (mm)	Exp. %	L (mm)	Dif. (mm)	Exp. %	L (mm)	Dif. (mm)	Exp. %
18/03/2021	16:10:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19/03/2021	16:10:00	0,68	0,68	0,54	0,41	0,41	0,32	0,29	0,29	0,23	0,17	0,17	0,13	0,12	0,12	0,09
20/03/2021	16:10:00	0,92	0,92	0,73	0,45	0,45	0,35	0,34	0,34	0,27	0,22	0,22	0,17	0,15	0,15	0,12
21/03/2021	16:10:00	1,08	1,08	0,85	0,48	0,48	0,38	0,41	0,41	0,32	0,30	0,30	0,24	0,21	0,21	0,17
22/03/2021	16:10:00	1,17	1,17	0,92	0,52	0,52	0,41	0,45	0,45	0,35	0,31	0,31	0,24	0,25	0,25	0,20
T	Penet.	Cilindro 21			Cilindro 7			Cilindro 29			Cilindro 15			Cilindro 2		
Min.	mm	L (mm)	Pressão (Kg/m²) Calc.	Corr.	L (mm)	Pressão (Kg/m²) Calc.	Corr.	L (mm)	Pressão (Kg/m²) Calc.	Corr.	L (mm)	Pressão (Kg/m²) Calc.	Corr.	L (mm)	Pressão (Kg/m²) Calc.	Corr.
0,5	0,63	18	1,9	1,9	12	1,2	1,2	12	1,2	1,2	8	0,8	0,8	3	0,3	0,3
1,0	1,27	33	3,4	3,4	26	2,7	2,7	21	2,2	2,2	17	1,8	1,8	12	1,2	1,2
1,5	1,90	47	4,9	4,9	37	3,8	3,8	30	3,1	3,1	23	2,4	2,4	19	2,0	2,0
2,0	2,54	58	6,0	6,0	48	5,0	5,0	41	4,3	4,3	30	3,1	3,1	25	2,6	2,6
3,0	3,81	76	7,9	7,9	62	6,4	6,4	56	5,8	5,8	40	4,2	4,2	31	3,2	3,2
4,0	5,80	91	9,4	9,4	75	7,8	7,8	67	7,0	7,0	52	5,4	5,4	37	3,8	3,8
6,0	7,62	95	9,9	9,9	81	8,4	8,4	72	7,5	7,5	56	5,8	5,8	40	4,2	4,2
8,0	10,15	101	10,5	10,5	87	9,0	9,0	77	8,0	8,0	62	6,4	6,4	43	4,5	4,5
10,0	12,70	105	10,9	10,9	95	9,9	9,9	83	8,6	8,6	66	6,9	6,9	46	4,8	4,8
CBR'		70,31			7,09			6,05			4,43			3,69		
CBR''		105,46			7,38			6,59			5,12			3,64		



LIMITES FÍSICOS



Serviço: Material de Sondagem Furo: 884 EX Prof.: 0,00 a 1,50 Material: Argila Marrom
 Cliente: Município de Quatro Barras
 Local: Rua Durval Ribeiro da Costa Data: 18/03/2021

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Peneira n.	Abertura	Retido (g)		Passando (g)	% que Passa da Amostra total	Amostra para Granulometria		
3"	76,2			990,98	100,00%	Amostra Total Úmida (g)		1.000,00
2 1/2"	63,5			990,98	100,00%	Solo Seco Retido na #10 (g)		29,93
2"	50,8			990,98	100,00%	Solo Úmido Pass. #10 (g)		970,07
1 1/2"	38,1			990,98	100,00%	Solo S. Pass. #10 (g)		961,05
1"	25,4			990,98	100,00%	Amostra Total Seca (g)		990,98
3/4"	19,1			990,98	100,00%	Umidade Higroscópica		
1/2"	12,7			990,98	100,00%			
3/8"	9,5	0,00		990,98	100,00%	Cápsula Nº.:	63	20
4	4,8	0,56		990,42	99,94%	Cápsula+Solo Úmido(g)	81,06	76,54
10	2,0	29,37		961,05	96,98%	Cápsula+Solo Seco(g)	80,44	75,99
Peneiramento Fino						Peso da Cápsula (g)	15,85	16,08
Peso da Amostra Úmida		100,00		Peso da Amostra Seca		99,07		Água (g)
Peneira		Amostra Seca (g)		Porcentagem que Passa		Solo Seco (g)		59,91
N.	Abertura	Retido	Passante	Amostra Parcial	Amostra Total	Umidade %	0,96	0,92
10	2,000	0				Média	0,94	
40	0,420	28,47	70,60	71,26%	69,11%			
200	0,075	43,09	27,51	27,77%	26,93%			

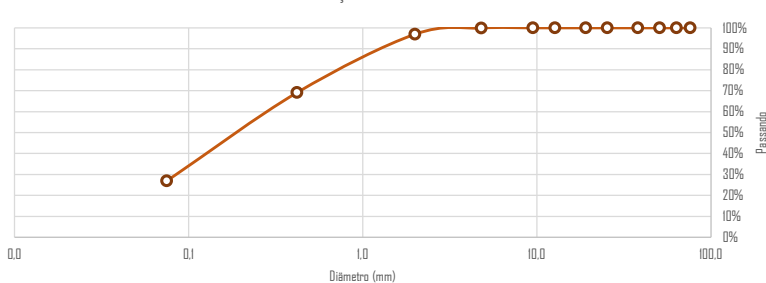
ENSAIOS FÍSICOS

LÍMITE DE LIQUIDEZ	Cápsula	Solo Úmido + Cápsula	Solo Seco + Cápsula	Peso da Cápsula	Peso da Água	Peso do Solo Seco	% de Água	Número de Golpes	Constante	LL Calculado	LL Adotado
	123	14,52	13,14	8,25	1,38	4,89	28,22	50			
	157	13,65	12,39	8,32	1,26	4,07	30,96	42			
	182	15,02	13,14	7,62	1,88	5,52	34,06	31			
	108	14,70	12,84	7,72	1,86	5,12	36,33	21	0,973	35,35	35,38
	112	14,69	12,75	7,80	1,94	4,95	39,19	11			
LÍMITE DE PLASTICIDADE	Cápsula	Solo Úmido + Cápsula	Solo Seco + Cápsula	Peso da Cápsula	Peso da Água	Peso do Solo Seco	% de Água				
	104	9,54	9,22	8,22	0,32	1,00	32,00				
	174	9,78	9,47	8,45	0,31	1,02	30,39				
	129	9,51	9,15	8,00	0,36	1,15	31,30				
	143	8,96	8,69	7,86	0,27	0,83	32,53				
	150	9,68	9,12	7,30	0,56	1,82	30,77				
				31,40							

RESUMO DOS ENSAIOS

Pedregulho > 4,8 mm 0,06%
 Areia Grossa 4,8 a 2,0 mm 2,96%
 Areia Média 2,0 a 0,42 mm 27,87%
 Areia Fina 0,42 a 0,074 mm 42,18%
 Passando na #200 26,93%
 Limite Liquidez 35,38
 Limite Plasticidade 31,40
 Índice Plasticidade 3,98
 Índice de Grupo 0
 Classificação H.R.B. A2-4

DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA



Etapas	Preparação	Granulometria	LL	LP	Cálculos
	DNER ME - 041/94	DNER ME - 080/94	DNER ME - 122/94	DNER ME - 082/94	
Data					
Operador					

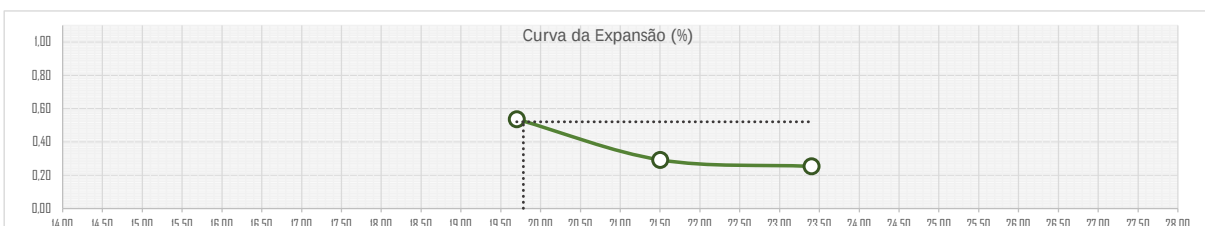
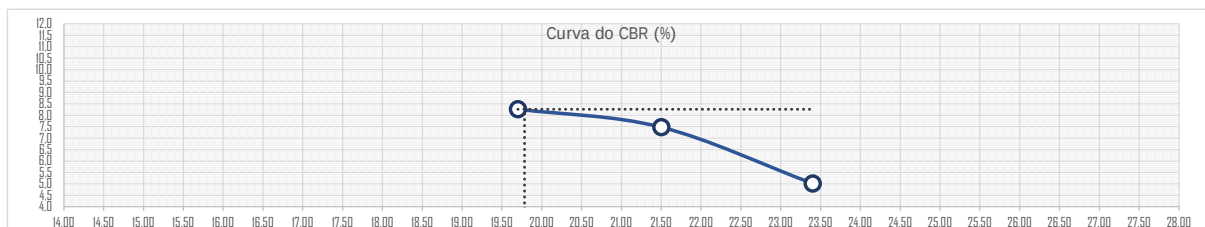
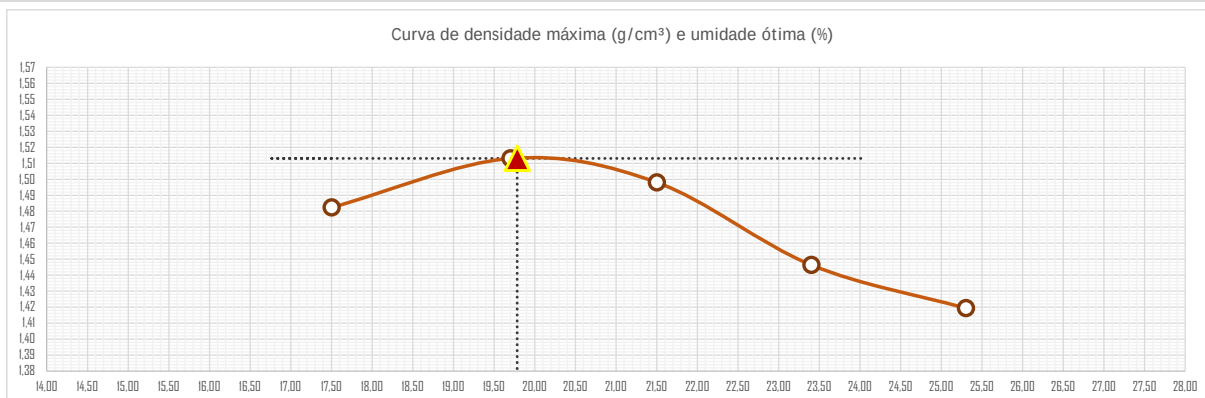
COMPACTAÇÃO, ISC, EXP, HOT E DENS. MÁX



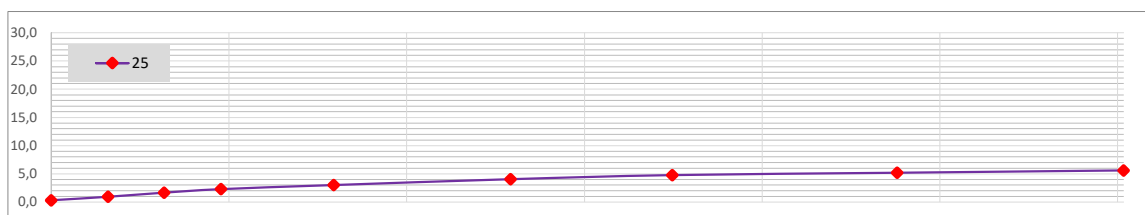
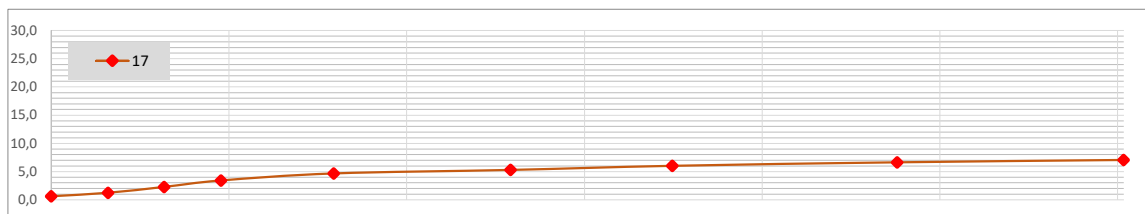
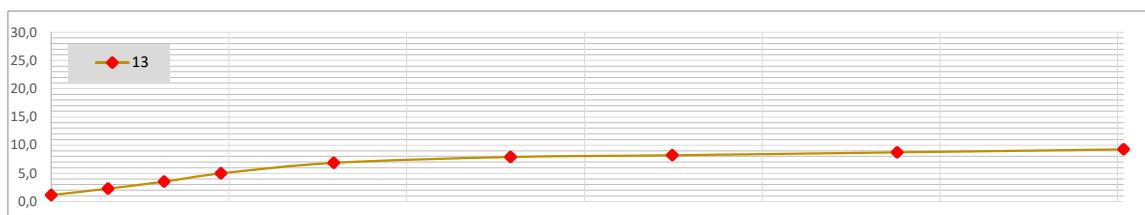
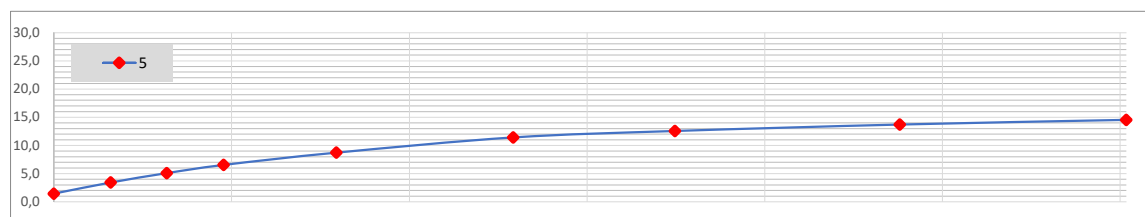
Serviço:	Material de Sondagem	Furo:	885 EX	Prof.:	0,00 a 1,50	Material:	Argila Arenosa Vermelha
Cliente:	Prefeitura Municipal de Quatro Barras						
Local:	Rua Durval Ribeiro da Costa					Data:	19/03/2021

CARACTERÍSTICAS		AMOSTRA		UMIDADE NATURAL	
Energia de Compactação	Normal	Peso da amostra úmida		Cápsula Nº.:	30 32
Disco Espaçador (Pol)	2"	Ph (g) = 6000,0		Cápsula + Solo Úmido (g)	75,39 77,90
Dens. Máxima (Kg/cm³)	1,513	Peso da amostra seca		Cápsula + Solo Seco (g)	65,77 68,18
Cilindro	Horas	Ps (g) = 5057,7		Peso da Cápsula (g)	14,21 15,94
☐ Proctor ☒ C.B.R.		Peso da água		Água (g)	9,62 9,72
Umidade Ótima (%)	19,78	Água (g) = 942,3		Solo Seco (g)	51,56 52,24
C.B.R. (%)	8,26			Umidade %	18,66 18,61
Expansão (%)	0,52			Média	18,63

Descrição				Cilindro Nº	Cilindro Nº	Cilindro Nº	Cilindro Nº	Cilindro Nº	Cilindro Nº
				5	10	13	17	25	28
Água	g	a	-	940	1060	1180	1300	1420	1540
	%	b	-	15,7	17,7	19,7	21,7	23,7	25,7
Solo úmido + Cilindro	g	c	-	8639,0	8231,0	8957,0	9554,0	9703,0	9651,0
Peso do Cilindro	g	d	-	4616,0	4055,5	4755,1	5366,1	5636,4	5621,4
Solo úmido	g	e	d - e	4023,0	4175,5	4201,9	4187,9	4066,6	4029,6
Volume do Cilindro	cm³	f	-	2309,8	2305,6	2308,6	2346,4	2286,8	2293,4
Massa Específica Aparente Úmida	g/cm³	g	e / f	1,742	1,811	1,820	1,785	1,778	1,757
Cápsula	nº	h	-	13	11	9	21	20	17
Solo úmido + cápsula	g	i	-	75,61	79,28	82,74	85,91	87,25	89,55
Solo Seco + Cápsula	g	j	-	66,95	68,93	70,68	72,96	72,89	73,91
Peso da Água	g	l	i - j	8,66	10,35	12,06	12,95	14,36	15,64
Peso da Cápsula	g	m	-	17,42	16,33	14,46	17,70	16,08	16,33
Solo Seco	g	n	j - m	49,53	52,60	56,22	55,26	56,81	57,58
Umidade	g	o	l / n	17,50	19,70	21,50	23,40	25,30	27,20
Massa Específica Aparente Seca	g/cm³	o	g / (1+o)	1,482	1,513	1,498	1,446	1,419	1,381



Anel Dinamométrico		1032			Área do Pistão:			19,32			Constante:			0,10379							
Cilindro		5			10			13			17			25							
Altura do Cilindro (cm)		12,679			12,689			12,689			12,779			12,719							
Data	Hora	L	Dif.	Exp.	L	Dif.	Exp.	L	Dif.	Exp.	L	Dif.	Exp.	L	Dif.	Exp.					
		(mm)	(mm)	%	(mm)	(mm)	%	(mm)	(mm)	%	(mm)	(mm)	%	(mm)	(mm)	%					
19/03/2021	08:10:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
20/03/2021	08:10:00	0,64	0,64	0,50	0,40	0,40	0,32	0,21	0,21	0,17	0,16	0,16	0,13	0,13	0,13	0,10					
21/03/2021	08:10:00	1,12	1,12	0,88	0,55	0,55	0,43	0,29	0,29	0,23	0,24	0,24	0,19	0,17	0,17	0,13					
22/03/2021	08:10:00	1,25	1,25	0,99	0,65	0,65	0,51	0,34	0,34	0,27	0,28	0,28	0,22	0,20	0,20	0,16					
23/03/2021	08:10:00	1,43	1,43	1,13	0,68	0,68	0,54	0,37	0,37	0,29	0,32	0,32	0,25	0,26	0,26	0,21					
T	Penet.	Cilindro	5			Cilindro	10			Cilindro	13			Cilindro	17			Cilindro	25		
Min.	mm	L	Pressão (Kg/m²)			L	Pressão (Kg/m²)			L	Pressão (Kg/m²)			L	Pressão (Kg/m²)			L	Pressão (Kg/m²)		
		(mm)	Calc.	Corr.		(mm)	Calc.	Corr.		(mm)	Calc.	Corr.		(mm)	Calc.	Corr.		(mm)	Calc.	Corr.	
0,5	0,63	14	1,5	1,5		11	1,1	1,1		11	1,1	1,1		6	0,6	0,6		3	0,3	0,3	
1,0	1,27	33	3,4	3,4		23	2,4	2,4		22	2,3	2,3		12	1,2	1,2		9	0,9	0,9	
1,5	1,90	49	5,1	5,1		39	4,0	4,0		34	3,5	3,5		22	2,3	2,3		16	1,7	1,7	
2,0	2,54	63	6,5	6,5		56	5,8	5,8		48	5,0	5,0		33	3,4	3,4		22	2,3	2,3	
3,0	3,81	84	8,7	8,7		71	7,4	7,4		66	6,9	6,9		45	4,7	4,7		29	3,0	3,0	
4,0	5,80	110	11,4	11,4		83	8,6	8,6		76	7,9	7,9		51	5,3	5,3		39	4,0	4,0	
6,0	7,62	121	12,6	12,6		89	9,2	9,2		79	8,2	8,2		58	6,0	6,0		46	4,8	4,8	
8,0	10,15	132	13,7	13,7		93	9,7	9,7		84	8,7	8,7		64	6,6	6,6		50	5,2	5,2	
10,0	12,70	140	14,5	14,5		98	10,2	10,2		89	9,2	9,2		68	7,1	7,1		54	5,6	5,6	
CBR'		70,31			9,30			8,27			7,09			4,87			3,25				
CBR''		105,46			10,83			8,17			7,48			5,02			3,84				



LIMITES FÍSICOS

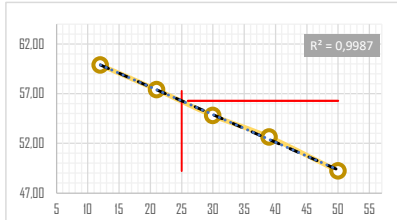


Serviço: Material de Sondagem Furo: 885 EX Prof.: 0,00 a 1,50 Material: Argila Arenosa Vermelha
 Cliente: Prefeitura Municipal de Quatro Barras
 Local: Rua Durval Ribeiro da Costa Data: 19/03/2021

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Peneira n.	Abertura	Retido (g)		Passando (g)	% que Passa da Amostra total	Amostra para Granulometria		
3"	76,2			984,91	100,00%	Amostra Total Úmida (g)		1.000,00
2 1/2"	63,5			984,91	100,00%	Solo Seco Retido na #10 (g)		10,80
2"	50,8			984,91	100,00%	Solo Úmido Pass. #10 (g)		989,20
1 1/2"	38,1			984,91	100,00%	Solo S. Pass. #10 (g)		974,11
1"	25,4			984,91	100,00%	Amostra Total Seca (g)		984,91
3/4"	19,1			984,91	100,00%	Umidade Higroscópica		
1/2"	12,7			984,91	100,00%			
3/8"	9,5	0,00		984,91	100,00%	Cápsula Nº.:	42	20
4	4,8	2,77		982,14	99,72%	Cápsula+Solo Úmido(g)	84,59	91,05
10	2,0	8,03		974,11	98,90%	Cápsula+Solo Seco(g)	83,57	89,89
Peneiramento Fino						Peso da Cápsula (g)	16,75	16,08
Peso da Amostra Úmida		100,00		Peso da Amostra Seca		98,47		Água (g)
Peneira		Amostra Seca (g)		Porcentagem que Passa		Solo Seco (g)		1,02
N.	Abertura	Retido	Passante	Amostra Parcial	Amostra Total	Solo Seco (g)		1,16
10	2,000	0				Umidade %		1,57
40	0,420	19,92	78,55	79,77%	78,90%	Média		1,55
200	0,075	46,76	31,79	32,29%	31,93%			

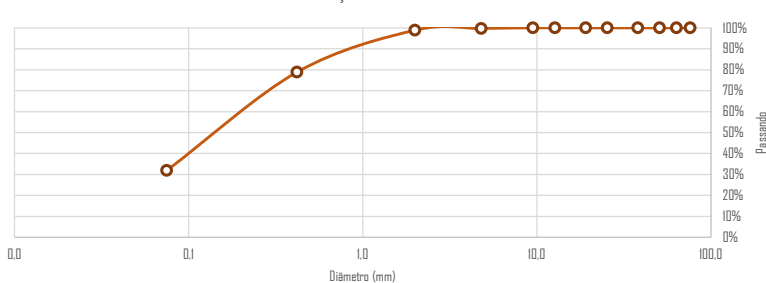
ENSAIOS FÍSICOS

LÍMITE DE LIQUIDEZ	Cápsula	Solo Úmido + Cápsula	Solo Seco + Cápsula	Peso da Cápsula	Peso da Água	Peso do Solo Seco	% de Água	Número de Golpes	Constante	LL Calculado	LL Adotado
	151	14,03	11,85	7,42	2,18	4,43	49,21	50			
	124	13,25	11,65	8,61	1,60	3,04	52,63	39			
	113	14,06	11,54	6,94	2,52	4,60	54,78	30	1,029	56,37	56,19
	108	13,89	11,64	7,72	2,25	3,92	57,40	21	0,973	55,85	
	145	13,47	11,56	8,37	1,91	3,19	59,87	12			
LÍMITE DE PLASTICIDADE	Cápsula	Solo Úmido + Cápsula	Solo Seco + Cápsula	Peso da Cápsula	Peso da Água	Peso do Solo Seco	% de Água				
	101	9,13	8,82	7,67	0,31	1,15	26,96				
	117	8,89	8,65	7,72	0,24	0,93	25,81				
	143	9,45	9,12	7,86	0,33	1,26	26,19				
	182	8,97	8,69	7,62	0,28	1,07	26,17				
	127	9,10	8,89	8,03	0,21	0,86	24,42				
				25,91							

RESUMO DOS ENSAIOS

Pedregulho > 4,8 mm 0,28%
 Areia Grossa 4,8 a 2,0 mm 0,82%
 Areia Média 2,0 a 0,42 mm 20,01%
 Areia Fina 0,42 a 0,074 mm 46,96%
 Passando na #200 31,93%
 Limite Liquidez 56,19
 Limite Plasticidade 25,91
 Índice Plasticidade 30,29
 Índice de Grupo 3
 Classificação H.R.B. A2-7

DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA



Etapa	Preparação	Granulometria	LL	LP	Cálculos
	DNER ME - 041/94	DNER ME - 080/94	DNER ME - 122/94	DNER ME - 082/94	
Data					
Operador					

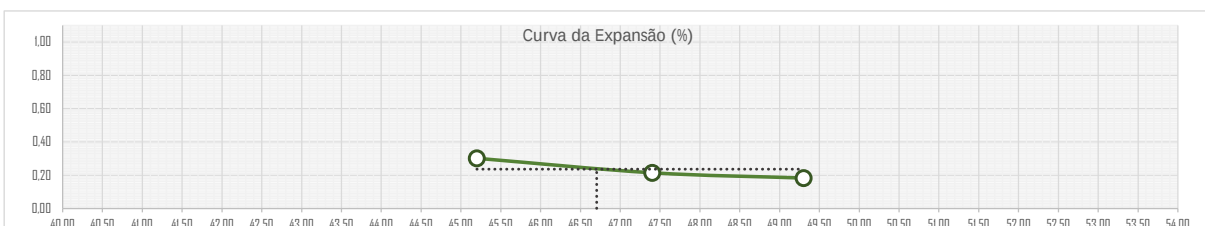
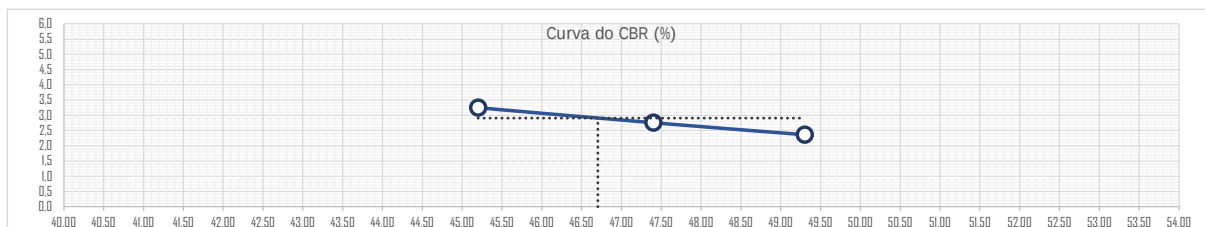
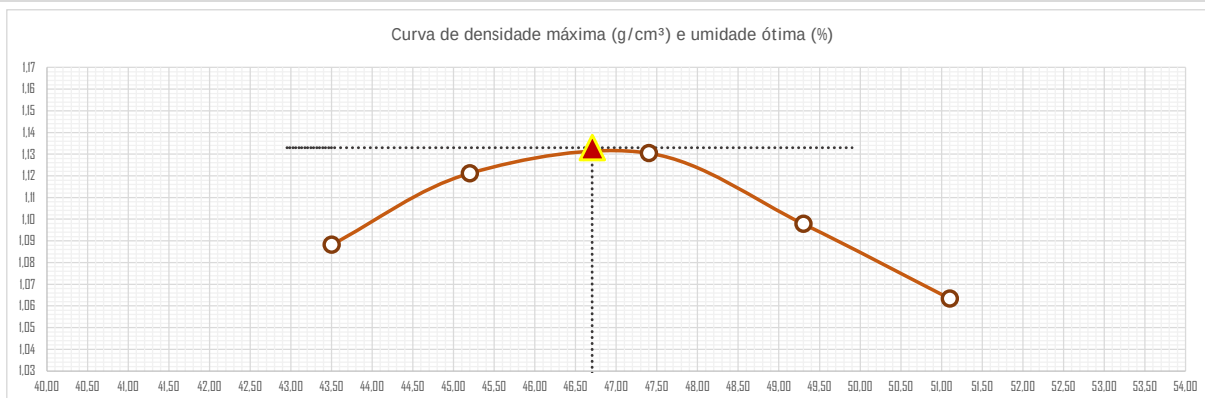
COMPACTAÇÃO, ISC, EXP, HOT E DENS. MÁX



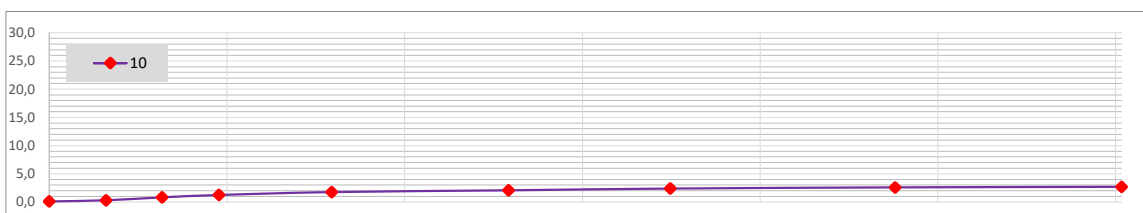
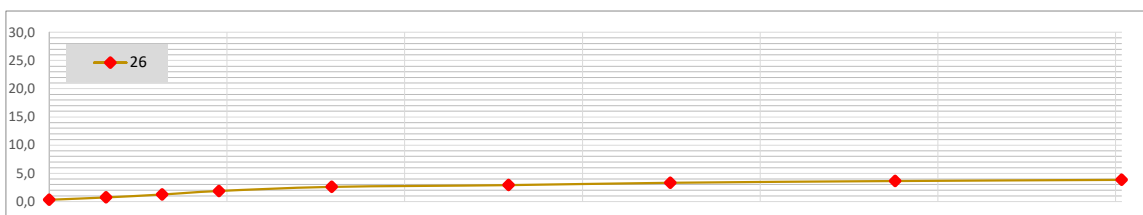
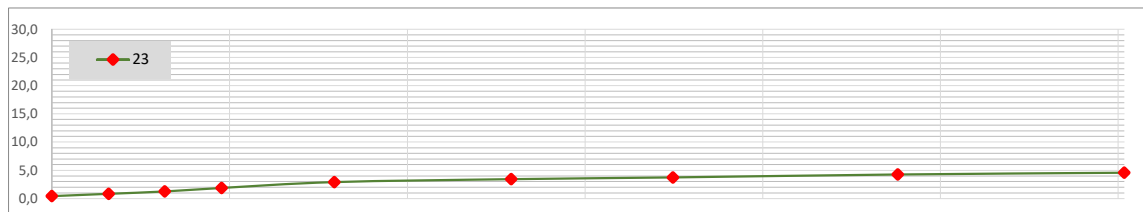
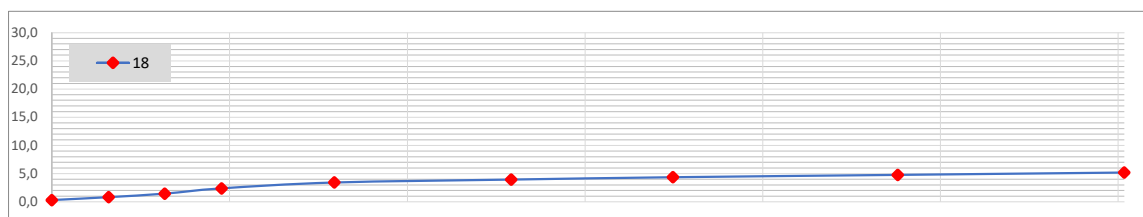
Serviço:	Material de Sondagem	Furo:	886 EX	Prof.:	0,15 a 1,50	Material:	Argila Preta
Cliente:	Município de Quatro Barras						
Local:	Rua Durval Riberio da Costa					Data:	29/03/2021

CARACTERÍSTICAS		AMOSTRA		UMIDADE NATURAL	
Energia de Compactação	Normal	Peso da amostra úmida		Cápsula Nº.:	14 10
Disco Espaçador (Pol)	2"	Ph (g) = 6000,0		Cápsula + Solo Úmido (g)	87,40 83,26
Dens. Máxima (Kg/cm³)	1,133	Peso da amostra seca		Cápsula + Solo Seco (g)	60,04 57,76
Cilindro	Horas	Ps (g) = 3711,4		Peso da Cápsula (g)	15,54 16,53
☐ Proctor ☒ C.B.R.		Peso da água		Água (g)	27,36 25,50
Umidade Ótima (%)	46,70	Água (g) = 2288,6		Solo Seco (g)	44,50 41,23
C.B.R. (%)	2,91			Umidade %	61,48 61,85
Expansão (%)	0,24			Média	61,67

Descrição				Cilindro Nº	Cilindro Nº	Cilindro Nº	Cilindro Nº	Cilindro Nº	Cilindro Nº
Água	g	a	-	18	23	26	15	10	22
	%	b	-	2280	2400	2520	2640	2760	2880
Solo úmido + Cilindro	g	c	-	7640,0	8545,0	7850,0	9140,0	7760,0	8420,0
Peso do Cilindro	g	d	-	4054,9	4794,7	4084,0	5321,3	4055,5	4771,3
Solo úmido	g	e	d - e	3585,1	3750,3	3766,0	3818,7	3704,5	3648,7
Volume do Cilindro	cm³	f	-	2295,9	2303,7	2260,1	2329,9	2305,6	2311,0
Massa Específica Aparente Úmida	g/cm³	g	e / f	1,562	1,628	1,666	1,639	1,607	1,579
Cápsula	nº	h	-	25	19	29	37	46	50
Solo úmido + cápsula	g	i	-	76,29	79,63	81,72	83,94	78,69	82,79
Solo Seco + Cápsula	g	j	-	57,58	59,38	60,57	61,05	57,25	59,63
Peso da Água	g	l	i - j	18,71	20,25	21,15	22,89	21,44	23,16
Peso da Cápsula	g	m	-	14,52	14,55	15,96	14,63	15,30	16,38
Solo Seco	g	n	j - m	43,06	44,83	44,61	46,42	41,95	43,25
Umidade	g	o	l / n	43,50	45,20	47,40	49,30	51,10	53,50
Massa Específica Aparente Seca	g/cm³	o	g / (1+o)	1,088	1,121	1,130	1,098	1,063	1,029



Anel Dinamométrico		1032			Área do Pistão:			19,32			Constante:			0,10379		
Cilindro		18			23			26			15			10		
Altura do Cilindro (cm)		12,619			12,679			12,439			12,689			12,689		
Data	Hora	L (mm)	Dif. (mm)	Exp. %	L (mm)	Dif. (mm)	Exp. %	L (mm)	Dif. (mm)	Exp. %	L (mm)	Dif. (mm)	Exp. %	L (mm)	Dif. (mm)	Exp. %
29/03/2021	08:35:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30/03/2021	08:35:00	0,43	0,43	0,34	0,23	0,23	0,18	0,17	0,17	0,13	0,15	0,15	0,12	0,14	0,14	0,11
31/03/2021	08:35:00	0,52	0,52	0,41	0,29	0,29	0,23	0,20	0,20	0,16	0,17	0,17	0,13	0,15	0,15	0,12
01/04/2021	08:35:00	0,58	0,58	0,46	0,34	0,34	0,27	0,25	0,25	0,20	0,21	0,21	0,17	0,18	0,18	0,14
02/04/2021	08:35:00	0,64	0,64	0,51	0,38	0,38	0,30	0,27	0,27	0,21	0,23	0,23	0,18	0,19	0,19	0,15
T	Penet.	Cilindro 18			Cilindro 23			Cilindro 26			Cilindro 15			Cilindro 10		
Min.	mm	L (mm)	Pressão (Kg/m²) Calc. Corr.		L (mm)	Pressão (Kg/m²) Calc. Corr.		L (mm)	Pressão (Kg/m²) Calc. Corr.		L (mm)	Pressão (Kg/m²) Calc. Corr.		L (mm)	Pressão (Kg/m²) Calc. Corr.	
0,5	0,63	3	0,3	0,3	4	0,4	0,4	3	0,3	0,3	2	0,2	0,2	1	0,1	0,1
1,0	1,27	8	0,8	0,8	8	0,8	0,8	7	0,7	0,7	5	0,5	0,5	3	0,3	0,3
1,5	1,90	14	1,5	1,5	12	1,2	1,2	12	1,2	1,2	10	1,0	1,0	8	0,8	0,8
2,0	2,54	23	2,4	2,4	18	1,9	1,9	18	1,9	1,9	15	1,6	1,6	12	1,2	1,2
3,0	3,81	33	3,4	3,4	28	2,9	2,9	25	2,6	2,6	21	2,2	2,2	17	1,8	1,8
4,0	5,80	38	3,9	3,9	33	3,4	3,4	28	2,9	2,9	24	2,5	2,5	20	2,1	2,1
6,0	7,62	42	4,4	4,4	36	3,7	3,7	32	3,3	3,3	26	2,7	2,7	23	2,4	2,4
8,0	10,15	46	4,8	4,8	41	4,3	4,3	35	3,6	3,6	28	2,9	2,9	25	2,6	2,6
10,0	12,70	50	5,2	5,2	44	4,6	4,6	37	3,8	3,8	29	3,0	3,0	26	2,7	2,7
CBR'		70,31			2,66			2,66			2,21			1,77		
CBR''		105,46			3,25			2,76			2,36			1,97		



LIMITES FÍSICOS



Serviço: Material de Sondagem Furo: 886 EX Prof.: 0,15 a 1,50 Material: Argila Preta
 Cliente: Município de Quatro Barras
 Local: Rua Durval Riberio da Costa Data: 29/03/2021

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Peneira n.	Abertura	Retido (g)		Passando (g)	% que Passa da Amostra total	Amostra para Granulometria		
3"	76,2			984,78	100,00%	Amostra Total Úmida (g)		1.000,00
2 1/2"	63,5			984,78	100,00%	Solo Seco Retido na #10 (g)		8,92
2"	50,8			984,78	100,00%	Solo Úmido Pass. #10 (g)		991,08
1 1/2"	38,1			984,78	100,00%	Solo S. Pass. #10 (g)		975,86
1"	25,4			984,78	100,00%	Amostra Total Seca (g)		984,78
3/4"	19,1			984,78	100,00%	Umidade Higroscópica		
1/2"	12,7			984,78	100,00%			
3/8"	9,5			984,78	100,00%	Cápsula Nº.:	51	69
4	4,8	0,00		984,78	100,00%	Cápsula+Solo Úmido(g)	88,05	85,64
10	2,0	8,92		975,86	99,09%	Cápsula+Solo Seco(g)	86,94	84,59
Peneiramento Fino								
Peso da Amostra Úmida		100,00		Peso da Amostra Seca		98,46		
Peneira		Amostra Seca (g)		Porcentagem que Passa		Peso da Cápsula (g)		
N.	Abertura	Retido	Passante	Amostra Parcial	Amostra Total	16,21		
10	2,000	0				16,84		
40	0,420	14,24	84,22	85,54%	84,76%	Água (g)		
200	0,075	29,86	54,36	55,21%	54,71%	1,11		
						Solo Seco (g)		1,05
						70,73		67,75
						Umidade %		1,55
						1,57		1,55
						Média		1,56
						1,56		

ENSAIOS FÍSICOS

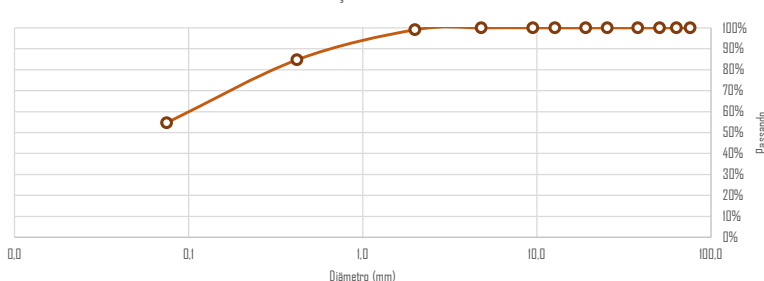
LIMITE DE LIQUIDEZ	Cápsula	Solo Úmido + Cápsula	Solo Seco + Cápsula	Peso da Cápsula	Peso da Água	Peso do Solo Seco	% de Água	Número de Golpes	Constante	LL Calculado	LL Adotado
	156	15,69	13,57	7,29	2,12	6,28	33,76	49			
	194	14,78	13,00	8,04	1,78	4,96	35,89	40			
	170	15,34	13,43	8,46	1,91	4,97	38,43	30	1,029	39,55	39,58
	163	15,49	13,40	8,24	2,09	5,16	40,50	21	0,973	39,41	
	187	14,83	12,77	7,96	2,06	4,81	42,83	13			

LIMITE DE PLASTICIDADE	Cápsula	98	Solo Seco + Cápsula	Peso da Cápsula	Peso da Água	Peso do Solo Seco	% de Água	
	112	10,05	9,51	7,80	0,54	1,71	31,58	
	156	9,96	9,32	7,29	0,64	2,03	31,53	
	166	10,47	9,93	8,26	0,54	1,67	32,34	
	172	9,62	9,29	8,26	0,33	1,03	32,04	
	160	9,89	9,57	8,54	0,32	1,03	31,07	
				31,71				

RESUMO DOS ENSAIOS

Pedregulho > 4,8 mm 0,00%
 Areia Grossa 4,8 a 2,0 mm 0,91%
 Areia Média 2,0 a 0,42 mm 14,33%
 Areia Fina 0,42 a 0,074 mm 30,05%
 Passando na #200 54,71%
 Limite Liquidez 39,58
 Limite Plasticidade 31,71
 Índice Plasticidade 7,87
 Índice de Grupo 4
 Classificação H.R.B. A4

DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA



Etapa	Preparação	Granulometria	LL	LP	Cálculos
	DNER ME - 041/94	DNER ME - 080/94	DNER ME - 122/94	DNER ME - 082/94	
Data					
Operador					

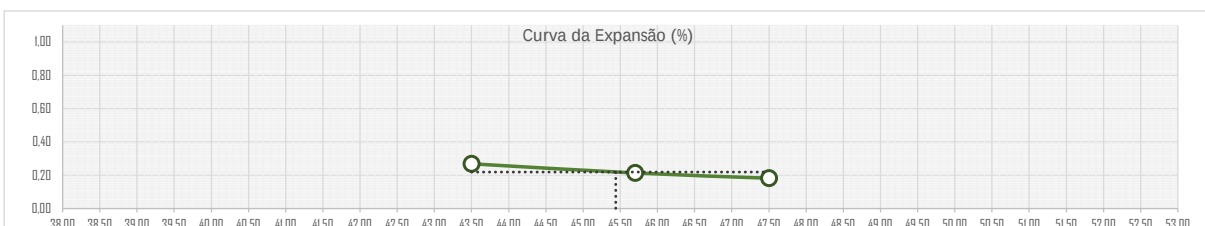
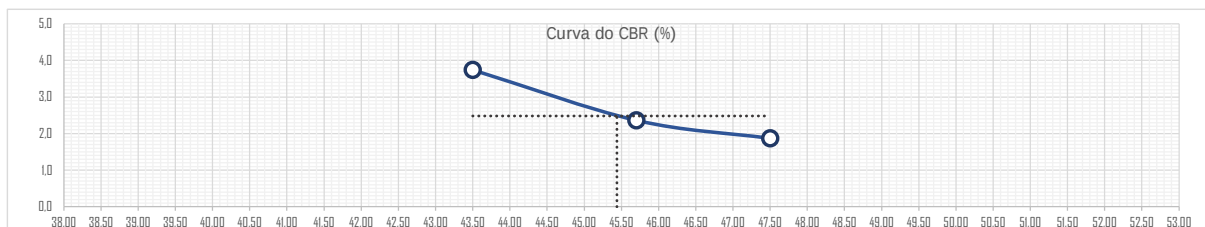
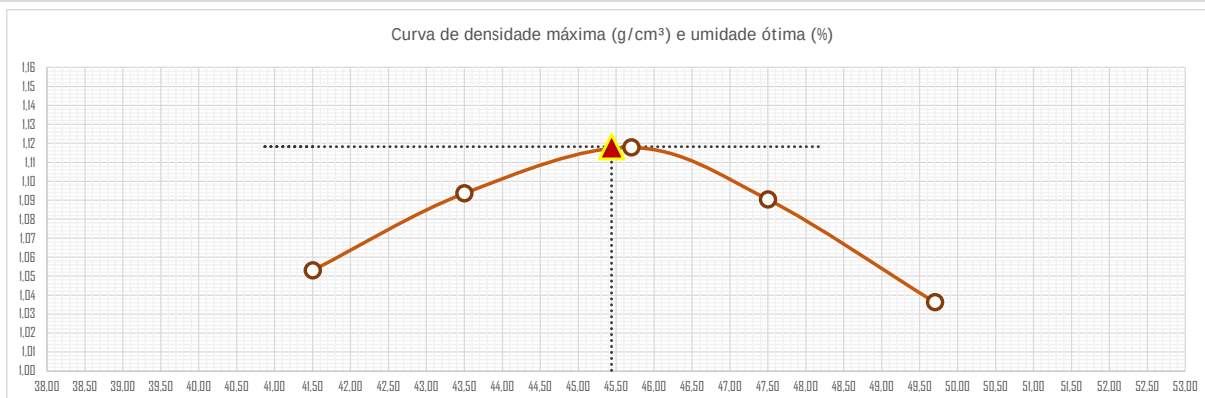
COMPACTAÇÃO, ISC, EXP, HOT E DENS. MÁX



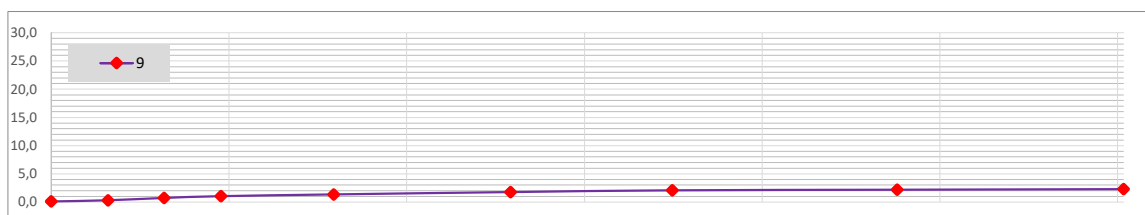
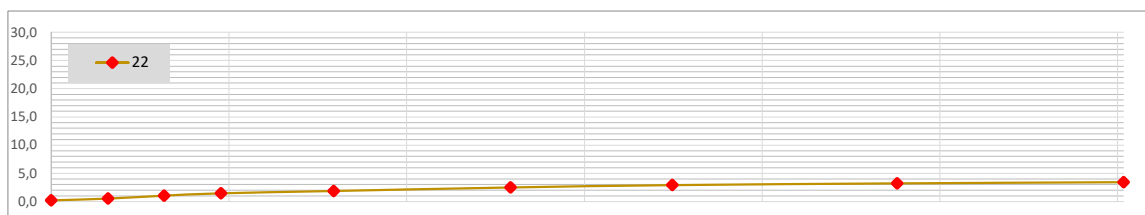
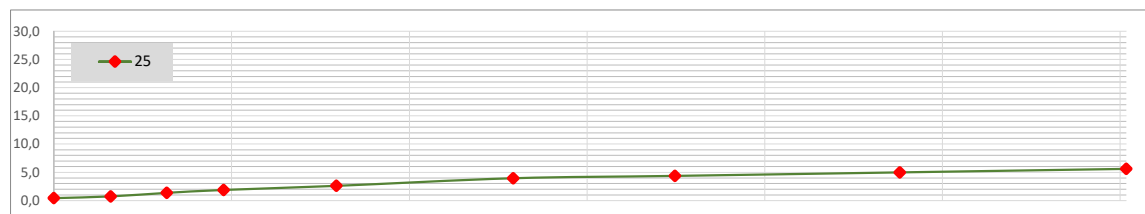
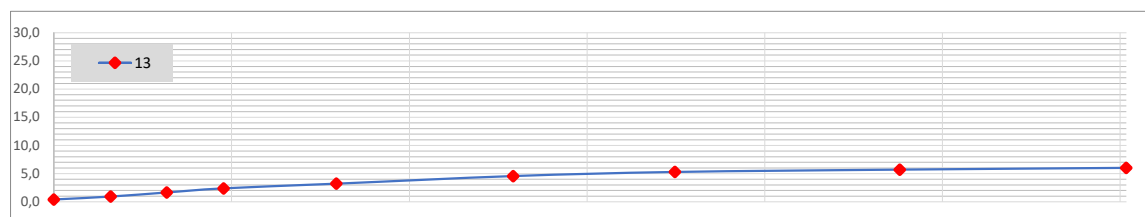
Serviço:	Material de Sondagem	Furo:	887 EX	Prof.:	0,15 a 1,50	Material:	Argila Preta
Cliente:	Município de Quatro Barras						
Local:	Rua Durval Ribeiro da Costa					Data:	29/03/2021

CARACTERÍSTICAS		AMOSTRA		UMIDADE NATURAL	
Energia de Compactação	Normal	Peso da amostra úmida		Cápsula Nº.:	28 22
Disco Espaçador (Pol)	2"	Ph (g) = 6000,0		Cápsula + Solo Úmido (g)	94,07 91,45
Dens. Máxima (Kg/cm³)	1,118	Peso da amostra seca		Cápsula + Solo Seco (g)	64,78 63,59
Cilindro	Horas	Peso da cápsula (g)		Peso da Cápsula (g)	16,66 17,75
Proctor	C.B.R.	Ps (g) = 3730,8		Água (g)	29,29 27,86
Umidade Ótima (%)	45,44	Peso da água		Solo Seco (g)	48,12 45,84
C.B.R. (%)	2,48	Água (g) = 2269,2		Umidade %	60,87 60,78
Expansão (%)	0,22			Média	60,82

Descrição				Cilindro Nº	Cilindro Nº	Cilindro Nº	Cilindro Nº	Cilindro Nº	Cilindro Nº
				13	25	22	17	9	5
Água	g	a	-	2260	2380	2500	2620	2740	2860
	%	b	-	37,7	39,7	41,7	43,7	45,7	47,7
Solo úmido + Cilindro	g	c	-	8195,0	9225,0	8535,0	9140,0	7825,0	8130,0
Peso do Cilindro	g	d	-	4755,1	5636,4	4771,3	5366,1	4260,0	4616,0
Solo úmido	g	e	d - e	3439,9	3588,6	3763,7	3773,9	3565,0	3514,0
Volume do Cilindro	cm³	f	-	2308,6	2286,8	2311,0	2346,4	2298,3	2309,8
Massa Específica Aparente Úmida	g/cm³	g	e / f	1,490	1,569	1,629	1,608	1,551	1,521
Cápsula	nº	h	-	15	19	10	23	42	45
Solo úmido + cápsula	g	i	-	86,56	84,37	90,63	87,49	85,19	82,93
Solo Seco + Cápsula	g	j	-	65,42	63,21	67,39	64,58	62,47	59,57
Peso da Água	g	l	i - j	21,14	21,16	23,24	22,91	22,72	23,36
Peso da Cápsula	g	m	-	14,49	14,55	16,53	16,37	16,75	14,29
Solo Seco	g	n	j - m	50,93	48,66	50,86	48,21	45,72	45,28
Umidade	g	o	l / n	41,50	43,50	45,70	47,50	49,70	51,60
Massa Específica Aparente Seca	g/cm³	o	g / (1+o)	1,053	1,094	1,118	1,090	1,036	1,004



Anel Dinamométrico				1032		Área do Pistão:		19,32		Constante:		0,10379				
Cilindro		13			25			22			17			9		
Altura do Cilindro (cm)		12,689			12,719			12,669			12,779			12,699		
Data	Hora	L	Dif.	Exp.	L	Dif.	Exp.	L	Dif.	Exp.	L	Dif.	Exp.	L	Dif.	Exp.
		(mm)	(mm)	%	(mm)	(mm)	%	(mm)	(mm)	%	(mm)	(mm)	%	(mm)	(mm)	%
29/03/2021	10:20:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30/03/2021	10:20:00	0,38	0,38	0,30	0,29	0,29	0,23	0,21	0,21	0,17	0,16	0,16	0,13	0,13	0,13	0,10
31/03/2021	10:20:00	0,41	0,41	0,32	0,30	0,30	0,24	0,23	0,23	0,18	0,18	0,18	0,14	0,15	0,15	0,12
01/04/2021	10:20:00	0,43	0,43	0,34	0,32	0,32	0,25	0,26	0,26	0,20	0,21	0,21	0,17	0,17	0,17	0,13
02/04/2021	10:20:00	0,45	0,45	0,35	0,34	0,34	0,27	0,27	0,27	0,21	0,23	0,23	0,18	0,20	0,20	0,16
T	Penet.	Cilindro 13			Cilindro 25			Cilindro 22			Cilindro 17			Cilindro 9		
Min.	mm	L	Pressão (Kg/m²)		L	Pressão (Kg/m²)		L	Pressão (Kg/m²)		L	Pressão (Kg/m²)		L	Pressão (Kg/m²)	
		(mm)	Calc.	Corr.	(mm)	Calc.	Corr.	(mm)	Calc.	Corr.	(mm)	Calc.	Corr.	(mm)	Calc.	Corr.
0,5	0,63	4	0,4	0,4	4	0,4	0,4	2	0,2	0,2	2	0,2	0,2	1	0,1	0,1
1,0	1,27	9	0,9	0,9	7	0,7	0,7	5	0,5	0,5	4	0,4	0,4	3	0,3	0,3
1,5	1,90	16	1,7	1,7	13	1,3	1,3	10	1,0	1,0	9	0,9	0,9	7	0,7	0,7
2,0	2,54	23	2,4	2,4	18	1,9	1,9	14	1,5	1,5	12	1,2	1,2	10	1,0	1,0
3,0	3,81	31	3,2	3,2	25	2,6	2,6	18	1,9	1,9	15	1,6	1,6	13	1,3	1,3
4,0	5,80	44	4,6	4,6	38	3,9	3,9	24	2,5	2,5	19	2,0	2,0	17	1,8	1,8
6,0	7,62	51	5,3	5,3	42	4,4	4,4	28	2,9	2,9	22	2,3	2,3	20	2,1	2,1
8,0	10,15	55	5,7	5,7	48	5,0	5,0	31	3,2	3,2	24	2,5	2,5	21	2,2	2,2
10,0	12,70	58	6,0	6,0	54	5,6	5,6	33	3,4	3,4	26	2,7	2,7	22	2,3	2,3
CBR'		70,31		3,40		2,66		2,07		1,77		1,48				
CBR''		105,46		4,33		3,74		2,36		1,87		1,67				



LIMITES FÍSICOS

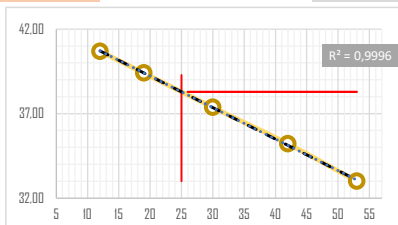


Serviço: Material de Sondagem Furo: 887 EX Prof.: 0,15 a 1,50 Material: Argila Preta
 Cliente: Município de Quatro Barras
 Local: Rua Durval Ribeiro da Costa Data: 29/03/2021

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Peneira n.	Abertura	Retido (g)		Passando (g)	% que Passa da Amostra total	Amostra para Granulometria		
3"	76,2			989,66	100,00%	Amostra Total Úmida (g)		1.000,00
2 1/2"	63,5			989,66	100,00%	Solo Seco Retido na #10 (g)		6,94
2"	50,8			989,66	100,00%	Solo Úmido Pass. #10 (g)		993,06
1 1/2"	38,1			989,66	100,00%	Solo S. Pass. #10 (g)		982,72
1"	25,4			989,66	100,00%	Amostra Total Seca (g)		989,66
3/4"	19,1			989,66	100,00%	Umidade Higroscópica		
1/2"	12,7			989,66	100,00%			
3/8"	9,5	0,00		989,66	100,00%	Cápsula Nº.:	24	10
4	4,8	0,00		989,66	100,00%	Cápsula+Solo Úmido(g)	90,62	84,69
10	2,0	6,94		982,72	99,30%	Cápsula+Solo Seco(g)	89,81	83,99
Peneiramento Fino						Peso da Cápsula (g)	13,86	16,53
Peso da Amostra Úmida		100,00		Peso da Amostra Seca		98,96		Água (g)
Peneira		Amostra Seca (g)		Porcentagem que Passa				0,81
N.	Abertura	Retido	Passante	Amostra Parcial	Amostra Total	Solo Seco (g)		0,70
10	2,000	0				Umidade %		67,46
40	0,420	15,02	83,94	84,82%	84,23%			1,07
200	0,075	29,83	54,11	54,68%	54,29%	Média		1,05

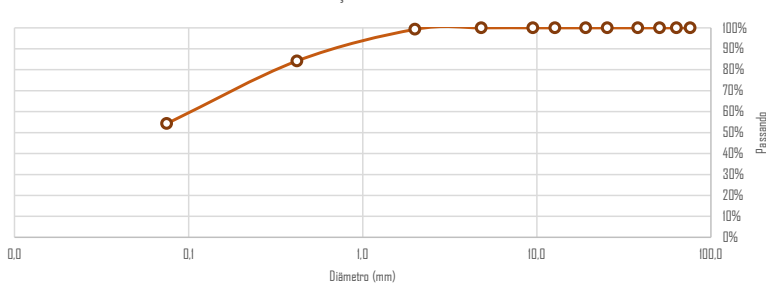
ENSAIOS FÍSICOS

LIMITE DE LIQUEZ	Cápsula	Solo Úmido + Cápsula	Solo Seco + Cápsula	Peso da Cápsula	Peso da Água	Peso do Solo Seco	% de Água	Número de Golpes	Constante	LL Calculado	LL Adotado
	112	15,62	13,68	7,80	1,94	5,88	32,99	53	1,029	38,45	38,37
	134	14,99	13,05	7,54	1,94	5,51	35,21	42			
	165	16,02	13,89	8,19	2,13	5,70	37,37	30			
	128	15,67	13,31	7,32	2,36	5,99	39,40	19			
	173	14,86	12,83	7,84	2,03	4,99	40,68	12			
LIMITE DE PLASTICIDADE	Cápsula	Solo Úmido + Cápsula	Solo Seco + Cápsula	Peso da Cápsula	Peso da Água	Peso do Solo Seco	% de Água				
	130	10,85	10,18	8,12	0,67	2,06	32,52				
	101	11,02	10,22	7,67	0,80	2,55	31,37				
	118	9,81	9,29	7,69	0,52	1,60	32,50				
	129	10,26	9,71	8,00	0,55	1,71	32,16				
	160	9,93	9,60	8,54	0,33	1,06	31,13				
					31,94						

RESUMO DOS ENSAIOS

Pedregulho > 4,8 mm 0,00%
 Areia Grossa 4,8 a 2,0 mm 0,70%
 Areia Média 2,0 a 0,42 mm 15,07%
 Areia Fina 0,42 a 0,074 mm 29,93%
 Passando na #200 54,29%
 Limite Liquez 38,37
 Limite Plasticidade 31,94
 Índice Plasticidade 6,43
 Índice de Grupo 4
 Classificação H.R.B. A4

DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA



Etapa	Preparação	Granulometria	LL	LP	Cálculos
	DNER ME - 041/94	DNER ME - 080/94	DNER ME - 122/94	DNER ME - 082/94	
Data					
Operador					



MUNICÍPIO DE QUATRO BARRAS

PROJETO BÁSICO E EXECUTIVO DE ENGENHARIA

VOLUME DER DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

RUA MANOEL ALVES DOS SANTOS

OELITON
ANTUNES
COELHO:069
21096920

Assinado de forma digital por
OELITON ANTUNES
COELHO:06921096920
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=AC
SOLUTTI Multipla v5,
ou=29186612000100,
ou=Presencial, ou=Certificado PF
A1, cn=OELITON ANTUNES
COELHO:06921096920
Dados: 2022.12.06 17:25:59 -03'00'

JARDIM SÃO PEDRO

QUATRO BARRAS – PR

TERRA
Engenharia

48 3466-3489

Quadro de Acompanhamento.

00	Emissão Inicial	MCM	06/12/2022
Rev.	Descrição	Responsável:	Data:

TABELAS:

Tabela 1-1 – Investigações Geotécnicas Utilizadas	1.6
Tabela 1-2 – Resumo dos Ensaios Geotécnicos.....	1.7
Tabela 1-3 – Valores de “t”	1.8
Tabela 1-4 – Limites do CBR.....	1.8
Tabela 1-5 – Cálculo do ISC de Projeto	1.8
Tabela 1-6 – Posto de Contagem de Tráfego	1.10
Tabela 1-7 – Resumo da Contagem de Tráfego	1.11
Tabela 1-8 – Fator de Expansão Horária	1.11
Tabela 1-9 – Volume para 24 Horas	1.12
Tabela 1-10 – Tráfego Médio Diário Anual	1.12
Tabela 1-11 – Taxa de Crescimento	1.13
Tabela 1-12 – Tráfego Projetado	1.13
Tabela 1-13 – Fator de Veículo	1.14
Tabela 1-14 – Cálculo do Número “N”	1.14
Tabela 2-1 – Coeficiente dos Componentes do Pavimento	2.16
Tabela 2-2 – Espessura do Revestimento	2.18
Tabela 2-3 – Resumo das Espessuras do Pavimento	2.19

SUMÁRIO:

1	ESTUDOS	1.5
1.1	Estudo de Geotécnico;.....	1.5
1.1.1	<i>Investigações Geotécnicas</i>	<i>1.5</i>
1.1.2	<i>Cálculo do ISC de Projeto</i>	<i>1.7</i>
1.1.3	<i>Ocorrência de Solos Moles</i>	<i>1.8</i>
1.1.4	<i>Características do Materiais para Aterro</i>	<i>1.9</i>
1.2	Estudo de Tráfego;	1.9
1.2.1	<i>Dados do Tráfego.....</i>	<i>1.10</i>
2	PROJETO	2.15
2.1	Projeto de Pavimentação;	2.15
2.1.1	<i>Dimensionamento do Pavimento.</i>	<i>2.15</i>
2.1.2	<i>Dados dos Estudos de Tráfego e Geotécnicos.</i>	<i>2.16</i>
2.1.3	<i>Característica das Camadas do Pavimento.....</i>	<i>2.17</i>
2.1.4	<i>Determinação da Espessura do Revestimento</i>	<i>2.17</i>
2.1.5	<i>Determinação das Camadas Granulares</i>	<i>2.18</i>
2.2	Ensaio.....	2.19



1 ESTUDOS

1.1 Estudo de Geotécnico;

O Estudo Geotécnico foi desenvolvido de forma a se conhecer as características dos materiais constituintes do subleito, classificar os materiais de corte e fundações de aterros, determinando suas características físico-mecânicas, estudando e indicando os materiais a serem utilizados na terraplanagem, pavimentação, drenagem e obras de arte correntes.

Os trabalhos desenvolvidos se basearam nos dados fornecidos pelos estudos topográficos, no projeto geométrico e no exame in loco do trecho em estudo.

Com base no estudo topográfico e projeto geométrico foram programados os locais e profundidades das sondagens para pesquisas do subleito, bem como os ensaios a serem realizados.

1.1.1 Investigações Geotécnicas

Os estudos geotécnicos foram iniciados com a programação das investigações geotécnicas, elaborada a partir dos estudos preliminares e visando complementar as sondagens e ensaios executados para o Projeto Básico. Foram programadas investigações de sub-superfície ao longo do eixo e nas áreas potenciais a ocorrência de solos e materiais possíveis de serem utilizados na construção. Na Tabela abaixo são apresentados os tipos e finalidade das investigações realizadas.



Tabela 1-1 – Investigações Geotécnicas Utilizadas

INVESTIGACOES	FINALIDADE
Poços de inspeção	Caracterização do subsolo através da identificação visual da estratigrafia
Ensaio de caracterização	Determinação de Índices físicos e granulometria
Ensaio de compactação	Determinação das características do solo na compactação para emprego no controle de compactação
Ensaio de CBR e Expansão	Determinação da capacidade de suporte do solo do subleito e da variação da massa específica durante a saturação
Densidade	Determinação do fator de homogeneização para compensação dos volumes de corte e aterro

Fonte: Arquivo Pessoal

Para a execução das sondagens e ensaios de campo e de laboratório foram adotadas as normas do Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestre - DNIT e da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, a saber:

- Análise granulométrica por peneiramento (DNER-ME 080/94) e sedimentação (DNER-ME 051/94)
- Teor de umidade - (DNER-ME 213/94);
- Compactação na energia do Proctor Normal e do Proctor Intermediário (DNER-ME 129/94);
- Expansão (DNER-ME 029/94);
- Índice de Suporte Califórnia - ISC (DNER-ME 049/94);

Para o projeto executivo foram programadas, 2 poços de inspeção para caracterização do subleito, totalizando 2 investigações no eixo.

As investigações confirmam a indicação preliminar de que o trecho em que a Rua Ligação entre Ruas Manoel A. dos Santos e Altevir A. Cordeiro está inserida trata-se de região com características geotécnicas homogêneas, no que tange a granulometria, em que prevalece quase que em toda a extensão da rua, material argiloso com silte, de granulometria fina e coloração variegada nos poços de inspeção.

O estudo estatístico dos resultados dos ensaios de laboratório e dos ensaios de campo (**Tabela abaixo**) corrobora a conclusão acima, pois apresenta pequenos desvios-padrão, indicando que numa distribuição



normal de frequências, teríamos uma curva de pequena amplitude. Uma curva como esta reflete a homogeneidade das amostras.

Tabela 1-2 – Resumo dos Ensaios Geotécnicos

QUADRO 10 - RESUMO DOS ENSAIOS GEOTÉCNICOS						
Estaca	Lado	Furo	Amostra	Material	CBR	Expansão
6+10,00	EX	891	1	Argila Variegada	6,49	2,18
11+0,00	EX	892	1	Argila Variegada	6,53	2,16

Fonte: Arquivo Pessoal

Os resultados acima evidenciam, portanto, que na área em estudo predomina material argiloso de granulometria fina. Com umidade natural bastante alta nas épocas secas, durante as quais as investigações foram levadas a cabo, não foi identificado nível d'água nos furos de sondagens executados.

1.1.2 Cálculo do ISC de Projeto

Como a Terraplanagem envolve o uso de solos, houve por bem tratar estatisticamente todos os solos, apesar das amostras apresentarem as mesmas características físicas e mecânicas, dentro dos critérios estabelecidos nas Especificações Gerais para Obras Rodoviárias do DNIT.

Todos os valores foram tratados estatisticamente, calculados a média aritmética e o desvio destas amostras. A determinação dos intervalos de aceitação dos valores computados foi feita através de:

Limite superior: $(X + t.S)$

Limite inferior: $(X - t.S)$

Onde:

X = Média aritmética dos valores analisados

S = Desvio Padrão

t = Variável em função do nº de amostras analisadas

N = N.º de amostras



Tabela 1-3 – Valores de “t”

Valores de t	
N	t
3	0,1
5	0,15
6	0,2
7 a 19	0,25
> 20	0,3

Fonte: DNIT 2006

Tabela 1-4 – Limites do CBR

Limite Superior			
x	t	s	LS
6,51	0,1	0,03	6,51
Limite Inferior			
x	t	s	LS
6,51	0,1	0,03	6,51

Fonte: Arquivo Pessoal

Como todos os valores estão dentro do intervalo calculados não foi preciso nova análise.

Os valores estatísticos encontrados foram:

$$ISCp = X - K \cdot S / (N)^{\frac{1}{2}}$$

K = 1,29 – Valor do coeficiente usado é aquele relativo ao intervalo de confiança de 90%.

Tabela 1-5 – Cálculo do ISC de Projeto

x	k	s	n	ISCp
6,51	1,29	0,03	2	6,50

Fonte: Arquivo Pessoal

1.1.3 Ocorrência de Solos Moles



Não foram identificados locais com ocorrência de solo com propriedades desfavoráveis (elevada deformabilidade em presença d'água e baixa capacidade de suporte) à integridade da plataforma.

1.1.4 Características do Materiais para Aterro

As especificações do DEINFRA/DNIT orientam que para emprego em aterros, o solo deve apresentar as seguintes características:

- Corpo de aterro: CBR>6% e EXP<4%
- Camadas finais de aterro (60 cm finais): CBR>8% e EXP<2%

1.2 Estudo de Tráfego;

O Estudo de Tráfego tem como objetivo obter, através de métodos sistemáticos de coleta, dados relativos ao comportamento deste tráfego ao longo da vida útil desta via no que se refere ao pedestre, o veículo, a via e finalmente o meio ambiente. O Estudo de Tráfego foi desenvolvido com base na Instrução de Serviço IS-02 do DER/SC e teve por objetivo caracterizar o tráfego existente e previsto para o trecho, durante toda a vida útil do projeto, fornecendo os parâmetros e embasamentos a serem empregados no dimensionamento das soluções de geometria, pavimentação, sinalização e outros.

Por meio dos estudos de tráfego é possível conhecer o número de veículos que circulam por uma via em um determinado, período, suas velocidades, suas ações mútuas, os locais onde seus condutores desejam estacioná-los, os locais onde se concentram os acidentes de trânsito, etc. Permitem a determinação quantitativa da capacidade das vias e, em



consequência, o estabelecimento dos meios construtivos necessários à melhoria da circulação ou das características de seu projeto.

Para a estimativa dos volumes de tráfego atual e futuro no trecho efetuaram-se contagens volumétricas e classificatórias, cujos resultados foram devidamente tratados para a obtenção dos dados desejados.

1.2.1 Dados do Tráfego

Os dados do tráfego local foram obtidos através de contagens volumétrico-classificatórias realizadas nas proximidades da estaca 4+4,00 do trecho em estudo, nos dois movimentos principais. Os resultados destas pesquisas foram devidamente tratados para a obtenção da demanda no que diz respeito ao tráfego gerado e principalmente ao tráfego futuro.

As contagens volumétrico-classificatórias foram realizadas durante três dias consecutivos, no período de 13 horas em dois dias e, 24 horas em um dia. A contagem de 24 horas possibilitou a determinação do Fator de Expansão Horária – Fh, a ser aplicado sobre os volumes de 13 horas.

Tabela 1-6 – Posto de Contagem de Tráfego

POSTO	LOCALIZAÇÃO	DATA	HORÁRIO
P1	Estaca 4+4,00	16/03/2021	6:00 às 19:00 (13 horas)
		17/03/2021	0:00 às 24:00 (24 horas)
		18/03/2021	6:00 às 19:00 (13 horas)

Fonte: Arquivo Pessoal

Sobre os volumes de 24 horas foram aplicados os Fatores de Sazonalidade Diária – Fd e Sazonalidade Mensal – Fm, para a definição do Tráfego Médio Diário Anual - TMDA, no ano da contagem.

O ano-base foi considerado para a abertura do tráfego foi o de 2021 e, conseqüentemente, 2031 como o 10º ano.



Tabela 1-7 – Resumo da Contagem de Tráfego

DIAS HORÁRIO	SENTIDO TRÁFEGO	VP	ÓN	CS	CD	RSR
TERÇA –FEIRA	CRESCENTE	98	2	6	4	0
6:00H ÀS 19:00H	DECRESCENTE	89	2	7	2	0
QUARTA –FEIRA	CRESCENTE	115	2	8	5	1
0:00H ÀS 24:00H	DECRESCENTE	135	2	7	4	0
QUINTA –FEIRA /	CRESCENTE	94	2	7	3	0
6:00H ÀS 19:00H	DECRESCENTE	85	2	6	5	1

Fonte: Arquivo Pessoal

Onde:

- ♦ VP =>Automóveis (veículos pequenos)
- ♦ ON =>Ônibus
- ♦ CS =>Caminhões Rodado Simples
- ♦ CD =>Caminhões Rodados Duplos
- ♦ RSR =>Reboque ou Semi- Reboque

O fator de expansão horária foi calculado a partir da contagem de 24 horas, comparados com os volumes no período de 13 horas do mesmo dia. A seguir são apresentados os fatores de expansão no Quadro abaixo.

Tabela 1-8 – Fator de Expansão Horária

DIAS	VP	ÓN	CS	CD	RSR	TOTAL
HORÁRIO						
QUARTA –FEIRA	206	4	13	8	1	232
6:00H ÀS 19:00H						
QUARTA –FEIRA /	250	4	15	9	1	279
0:00H ÀS 24:00H						
Fh	1,21	1	1,15	1,13	1	1,2

Fonte: Arquivo Pessoal

Multiplicando o fator de expansão horária nos demais dias de contagem do tráfego, tem-se o Quadro abaixo.



Tabela 1-9 – Volume para 24 Horas

DIAS HORÁRIO	SENTIDO TRÁFEGO	VP	ÓN	CS	CD	RSR
TERÇA –FEIRA	CRESCENTE	119	2	7	5	0
6:00H ÀS 19:00H	DECRESCENTE	108	2	8	2	0
QUARTA –FEIRA	CRESCENTE	139	2	9	6	1
0:00H ÀS 24:00H	DECRESCENTE	163	2	8	5	0
QUINTA –FEIRA /	CRESCENTE	114	2	8	3	0
6:00H ÀS 19:00H	DECRESCENTE	103	2	7	6	1

Fonte: Arquivo Pessoal

Fazendo-se a soma para os dois movimentos e a médias entre os 3 dias de contagem tem-se o Quadro abaixo que mostra o resumo da TMDA (Tráfego Médio Diário Anual) para cada veículo.

Tabela 1-10 – Tráfego Médio Diário Anual

TDMA - 2020	
Automóveis	249
Ônibus	4
Caminhão Simples	16
Caminhão Duplo	9
Semi-Reboque	1
TOTAL	279

Fonte: Arquivo Pessoal

Projeção de tráfego para o trecho

Sobre o Tráfego Médio Diário Anual (TMDA) foi aplicado às taxas de crescimento anual para determinação do Tráfego Futuro. O Quadro abaixo mostra a taxa de crescimento anual:



Tabela 1-11 – Taxa de Crescimento

PERÍODO	TAXA DE CRESCIMENTO %		
	AUTOMÓVEIS	ÔNIBUS	CAMINHÕES
2020-2025	4,03	4,5	4,34
2025-2030	3,63	4,05	3,9
2030-2035	3,27	3,65	3,51
2035-2040	3,15	3,48	3,42

Fonte: Arquivo Pessoal

Usando-se o Quadro acima pode-se estimar o tráfego para os próximos anos de acordo com cada período. Sendo a abertura da rodovia considerada para 2016 para um período de 10 anos. O Quadro abaixo mostra o cálculo do tráfego projetado.

Tabela 1-12 – Tráfego Projetado

ANO	VP	ÓN	CS	CD	RSR
2021	259	4	17	9	1
2022	269	4	17	10	1
2023	280	5	18	10	1
2024	292	5	19	11	1
2025	302	5	20	11	1
2026	313	5	20	12	1
2027	325	5	21	12	1
2028	336	6	22	12	1
2029	349	6	23	13	1
2030	360	6	24	13	1
2031	372	6	25	14	2

Fonte: Arquivo Pessoal

Parâmetro N



Depois de feita a contagem de tráfego e calculada a TMDA, foi estimado o tráfego para os próximos anos, e calculado o número N.

O número N foi calculado pela metodologia da USACE, o Quadro acima mostra o fator veículo da metodologia. O Quadro abaixo mostra o cálculo do número N.

Tabela 1-13 – Fator de Veículo

MÉTODO USACE	VP	ÓN	CS	CD	RSR
	0	0,79	1,149	4,767	12,078

Fonte: Arquivo Pessoal

Tabela 1-14 – Cálculo do Número “N”

ANO	365*Fp*Fr	NÚMERO DE N - USACE		
		$\sum (V_i * F_{vi})$	ANUAL	ACUMULADO
2021	182,5	79,851	14572,8515	14572,85148
2022	182,5	83,322	15206,2775	29779,12896
2023	182,5	86,944	15867,2376	45646,36652
2024	182,5	90,723	16556,9286	62203,29516
2025	182,5	94,267	17203,6804	79406,97561
2026	182,5	97,949	17875,6974	97282,67296
2027	182,5	101,775	18573,9664	115856,6393
2028	182,5	105,751	19299,5131	135156,1525
2029	182,5	109,882	20053,4033	155209,5558
2030	182,5	113,745	20758,452	175968,0078
2031	182,5	117,744	21488,2907	197456,2985

Fonte: Arquivo Pessoal



2 PROJETO

2.1 Projeto de Pavimentação;

O Projeto de Pavimentação desenvolvido definiu a seção transversal do pavimento, em tangente e em linha reta, suas espessuras ao longo do trecho, bem como o estabelecimento do tipo do pavimento, definindo geometricamente as diferentes camadas componentes, estabelecendo os materiais constituintes.

O Projeto de Pavimentação Asfáltica da Ligação entre Ruas Manoel A. dos Santos e Altevir A. Cordeiro, no município de Quatro Barras, com extensão de 319,139 metros, seguiu as orientações dos métodos preconizados pelo DEINFRA.

O objetivo do projeto de pavimentação é a de estudar e apresentar a melhor estrutura para o pavimento, analisando sob o ponto de vista técnico e econômico, de forma a aperfeiçoar a solução proposta no tocante aos aspectos técnicos com a maior economia possível.

De forma geral, a estrutura dimensionada deverá atender as seguintes características:

- ◆ Dar conforto ao usuário;
- ◆ Resistir e distribuir os esforços verticais oriundos do tráfego;
- ◆ Resistir aos esforços horizontais;
- ◆ Ser impermeável, evitando a infiltração das águas superficiais;
- ◆ Melhorar a qualidade de vida da população e do sistema viário.

2.1.1 Dimensionamento do Pavimento.



O dimensionamento do pavimento foi desenvolvido de acordo com o método de projeto de Pavimentos Flexíveis do DNER de 1979, da autoria do Engº Murillo Lopes de Souza.

Relativamente aos materiais integrantes do pavimento, são adotados coeficientes de equivalência estrutural tomando por base os resultados obtidos na Pista Experimental da AASHTO, com modificações julgadas oportunas.

Os coeficientes estruturais utilizados foram baseados na Tabela abaixo:

Tabela 2-1 – Coeficiente dos Componentes do Pavimento

COMPONENTES DO PAVIMENTO	COEFICIENTE
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação	1,40
Base ou revestimento betuminoso por penetração	1,20
Camadas granulares	1,00
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 kg/cm	1,70
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre 45 kg/cm e 28 kg/cm	1,40
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre 28 kg/cm e 21 kg/cm	1,20

Fonte: Arquivo Pessoal

A Capacidade de Suporte do subleito, e dos materiais constituintes do pavimento é dada pelo CBR, adotando-se o método de ensaio preconizado pelo DNER, em corpos-de-prova indeformados ou moldados em laboratório para as condições de massa específica aparente e umidade especificada para o serviço.

2.1.2 Dados dos Estudos de Tráfego e Geotécnicos.

♦ Número de Solicitações no Eixo Padrão = N

O Valor de N foi obtido conforme descrito nos estudos de tráfego e apresentou o seguinte valor:



N= 1,97 E+05

♦ **Índice de Suporte Califórnia ISCp**

O ISC de Projeto foi obtido conforme descrito nos Estudos Geotécnicos e apresentou o seguinte valor:

ISC projeto = 6,50%

2.1.3 Característica das Camadas do Pavimento

Para o dimensionamento da estrutura do pavimento da rua objeto deste projeto, adotaram-se os seguintes dados:

- | | |
|------------|----------------|
| ♦ Subleito | → CBRp = 6,50% |
| ♦ Sub-Base | → CBR = 20,00% |
| ♦ Base | → CBR = 80,00% |

Coeficientes Estruturais

- | | |
|------------------------------------|--------------|
| ♦ Revestimento Concreto Betuminoso | → KR = 2,00 |
| ♦ Base Granular | → KB = 1,00 |
| ♦ Sub-base Granular | → KSB = 1,00 |

2.1.4 Determinação da Espessura do Revestimento

Em função do número de repetições de eixo padrão adotado anteriormente (N =), foi possível determinar a espessura e o tipo de revestimento a ser adotado.



Tabela 2-2 – Espessura do Revestimento

N	Espessura do Revestimento Betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

Fonte: DNIT 2006

De acordo com a Tabela acima, como pode ser observado, em função do número de “N” obtém-se como revestimento apenas um tratamento superficial. Porém adota-se uma espessura de 5,00 cm de revestimento em Concreto Betuminoso.

$$R = 5,00 \text{ cm}$$

2.1.5 Determinação das Camadas Granulares

♦ Espessura da Camada de Base

$$K_R \cdot R + K_B \cdot B \geq H_{20}$$

$$2 \times 5 + 1 \times B \geq 24$$

$$B = 14 - \text{Adota-se } 0,15 \text{ m}$$

♦ Espessura da Camada de Sub-Base

$$K_R \cdot R + K_B \cdot B + K_S \cdot h_{20} \geq H_n$$

$$2 \times 5 + 1 \times 15 + 1 \times h_{20} \geq 55$$

$$SB = 30 \text{ Adota-se } 0,30 \text{ m}$$

Desta forma, pelo dimensionamento das camadas através do Método do DNER, obtiveram-se os seguintes valores:



Tabela 2-3 – Resumo das Espessuras do Pavimento

Camada	Material	Espessura
Revestimento	Concreto Betuminoso	0,05 m
Base	Brita Graduada	0,15 m
Sub-Base	Macadame Seco	0,30 m
Espessura Total do Pavimento		0,50 m

Fonte: Arquivo Pessoal

A camada de sub-base será executada em duas camadas, sendo a primeira com 20 cm e a segunda com 15 cm conforme manual de pavimentação.

2.2 Ensaios

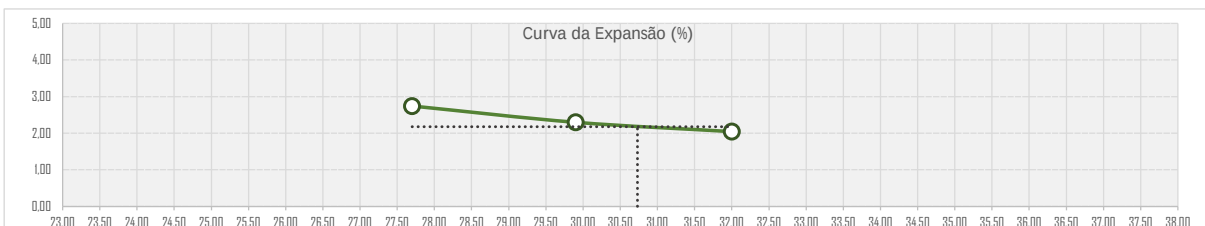
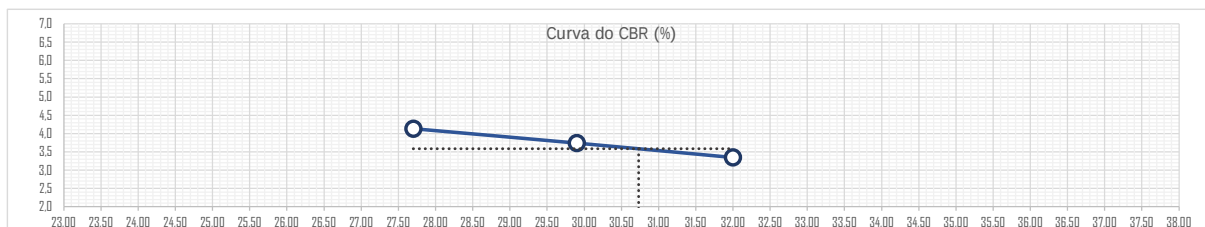
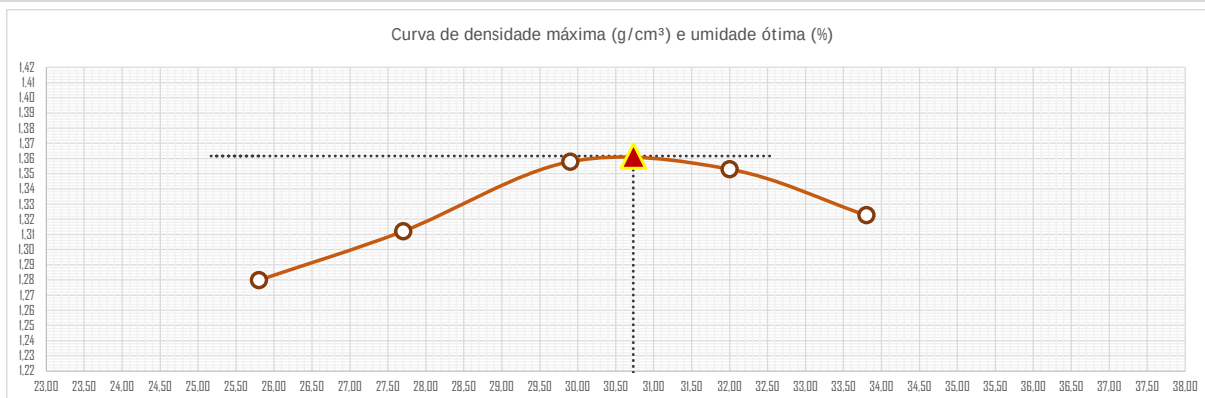
COMPACTAÇÃO, ISC, EXP, HOT E DENS. MÁX



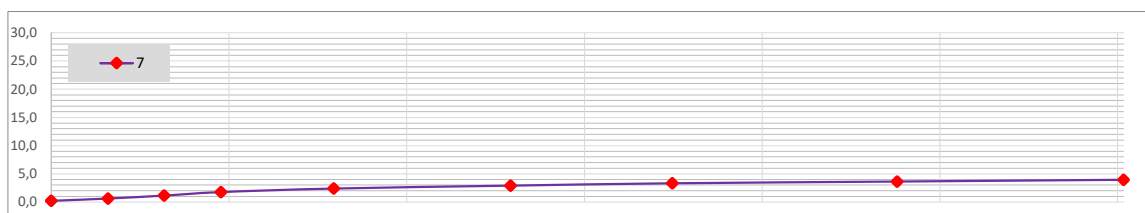
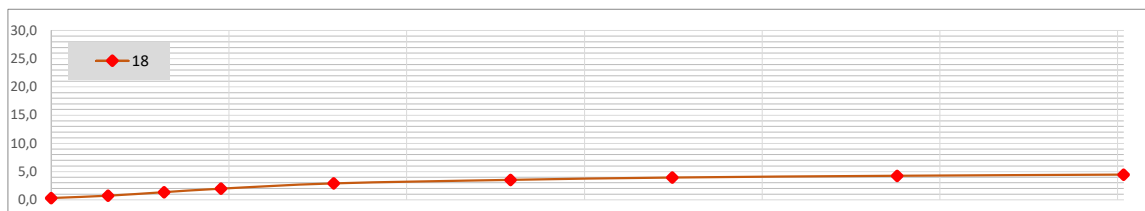
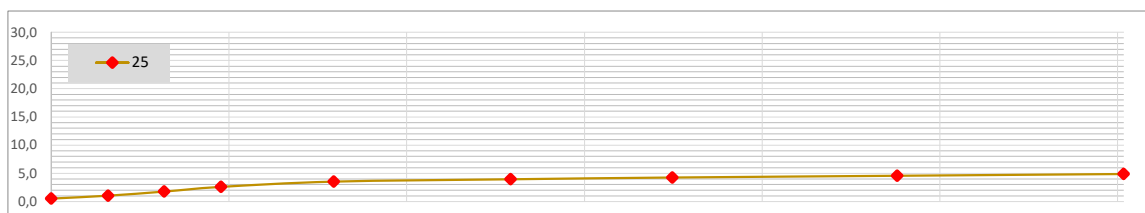
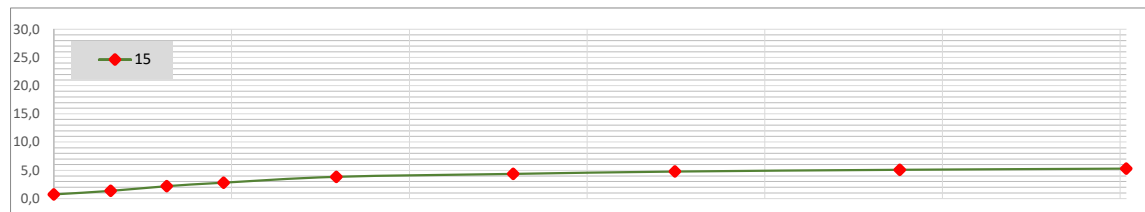
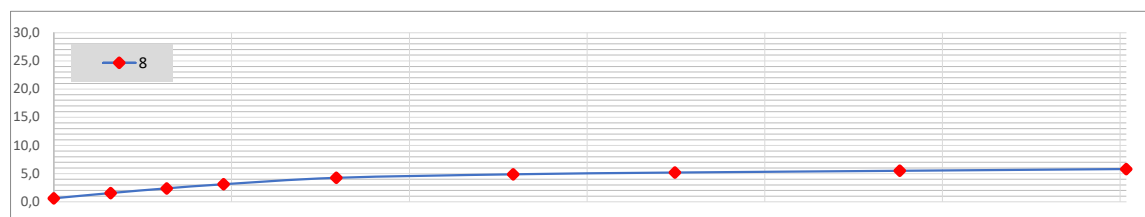
Serviço:	Material de Sondagem	Furo:	891 EX	Prof.:	0,00 a 1,50	Material:	Argila Variiegada
Cliente:	Município de Quatro Barras						
Local:	Ligação entre a Rua Manoel A. dos Santos e Rua Altevir A. Cordeiro					Data:	19/03/2021

CARACTERÍSTICAS		AMOSTRA		UMIDADE NATURAL		
Energia de Compactação	Normal	Peso da amostra úmida		Cápsula Nº.:	29	3
Disco Espaçador (Pol)	2"	Ph (g) =	6000,0	Cápsula + Solo Úmido (g)	74,53	87,47
Dens. Máxima (Kg/cm³)	1,362			Cápsula + Solo Seco (g)	58,78	68,57
Cilindro	Horas	Peso da amostra seca		Peso da Cápsula (g)	15,96	16,72
Proctor X C.B.R.		Ps (g) =	4391,9	Água (g)	15,75	18,90
				Solo Seco (g)	42,82	51,85
Umidade Ótima (%)	30,73	Peso da água		Umidade %	36,78	36,45
C.B.R. (%)	3,59	Água (g) =	1608,1	Média	36,62	
Expansão (%)	2,18					

Descrição				Cilindro Nº	Cilindro Nº	Cilindro Nº	Cilindro Nº	Cilindro Nº	Cilindro Nº
				8	15	25	18	7	11
Água	g	a	-	1340	1460	1580	1700	1820	1940
	%	b	-	22,3	24,3	26,3	28,3	30,3	32,3
Solo úmido + Cilindro	g	c	-	7865,0	9225,0	9670,0	8155,0	9415,0	9425,0
Peso do Cilindro	g	d	-	4141,6	5321,3	5636,4	4054,9	5290,0	5371,1
Solo úmido	g	e	d - e	3723,4	3903,7	4033,6	4100,1	4125,0	4053,9
Volume do Cilindro	cm³	f	-	2312,7	2329,9	2286,8	2295,9	2331,1	2328,6
Massa Específica Aparente Úmida	g/cm³	g	e / f	1,610	1,676	1,764	1,786	1,770	1,741
Cápsula	nº	h	-	17	56	72	6	27	8
Solo úmido + cápsula	g	i	-	88,42	79,86	89,35	90,49	87,41	85,26
Solo Seco + Cápsula	g	j	-	73,62	65,83	72,54	72,39	69,53	66,90
Peso da Água	g	l	i - j	14,80	14,03	16,81	18,10	17,88	18,36
Peso da Cápsula	g	m	-	16,33	15,27	16,32	15,85	16,70	15,82
Solo Seco	g	n	j - m	57,29	50,56	56,22	56,54	52,83	51,08
Umidade	g	o	l / n	25,80	27,70	29,90	32,00	33,80	35,90
Massa Específica Aparente Seca	g/cm³	o	g / (1+o)	1,280	1,312	1,358	1,353	1,323	1,281



Anel Dinamométrico				1032			Área do Pistão:			19,32			Constante:			0,10379		
Cilindro		8			15			25			18			7				
Altura do Cilindro (cm)		12,579			12,689			12,719			12,619			12,779				
Data	Hora	L (mm)	Dif. (mm)	Exp. %	L (mm)	Dif. (mm)	Exp. %	L (mm)	Dif. (mm)	Exp. %	L (mm)	Dif. (mm)	Exp. %	L (mm)	Dif. (mm)	Exp. %		
19/03/2021	11:10:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
20/03/2021	11:10:00	3,18	3,18	2,53	2,41	2,41	1,92	2,06	2,06	1,64	1,26	1,26	1,00	0,85	0,85	0,68		
21/03/2021	11:10:00	3,41	3,41	2,71	2,96	2,96	2,35	2,41	2,41	1,92	1,57	1,57	1,25	1,21	1,21	0,96		
22/03/2021	11:10:00	3,84	3,84	3,05	3,16	3,16	2,51	2,65	2,65	2,11	2,13	2,13	1,69	1,61	1,61	1,28		
23/03/2021	11:10:00	4,19	4,19	3,33	3,45	3,45	2,74	2,89	2,89	2,30	2,57	2,57	2,04	1,89	1,89	1,50		
T	Penet.	Cilindro 8			Cilindro 15			Cilindro 25			Cilindro 18			Cilindro 7				
Min.	mm	L (mm)	Pressão (Kg/m²) Calc.	Corr.	L (mm)	Pressão (Kg/m²) Calc.	Corr.	L (mm)	Pressão (Kg/m²) Calc.	Corr.	L (mm)	Pressão (Kg/m²) Calc.	Corr.	L (mm)	Pressão (Kg/m²) Calc.	Corr.		
0,5	0,63	6	0,6	0,6	7	0,7	0,7	5	0,5	0,5	3	0,3	0,3	2	0,2	0,2		
1,0	1,27	15	1,6	1,6	13	1,3	1,3	10	1,0	1,0	7	0,7	0,7	6	0,6	0,6		
1,5	1,90	23	2,4	2,4	21	2,2	2,2	17	1,8	1,8	13	1,3	1,3	11	1,1	1,1		
2,0	2,54	30	3,1	3,1	27	2,8	2,8	25	2,6	2,6	19	2,0	2,0	17	1,8	1,8		
3,0	3,81	41	4,3	4,3	37	3,8	3,8	34	3,5	3,5	28	2,9	2,9	23	2,4	2,4		
4,0	5,80	47	4,9	4,9	42	4,4	4,4	38	3,9	3,9	34	3,5	3,5	28	2,9	2,9		
6,0	7,62	50	5,2	5,2	46	4,8	4,8	41	4,3	4,3	38	3,9	3,9	32	3,3	3,3		
8,0	10,15	53	5,5	5,5	49	5,1	5,1	44	4,6	4,6	41	4,3	4,3	35	3,6	3,6		
10,0	12,70	56	5,8	5,8	51	5,3	5,3	47	4,9	4,9	43	4,5	4,5	38	3,9	3,9		
CBR'		70,31			4,43			3,99			3,69			2,80				
CBR''		105,46			4,63			4,13			3,74			3,35				
														2,51				
														2,76				



LIMITES FÍSICOS



Serviço: Material de Sondagem Furo: 891 EX Prof.: 0,00 a 1,50 Material: Argila Variegada
 Cliente: Município de Quatro Barras
 Local: Ligação entre a Rua Manoel A. dos Santos e Rua Altevair A. Cordeiro Data: 19/03/2021

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Peneira n.	Abertura	Retido (g)		Passando (g)	% que Passa da Amostra total	Amostra para Granulometria		
3"	76,2			988,89	100,00%	Amostra Total Úmida (g)		1.000,00
2 1/2"	63,5			988,89	100,00%	Solo Seco Retido na #10 (g)		5,52
2"	50,8			988,89	100,00%	Solo Úmido Pass. #10 (g)		994,48
1 1/2"	38,1			988,89	100,00%	Solo S. Pass. #10 (g)		983,37
1"	25,4			988,89	100,00%	Amostra Total Seca (g)		988,89
3/4"	19,1			988,89	100,00%	Umidade Higroscópica		
1/2"	12,7			988,89	100,00%			
3/8"	9,5	0,00		988,89	100,00%	Cápsula Nº.:	14	71
4	4,8	0,75		988,14	99,92%	Cápsula+Solo Úmido(g)	82,15	89,24
10	2,0	4,77		983,37	99,44%	Cápsula+Solo Seco(g)	81,39	88,46
Peneiramento Fino						Peso da Cápsula (g)	15,54	17,88
Peso da Amostra Úmida		100,00		Peso da Amostra Seca		98,88		Água (g)
Peneira		Amostra Seca (g)		Porcentagem que Passa		Solo Seco (g)		65,85
N.	Abertura	Retido	Passante	Amostra Parcial	Amostra Total	Umidade %		1,15
10	2,000	0				Média		1,13
40	0,420	2,25	96,63	97,72%	97,18%			
200	0,075	16,41	80,22	81,13%	80,68%			

ENSAIOS FÍSICOS

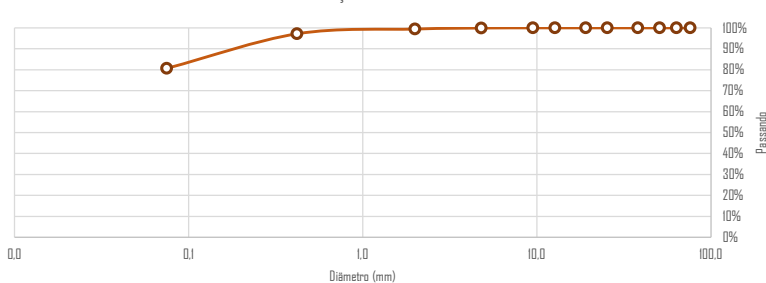
LÍMITE DE LIQUIDEZ	Cápsula	Solo Úmido + Cápsula	Solo Seco + Cápsula	Peso da Cápsula	Peso da Água	Peso do Solo Seco	% de Água	Número de Golpes	Constante	LL Calculado	LL Adotado
	124	13,52	12,16	8,61	1,36	3,55	38,31	52			
	176	15,04	12,79	7,82	2,25	4,97	45,27	41			
	105	13,69	11,66	7,69	2,03	3,97	51,13	30	1,029	52,62	53,20
	116	13,57	11,34	7,46	2,23	3,88	57,47	19			
	125	14,20	11,51	7,15	2,69	4,36	61,70	10			

LÍMITE DE PLASTICIDADE	Cápsula	Solo Úmido + Cápsula	Solo Seco + Cápsula	Peso da Cápsula	Peso da Água	Peso do Solo Seco	% de Água
	107	9,21	8,59	6,87	0,62	1,72	36,05
	146	10,14	9,70	8,44	0,44	1,26	34,92
	137	9,06	8,46	6,77	0,60	1,69	35,50
	142	8,92	8,48	7,20	0,44	1,28	34,38
	109	9,86	9,06	6,86	0,80	2,20	36,36
				35,44			

RESUMO DOS ENSAIOS

Pedregulho > 4,8 mm 0,08%
 Areia Grossa 4,8 a 2,0 mm 0,48%
 Areia Média 2,0 a 0,42 mm 2,26%
 Areia Fina 0,42 a 0,074 mm 16,50%
 Passando na #200 80,68%
 Limite Liquidez 53,20
 Limite Plasticidade 35,44
 Índice Plasticidade 17,76
 Índice de Grupo 14
 Classificação H.R.B. A7-5

DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA



Etapas	Preparação	Granulometria	LL	LP	Cálculos
	DNER ME - 041/94	DNER ME - 080/94	DNER ME - 122/94	DNER ME - 082/94	
Data					
Operador					



diâmetro da tubulação mínima normalmente adotado que é de Ø 0,40m, diâmetro este que se mostra eficiente na manutenção das obras.

Portanto, a área mínima, é função do diâmetro mínimo estipulado para ser usado no projeto. Para este caso, utilizou-se como diâmetro mínimo Ø 0,40m para as galerias pluviais longitudinais, e Ø 0,30m para as travessias, onde haverá função exclusiva de esgotamento de uma ou no máximo duas caixas coletoras.

3.2.11 Resumo das Bacias Hidrográficas

Após os estudos da bacia hidrográfica chegamos aos seguintes resultados a respeito da bacia.

Tabela 3-12 – Resumo das Bacias Hidrográficas

Características das Bacias				
Bacia	Área (ha)	Referencia	Coef. Deflúvio (C)	Intensidade Pluviométrica
A.C.-01	0,05	CX-01	0,25	109,800
A.C.-02	0,05	CX-02	0,25	109,800
A.C.-03	0,06	CX-03	0,25	109,800
A.C.-04	0,05	CX-04	0,25	109,800
A.C.-05	0,08	CX-05	0,25	109,800
A.C.-06	0,17	CX-06	0,25	109,800
A.C.-07	0,20	CX-07	0,25	109,800
A.C.-08	0,18	CX-08	0,25	109,800
Total	0,84			

Fonte: Arquivo Pessoal

3.3 Estudo de Geotécnico;

O Estudo Geotécnico foi desenvolvido de forma a se conhecer as características dos materiais constituintes do subleito, classificar os materiais de corte e fundações de aterros, determinando suas características físico-



mecânicas, estudando e indicando os materiais a serem utilizados na terraplanagem, pavimentação, drenagem e obras de arte correntes.

Os trabalhos desenvolvidos se basearam nos dados fornecidos pelos estudos topográficos, no projeto geométrico e no exame in loco do trecho em estudo.

Com base no estudo topográfico e projeto geométrico foram programados os locais e profundidades das sondagens para pesquisas do subleito, bem como os ensaios a serem realizados.

3.3.1 Investigações Geotécnicas

Os estudos geotécnicos foram iniciados com a programação das investigações geotécnicas, elaborada a partir dos estudos preliminares e visando complementar as sondagens e ensaios executados para o Projeto Básico. Foram programadas investigações de sub-superfície ao longo do eixo e nas áreas potenciais a ocorrência de solos e materiais possíveis de serem utilizados na construção. Na Tabela abaixo são apresentados os tipos e finalidade das investigações realizadas.

Tabela 3-13 – Investigações Geotécnicas Utilizadas

INVESTIGACOES	FINALIDADE
Poços de inspeção	Caracterização do subsolo através da identificação visual da estratigrafia
Ensaio de caracterização	Determinação de Índices físicos e granulometria
Ensaio de compactação	Determinação das características do solo na compactação para emprego no controle de compactação
Ensaio de CBR e Expansão	Determinação da capacidade de suporte do solo do subleito e da variação da massa específica durante a saturação
Densidade	Determinação do fator de homogeneização para compensação dos volumes de corte e aterro

Fonte: Arquivo Pessoal



Para a execução das sondagens e ensaios de campo e de laboratório foram adotadas as normas do Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestre - DNIT e da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, a saber:

- Análise granulométrica por peneiramento (DNER-ME 080/94) e sedimentação (DNER-ME 051/94)
- Teor de umidade - (DNER-ME 213/94);
- Compactação na energia do Proctor Normal e do Proctor Intermediário (DNER-ME 129/94);
- Expansão (DNER-ME 029/94);
- Índice de Suporte Califórnia - ISC (DNER-ME 049/94);

Para o projeto executivo foram programadas, 1 poço de inspeção para caracterização do subleito, totalizando 1 investigação no eixo.

As investigações confirmam a indicação preliminar de que o trecho em que a Rua Gralha Azul está inserida trata-se de região com características geotécnicas homogêneas, no que tange a granulometria, em que prevalece quase que em toda a extensão, material argiloso pouco siltoso.

O estudo estatístico dos resultados dos ensaios de laboratório e dos ensaios de campo (**Tabela abaixo**) corrobora a conclusão acima, pois apresenta pequenos desvios-padrão, indicando que numa distribuição normal de frequências, teríamos uma curva de pequena amplitude. Uma curva como esta reflete a homogeneidade das amostras.

Tabela 3-14 – Resumo dos Ensaios Geotécnicos

Estaca	Lado	Furo	Amostra	Material	CBR	Expansão
2+5,00	EX	1673	1	Argila Marrom Escura	7,10	0,11

Fonte: Arquivo Pessoal

Os resultados acima evidenciam, portanto, que na área em estudo predomina material argiloso de granulometria fina e pouco siltoso. Com umidade natural bastante alta nas épocas secas, durante as quais as investigações foram levadas a cabo, não foi identificado nível d'água nos furos de sondagens executados.



3.3.2 Cálculo do ISC de Projeto

Como a Terraplanagem envolve o uso de solos, houve por bem tratar estatisticamente todos os solos, apesar das amostras apresentarem as mesmas características físicas e mecânicas, dentro dos critérios estabelecidos nas Especificações Gerais para Obras Rodoviárias do DNIT.

Todos os valores foram tratados estatisticamente, calculados a média aritmética e o desvio destas amostras. A determinação dos intervalos de aceitação dos valores computados foi feita através de:

Limite superior: $(X + t.S)$

Limite inferior: $(X - t.S)$

Onde:

X = Média aritmética dos valores analisados

S = Desvio Padrão

t = Variável em função do nº de amostras analisadas

N = N.º de amostras

Tabela 3-15 – Valores de “t”

Valores de t	
N	t
3	0,1
5	0,15
6	0,2
7 a 19	0,25
> 20	0,3

Fonte: DNIT 2006

Tabela 3-16 – Limites do CBR

Limite Superior			
x	t	s	LS
7,10	0,1	0,00	7,10
Limite Inferior			
x	t	s	LS
7,10	0,1	0,00	7,10

Fonte: Arquivo Pessoal



Como todos os valores estão dentro do intervalo calculados não foi preciso nova análise.

Os valores estatísticos encontrados foram:

$$ISCp = X - K \cdot S / (N)^{1/2}$$

$K = 1,29$ – Valor do coeficiente usado é aquele relativo ao intervalo de confiança de 90%.

Tabela 3-17 – Cálculo do ISC de Projeto

x	k	s	n	ISCp
7,10	1,29	0,00	1	7,10

Fonte: Arquivo Pessoal

3.3.3 Ocorrência de Solos Moles

Não foram identificados locais com ocorrência de solo com propriedades desfavoráveis (elevada deformabilidade em presença d'água e baixa capacidade de suporte) à integridade da plataforma.

3.3.4 Características do Materiais para Aterro

As especificações do DEINFRA/DNIT orientam que para emprego em aterros, o solo deve apresentar as seguintes características:

- Corpo de aterro: CBR>6% e EXP<4%
- Camadas finais de aterro (60 cm finais): CBR>8% e EXP<2



3.4 Estudo de Tráfego;

O Estudo de Tráfego tem como objetivo obter, através de métodos sistemáticos de coleta, dados relativos ao comportamento deste tráfego ao longo da vida útil desta via no que se refere ao pedestre, o veículo, a via e finalmente o meio ambiente. O Estudo de Tráfego foi desenvolvido com base na Instrução de Serviço IS-02 do DER/SC e teve por objetivo caracterizar o tráfego existente e previsto para o trecho, durante toda a vida útil do projeto, fornecendo os parâmetros e embasamentos a serem empregados no dimensionamento das soluções de geometria, pavimentação, sinalização e outros.

Por meio dos estudos de tráfego é possível conhecer o número de veículos que circulam por uma via em um determinado, período, suas velocidades, suas ações mútuas, os locais onde seus condutores desejam estacioná-los, os locais onde se concentram os acidentes de trânsito, etc. Permitem a determinação quantitativa da capacidade das vias e, em consequência, o estabelecimento dos meios construtivos necessários à melhoria da circulação ou das características de seu projeto.

Para a estimativa dos volumes de tráfego atual e futuro no trecho efetuaram-se contagens volumétricas e classificatórias, cujos resultados foram devidamente tratados para a obtenção dos dados desejados.

3.4.1 Dados do Tráfego

Os dados do tráfego local foram obtidos através de contagens volumétrico-classificatórias realizadas nas proximidades da estaca 0+0,00 do trecho em estudo, nos dois movimentos principais. Os resultados destas pesquisas foram devidamente tratados para a obtenção da demanda no que diz respeito ao tráfego gerado e principalmente ao tráfego futuro.



As contagens volumétrico-classificatórias foram realizadas durante três dias consecutivos, no período de 13 horas em dois dias e, 24 horas em um dia. A contagem de 24 horas possibilitou a determinação do Fator de Expansão Horária – Fh, a ser aplicado sobre os volumes de 13 horas.

Tabela 3-18 – Posto de Contagem de Tráfego

POSTO	LOCALIZAÇÃO	DATA	HORÁRIO
P1	Estaca 0+0,00	17/05/2022	6:00 às 19:00 (13 horas)
		18/05/2022	0:00 às 24:00 (24 horas)
		19/05/2022	6:00 às 19:00 (13 horas)

Fonte: Arquivo Pessoal

Sobre os volumes de 24 horas foram aplicados os Fatores de Sazonalidade Diária – Fd e Sazonalidade Mensal – Fm, para a definição do Tráfego Médio Diário Anual - TMDA, no ano da contagem.

O ano-base foi considerado para a abertura do tráfego foi o de 2022 e, conseqüentemente, 2032 como o 10º ano.

Tabela 3-19 – Resumo da Contagem de Tráfego

DIAS HORÁRIO	SENTIDO TRÁFEGO	VP	ÓN	CS	CD	RSR
TERÇA –FEIRA	CRESCENTE	85	2	3	2	0
6:00H ÀS 19:00H	DECRESCENTE	87	2	4	4	0
QUARTA –FEIRA	CRESCENTE	112	2	7	5	1
0:00H ÀS 24:00H	DECRESCENTE	121	2	5	4	0
QUINTA –FEIRA /	CRESCENTE	79	2	2	3	0
6:00H ÀS 19:00H	DECRESCENTE	82	2	1	2	1

Fonte: Arquivo Pessoal

Onde:

- ♦ VP =>Automóveis (veículos pequenos)
- ♦ ON =>Ônibus
- ♦ CS =>Caminhões Rodado Simples
- ♦ CD =>Caminhões Rodados Duplos
- ♦ RSR =>Reboque ou Semi- Reboque



O fator de expansão horária foi calculado a partir da contagem de 24 horas, comparados com os volumes no período de 13 horas do mesmo dia. A seguir são apresentados os fatores de expansão no Quadro abaixo.

Tabela 3-20 – Fator de Expansão Horária

DIAS	VP	ÓN	CS	CD	RSR	TOTAL
HORÁRIO						
QUARTA –FEIRA	195	4	8	9	1	217
6:00H ÀS 19:00H						
QUARTA –FEIRA /	233	4	12	9	1	259
0:00H ÀS 24:00H						
Fh	1,19	1	1,5	1	1	1,19

Fonte: Arquivo Pessoal

Multiplicando o fator de expansão horária nos demais dias de contagem do tráfego, tem-se o Quadro abaixo.

Tabela 3-21 – Volume para 24 Horas

DIAS	SENTIDO TRÁFEGO	VP	ÓN	CS	CD	RSR
HORÁRIO						
TERÇA –FEIRA	CRESCENTE	101	2	5	2	0
6:00H ÀS 19:00H	DECRESCENTE	104	2	6	4	0
QUARTA –FEIRA	CRESCENTE	133	2	11	5	1
0:00H ÀS 24:00H	DECRESCENTE	144	2	8	4	0
QUINTA –FEIRA /	CRESCENTE	94	2	3	3	0
6:00H ÀS 19:00H	DECRESCENTE	98	2	2	2	1

Fonte: Arquivo Pessoal

Fazendo-se a soma para os dois movimentos e a médias entre os 3 dias de contagem tem-se o Quadro abaixo que mostra o resumo da TMDA (Tráfego Médio Diário Anual) para cada veículo.



Tabela 3-22 – Tráfego Médio Diário Anual

TDMA - 2022	
Automóveis	225
Ônibus	4
Caminhão Simples	12
Caminhão Duplo	7
Semi-Reboque	1
TOTAL	249

Fonte: Arquivo Pessoal

Projeção de tráfego para o trecho

Sobre o Tráfego Médio Diário Anual (TMDA) foi aplicado às taxas de crescimento anual para determinação do Tráfego Futuro. O Quadro abaixo mostra a taxa de crescimento anual:

Tabela 3-23 – Taxa de Crescimento

PERÍODO	TAXA DE CRESCIMENTO %		
	AUTOMÓVEIS	ÔNIBUS	CAMINHÕES
2022-2027	4,03	4,5	4,34
2027-2032	3,63	4,05	3,9
2032-2037	3,27	3,65	3,51
2037-2042	3,15	3,48	3,42

Fonte: Arquivo Pessoal

Usando-se o Quadro acima pode-se estimar o tráfego para os próximos anos de acordo com cada período. Sendo a abertura da rodovia considerada para 2016 para um período de 10 anos. O Quadro abaixo mostra o cálculo do tráfego projetado.



Tabela 3-24 – Tráfego Projetado

ANO	VP	ÓN	CS	CD	RSR
2022	234	4	13	7	1
2023	244	4	13	8	1
2024	253	5	14	8	1
2025	264	5	14	8	1
2026	273	5	15	9	1
2027	283	5	15	9	1
2028	293	5	16	9	1
2029	304	6	17	10	1
2030	315	6	17	10	1
2031	325	6	18	10	1
2032	336	6	18	11	2

Fonte: Arquivo Pessoal

Parâmetro N

Depois de feita a contagem de tráfego e calculada a TMDA, foi estimado o tráfego para os próximos anos, e calculado o número N.

O número N foi calculado pela metodologia da USACE, o Quadro acima mostra o fator veículo da metodologia. O Quadro abaixo mostra o cálculo do número N.

Tabela 3-25 – Fator de Veículo

MÉTODO USACE	VP	ÓN	CS	CD	RSR
	0	0,79	1,149	4,767	12,078

Fonte: Arquivo Pessoal



Tabela 3-26 – Cálculo do Número “N”

ANO	365*Fp*Fr	NÚMERO DE N - USACE		
		$\sum (V_i * F_{vi})$	ANUAL	ACUMULADO
2022	182,5	65,108	11882,2098	11882,20982
2023	182,5	67,939	12398,862	24281,07178
2024	182,5	70,893	12937,9802	37219,05199
2025	182,5	73,976	13500,5415	50719,59352
2026	182,5	76,866	14028,0942	64747,68775
2027	182,5	79,870	14576,2633	79323,95103
2028	182,5	82,991	15145,8544	94469,80541
2029	182,5	86,234	15737,7048	110207,5102
2030	182,5	89,604	16352,6844	126560,1946
2031	182,5	92,755	16927,8378	143488,0324
2032	182,5	96,018	17523,222	161011,2545

Fonte: Arquivo Pessoal



Δh – Diferença de cotas (m);
L – Comprimento do trecho em estudo;

4.4 Projeto de Pavimentação;

O Projeto de Pavimentação desenvolvido definiu a seção transversal do pavimento, em tangente e em linha reta, suas espessuras ao longo do trecho, bem como o estabelecimento do tipo do pavimento, definindo geometricamente as diferentes camadas componentes, estabelecendo os materiais constituintes.

O Projeto de Pavimentação Asfáltica da Rua Gralha Azul, no município de Quatro Barras, com extensão de 169,450 metros, seguiu as orientações dos métodos preconizados pelo DEINFRA.

O objetivo do projeto de pavimentação é a de estudar e apresentar a melhor estrutura para o pavimento, analisando sob o ponto de vista técnico e econômico, de forma a aperfeiçoar a solução proposta no tocante aos aspectos técnicos com a maior economia possível.

De forma geral, a estrutura dimensionada deverá atender as seguintes características:

- ◆ Dar conforto ao usuário;
- ◆ Resistir e distribuir os esforços verticais oriundos do tráfego;
- ◆ Resistir aos esforços horizontais;
- ◆ Ser impermeável, evitando a infiltração das águas superficiais;
- ◆ Melhorar a qualidade de vida da população e do sistema viário.

4.4.1 Dimensionamento do Pavimento.

O dimensionamento do pavimento foi desenvolvido de acordo com o método de projeto de Pavimentos Flexíveis do DNER de 1979, da autoria do Engº Murillo Lopes de Souza.



Relativamente aos materiais integrantes do pavimento, são adotados coeficientes de equivalência estrutural tomando por base os resultados obtidos na Pista Experimental da AASHTO, com modificações julgadas oportunas.

Os coeficientes estruturais utilizados foram baseados na Tabela abaixo:

Tabela 4-4 – Coeficiente dos Componentes do Pavimento

COMPONENTES DO PAVIMENTO	COEFICIENTE
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação	1,40
Base ou revestimento betuminoso por penetração	1,20
Camadas granulares	1,00
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 kg/cm	1,70
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre 45 kg/cm e 28 kg/cm	1,40
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre 28 kg/cm e 21 kg/cm	1,20

Fonte: Arquivo Pessoal

A Capacidade de Suporte do subleito, e dos materiais constituintes do pavimento é dada pelo CBR, adotando-se o método de ensaio preconizado pelo DNER, em corpos-de-prova indeformados ou moldados em laboratório para as condições de massa específica aparente e umidade especificada para o serviço.

4.4.2 Dados dos Estudos de Tráfego e Geotécnicos.

♦ Número de Solicitações no Eixo Padrão = N

O Valor de N foi obtido conforme descrito nos estudos de tráfego e apresentou o seguinte valor:

$$N = 1,61 \text{ E}+05$$

♦ Índice de Suporte Califórnia ISCP



O ISC de Projeto foi obtido conforme descrito nos Estudos Geotécnicos e apresentou o seguinte valor:

ISC projeto = 7,10%

4.4.3 Característica das Camadas do Pavimento

Para o dimensionamento da estrutura do pavimento da rua objeto deste projeto, adotaram-se os seguintes dados:

- ◆ Subleito → CBRp = 7,10%
- ◆ Sub-Base → CBR = 20,00%
- ◆ Base → CBR = 80,00%

Coeficientes Estruturais

- ◆ Revestimento Concreto Betuminoso → KR = 2,00
- ◆ Base Granular → KB = 1,00
- ◆ Sub-base Granular → KSB = 1,00

4.4.4 Determinação da Espessura do Revestimento

Em função do número de repetições de eixo padrão adotado anteriormente ($N =$), foi possível determinar a espessura e o tipo de revestimento a ser adotado.

Tabela 4-5 – Espessura do Revestimento

N	Espessura do Revestimento Betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

Fonte: DNIT 2006



De acordo com a Tabela acima, como pode ser observado, em função do número de “N” obtém-se como revestimento apenas um tratamento superficial. Porém adota-se uma espessura de 5,00 cm de revestimento em Concreto Betuminoso.

$$R = 5,00 \text{ cm}$$

4.4.5 Determinação das Camadas Granulares

- ♦ Espessura da Camada de Base

$$K_R \cdot R + K_B \cdot B \geq H_{20}$$

$$2 \times 5 + 1 \times B \geq 20$$

$$B = 10 - \text{Adota-se } 0,15 \text{ m}$$

- ♦ Espessura da Camada de Sub-Base

$$K_R \cdot R + K_B \cdot B + K_S \cdot h_{20} \geq H_n$$

$$2 \times 5 + 1 \times 15 + 1 \times h_{20} \geq 43$$

$$SB = 18 \text{ Adota-se } 0,18 \text{ m}$$

Desta forma, pelo dimensionamento das camadas através do Método do DNER, obtiveram-se os seguintes valores:

Tabela 4-6 – Resumo das Espessuras do Pavimento

Camada	Material	Espessura
Revestimento	Concreto Betuminoso	0,05 m
Base	Brita Graduada	0,15 m
Sub-Base	Macadame Seco	0,18 m
Espessura Total do Pavimento		0,38 m

Fonte: Arquivo Pessoal

4.5 Projetos De Acessibilidade

COMPACTAÇÃO, ISC, EXP, HOT E DENS. MÁX



Serviço: Material de Sondagem

Furo: 1673 LE

Prof.: 0,10 a 1,50

Material: Argila Marrom Escura

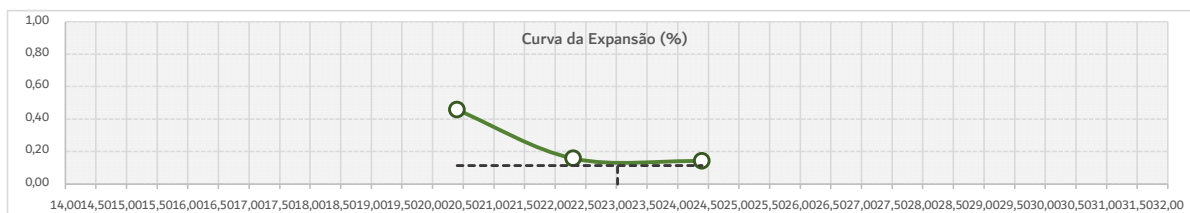
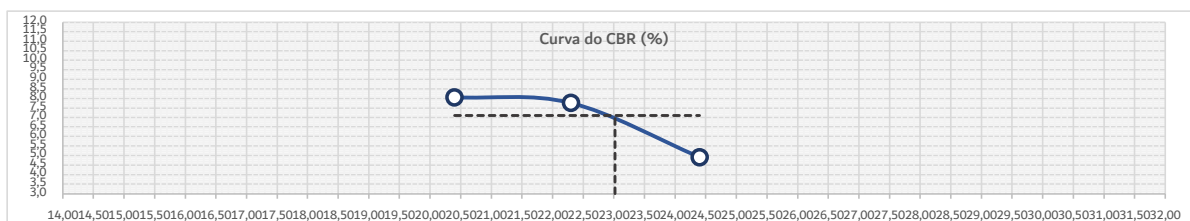
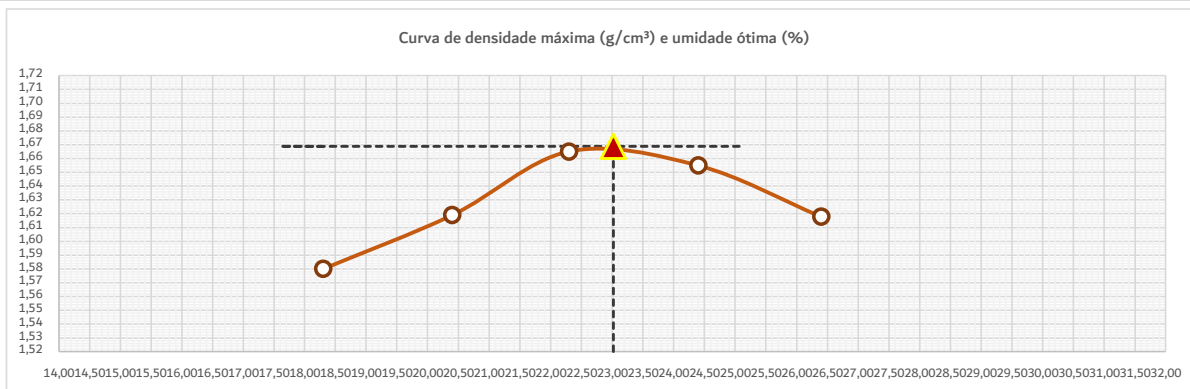
Cliente: Prefeitura Municipal de Quatro Barras

Local: Rua Gralha Azul

Data: 17/03/2021

CARACTERÍSTICAS		AMOSTRA		UMIDADE NATURAL	
Energia de Compactação	Normal	Peso da amostra úmida		Cápsula Nº:	14 27
Disco Espaçador (Pol)	2"	Ph (g) = 6000,0		Cápsula + Solo Úmido (g)	85,81 88,90
Dens. Máxima (Kg/cm³)	1,669	Peso da amostra seca		Cápsula + Solo Seco (g)	67,19 69,76
Cilindro	Horas	Ps (g) = 4409,8		Peso da Cápsula (g)	15,54 16,70
☐ Proctor ☒ C.B.R.		Peso da água		Água (g)	18,62 19,14
Umidade Ótima (%)	23,02	Água (g) = 1590,2		Solo Seco (g)	51,65 53,06
C.B.R. (%)	7,10			Umidade %	36,05 36,07
Expansão (%)	0,11			Média	36,06

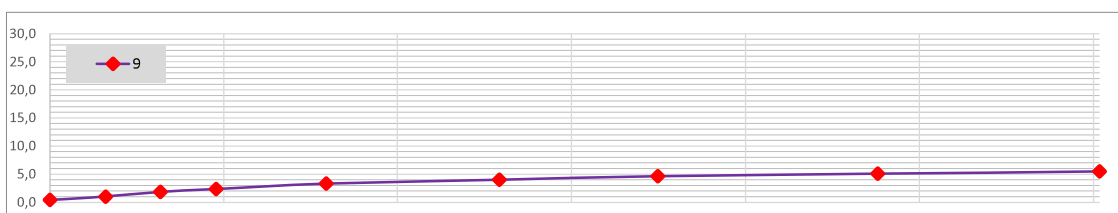
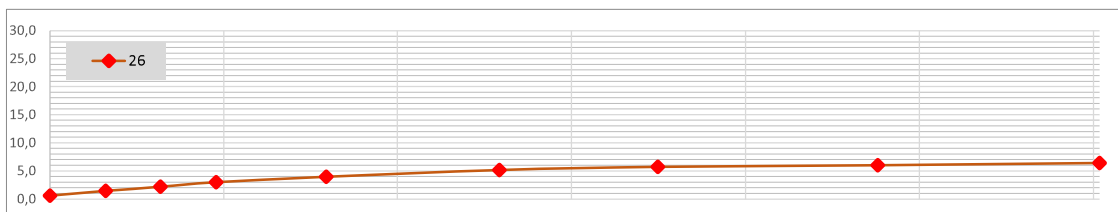
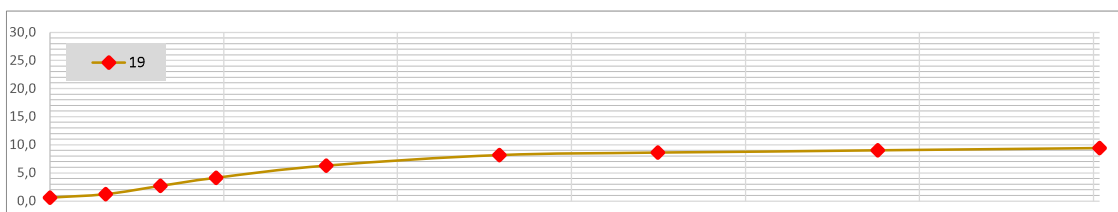
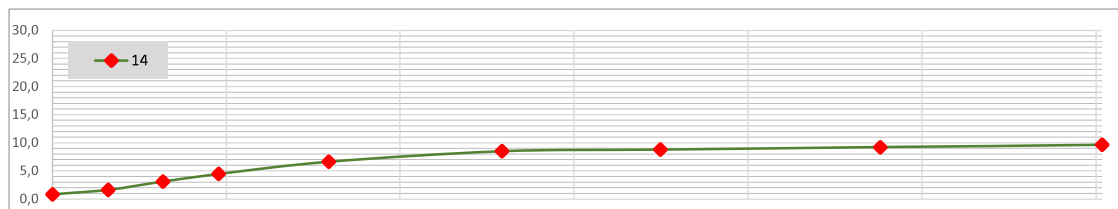
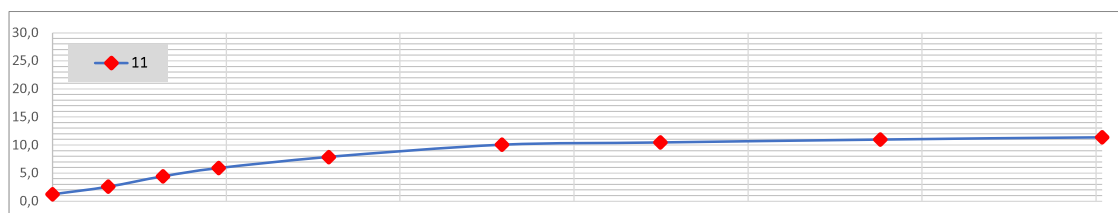
Descrição				Cilindro Nº	Cilindro Nº	Cilindro Nº	Cilindro Nº	Cilindro Nº	Cilindro Nº
				11	14	19	26	9	10
Água	g	a	-	800	920	1040	1160	1280	1400
	%	b	-	13,3	15,3	17,3	19,3	21,3	23,3
Solo úmido + Cilindro	g	c	-	8554,0	8628,0	10152,0	8974,0	8849,0	8759,0
Peso do Cilindro	g	d	-	4247,0	4134,0	5343,0	4255,0	4143,0	4066,0
Solo úmido	g	e	d - e	4307,0	4494,0	4809,0	4719,0	4706,0	4693,0
Volume do Cilindro	cm³	f	-	2304,3	2305,6	2361,7	2292,2	2301,3	2307,4
Massa Específica Aparente Úmida	g/cm³	g	e / f	1,869	1,949	2,036	2,059	2,045	2,034
Cápsula	nº	h	-	2	6	11	14	19	20
Solo úmido + cápsula	g	i	-	90,13	82,57	89,47	78,46	82,31	79,86
Solo Seco + Cápsula	g	j	-	78,47	71,26	76,14	66,13	68,14	65,65
Peso da Água	g	l	i - j	11,66	11,31	13,33	12,33	14,17	14,21
Peso da Cápsula	g	m	-	14,71	15,85	16,33	15,54	14,55	16,08
Solo Seco	g	n	j - m	63,76	55,41	59,81	50,59	53,59	49,57
Umidade	g	o	l / n	18,30	20,40	22,30	24,40	26,40	28,70
Massa Específica Aparente Seca	g/cm³	o	g / (1+o)	1,580	1,619	1,665	1,655	1,618	1,580



Anel Dinamométrico		1032			Área do Pistão:			19,32			Constante:			0,10379		
Cilindro		11			14			19			26			9		
Altura do Cilindro (cm)		12,699			12,689			12,879			12,649			12,699		
Data	Hora	L (mm)	Dif. (mm)	Exp. %	L (mm)	Dif. (mm)	Exp. %	L (mm)	Dif. (mm)	Exp. %	L (mm)	Dif. (mm)	Exp. %	L (mm)	Dif. (mm)	Exp. %
01/04/2022	10:45:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
02/04/2022	10:45:00	0,76	0,76	0,60	0,43	0,43	0,34	0,13	0,13	0,10	0,15	0,15	0,12	0,09	0,09	0,07
03/04/2022	10:45:00	0,86	0,86	0,68	0,48	0,48	0,38	0,17	0,17	0,13	0,17	0,17	0,13	0,11	0,11	0,09
04/04/2022	10:45:00	0,95	0,95	0,75	0,53	0,53	0,42	0,19	0,19	0,15	0,17	0,17	0,13	0,13	0,13	0,10
05/04/2022	10:45:00	1,04	1,04	0,82	0,58	0,58	0,46	0,20	0,20	0,16	0,18	0,18	0,14	0,13	0,13	0,10

T	Penet.	Cilindro 11			Cilindro 14			Cilindro 19			Cilindro 26			Cilindro 9		
Min.	mm	L (mm)	Pressão (Kg/m²)		L (mm)	Pressão (Kg/m²)		L (mm)	Pressão (Kg/m²)		L (mm)	Pressão (Kg/m²)		L (mm)	Pressão (Kg/m²)	
			Calc.	Corr.		Calc.	Corr.		Calc.	Corr.		Calc.	Corr.		Calc.	Corr.
0,5	0,63	12	1,2	1,2	8	0,8	0,8	6	0,6	0,6	6	0,6	0,6	4	0,4	0,4
1,0	1,27	25	2,6	2,6	16	1,7	1,7	12	1,2	1,2	14	1,5	1,5	10	1,0	1,0
1,5	1,90	43	4,5	4,5	30	3,1	3,1	26	2,7	2,7	21	2,2	2,2	18	1,9	1,9
2,0	2,54	57	5,9	5,9	43	4,5	4,5	40	4,2	4,2	29	3,0	3,0	23	2,4	2,4
3,0	3,81	76	7,9	7,9	64	6,6	6,6	61	6,3	6,3	38	3,9	3,9	32	3,3	3,3
4,0	5,80	97	10,1	10,1	82	8,5	8,5	79	8,2	8,2	50	5,2	5,2	39	4,0	4,0
6,0	7,62	101	10,5	10,5	85	8,8	8,8	83	8,6	8,6	55	5,7	5,7	45	4,7	4,7
8,0	10,15	106	11,0	11,0	89	9,2	9,2	87	9,0	9,0	58	6,0	6,0	49	5,1	5,1
10,0	12,70	110	11,4	11,4	93	9,7	9,7	91	9,4	9,4	62	6,4	6,4	53	5,5	5,5

CBR'		70,31		8,41		6,35		5,90		4,28		3,40	
CBR"		105,46		9,55		8,07		7,77		4,92		3,84	



LIMITES FÍSICOS



Serviço: Material de Sondagem Furo: 1673 LE Prof.: 0,10 a 1,50 Material: Argila Marrom Escura
 Cliente: Prefeitura Municipal de Quatro Barras
 Local: Rua Gralha Azul Data: 17/03/2021

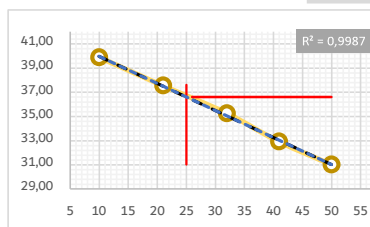
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Peneira n.	Abertura	Retido (g)		Passando (g)	% que Passa da Amostra total	Amostra para Granulometria		
3"	76,2			988,44	100,00%	Amostra Total Úmida (g)		1.000,00
2 1/2"	63,5			988,44	100,00%	Solo Seco Retido na #10 (g)		28,72
2"	50,8			988,44	100,00%	Solo Úmido Pass. #10 (g)		971,28
1 1/2"	38,1			988,44	100,00%	Solo S. Pass. #10 (g)		959,72
1"	25,4	0,00		988,44	100,00%	Amostra Total Seca (g)		988,44
3/4"	19,1	0,00		988,44	100,00%	Umidade Higroscópica		
1/2"	12,7	0,00		988,44	100,00%			
3/8"	9,5	1,03		987,41	99,90%			
4	4,8	8,97		978,44	98,99%	Cápsula Nº.:	2	44
10	2,0	18,72		959,72	97,09%	Cápsula+Solo Úmido(g)	78,69	85,46
						Cápsula+Solo Seco(g)	77,94	84,62
Peneiramento Fino						Peso da Cápsula (g)	14,71	15,90
Peso da Amostra Úmida 100,00				Peso da Amostra Seca 98,81		Água (g)	0,75	0,84
Peneira		Amostra Seca (g)		Porcentagem que Passa		Solo Seco (g)	63,23	68,72
N.	Abertura	Retido	Passante	Amostra Parcial	Amostra Total	Umidade %	1,19	1,22
10	2,000	0				Média	1,20	
40	0,420	11,05	87,76	88,82%	86,24%			
200	0,075	18,13	69,63	70,47%	68,42%			

ENSAIOS FÍSICOS

LÍMITE DE LIQUEZ	Cápsula	Solo Úmido + Cápsula	Solo Seco + Cápsula	Peso da Cápsula	Peso da Água	Peso do Solo Seco	% de Água	Número de Golpes	Constante	LL Calculado	LL Adotado
	120	13,24	11,82	7,24	1,42	4,58	31,00	50			
	102	13,05	11,76	7,84	1,29	3,92	32,91	41			
	114	13,40	12,17	8,68	1,23	3,49	35,24	32			
	126	11,63	10,50	7,49	1,13	3,01	37,54	21	0,973	36,53	36,57
	136	12,05	10,67	7,21	1,38	3,46	39,88	10			

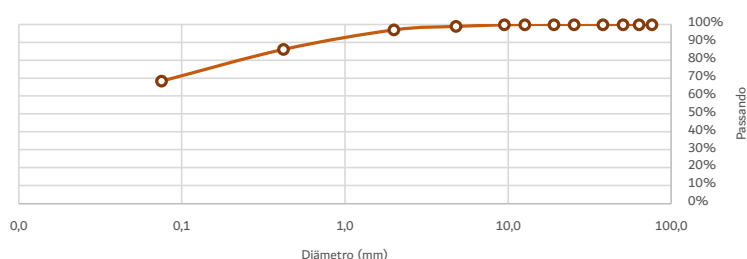
LÍMITE DE PLASTICIDADE	Cápsula	Solo Úmido + Cápsula	Solo Seco + Cápsula	Peso da Cápsula	Peso da Água	Peso do Solo Seco	% de Água
	142	8,85	8,49	7,20	0,36	1,29	27,91
	153	9,91	9,16	6,35	0,75	2,81	26,69
	105	10,04	9,55	7,69	0,49	1,86	26,34
	117	9,76	9,33	7,72	0,43	1,61	26,71
	130	10,30	9,84	8,12	0,46	1,72	26,74
				26,88			



RESUMO DOS ENSAIOS

Pedregulho > 4,8 mm	1,01%
Areia Grossa 4,8 a 2,0 mm	1,89%
Areia Média 2,0 a 0,42 mm	10,86%
Areia Fina 0,42 a 0,074 mm	17,82%
Passando no #200	68,42%
Limite Liqueidez	36,57
Limite Plasticidade	26,88
Índice Plasticidade	9,69
Índice de Grupo	7
Classificação H.R.B.	A4

DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA



Etapa	Preparação	Granulometria	LL	LP	Cálculos
	DNER ME - 041/94	DNER ME - 080/94	DNER ME - 122/94	DNER ME - 082/94	
Data					
Operador					