



**ALTERNATIVAS DE DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL E
COMPARATIVO ORÇAMENTÁRIO DE PAVIMENTOS NUMA ESTRADA
RURAL EM ARAUCÁRIA, PARANÁ**

CURITIBA
2021



ANA CAROLINA SOARES DE OLIVEIRA

LUCAS CARVALHO NOWACKI

MAYARA ARBOITE JOAQUIM

SANDYANNE PRESTES

**ALTERNATIVAS DE DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL E
COMPARATIVO ORÇAMENTÁRIO DE PAVIMENTOS NUMA ESTRADA
RURAL EM ARAUCÁRIA, PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Pós-graduação em Pavimentação Rodoviária, Pós-Graduação *lato sensu*, da Faculdade IDD como requisito parcial para a obtenção do Grau de Especialista em Pavimentação Rodoviária.

Orientador: Prof. M.Sc. Paulo Sergio Peterlini.

CURITIBA
2021

RESUMO

Considerando a importância da pavimentação rodoviária no desenvolvimento das cidades, e a busca por pavimentos que assegurem cada vez mais conforto e segurança, o presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), tem como objetivo analisar sob o ponto de vista técnico e econômico três tipos diferentes de pavimentos: flexível, rígido e intertravado, com aplicação de métodos consagrados de dimensionamentos estruturais e comparação de custos com aplicação da Tabela do DER/PR visando com isto escolher a solução que apresente a melhor relação custo/benefício numa estrada rural denominada Estrada da Lagoa localizada no município de Araucária, PR, com extensão de 2.960,60 m.

Para que isso fosse possível foram realizados estudos geotécnicos e de tráfego contratados pela Prefeitura Municipal de Araucária que gentilmente os forneceu. Dessa forma, dispondo da pertinente compilação dos dados, realizou-se o dimensionamento de cada tipo pavimento proposto, bem como os respectivos orçamentos levando-se em conta somente o pavimento deixando-se de lado outros serviços tais como: terraplenagem, drenagem e outros trabalhos inerentes.

Palavras-chave: Dimensionamento estrutural de pavimentos, tabelas de preços unitários e comparativos de custos.

ABSTRACT

Considering the significance of the road paving in development of the cities, and the search of paving that ensures even more comfort and safety, this paper aims to analyze, under the technical and economic point of view, three different types of paving: flexible, rigid and interlocked, with the application of structural dimensions established methods and comparison the costs to the application of DER/PR Table, aiming, with this, to choose the solution that shows the better cost/benefit ratio on a rural road named Estrada da Lagoa in the municipality of Araucária-PR, with the extension of 2.960,60 meters.

For this to be possible were realized geotechnical and traffic studies hired by the Municipal Government of Araucária city, which kindly offered them. Thus, with this pertinent data compilation, the sizing of each proposed pavement was executed, as well as the respective budgets, considering only the pavement and leaving aside other services, such as: earthwork, drainage and another inherent works.

Keywords: Pavement structural sizing, unit price tables, costs comparisons.

SUMÁRIO

RESUMO	3
SUMÁRIO.....	5
1. INTRODUÇÃO	12
1.2. OBJETIVOS.....	13
1.2.1. Objetivo geral	13
1.2.2. Objetivos específicos	13
1.3. HIPÓTESE	14
1.4. JUSTIFICATIVAS	14
1.4.1. Tecnológicas	14
1.4.2. Econômicas	15
1.4.3. Sociais	15
1.4.4. Ecológicas	15
1.5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	15
1.6. APRESENTAÇÃO DO TRABALHO.....	16
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1. PAVIMENTO ASFÁLTICO	17
2.2. PAVIMENTO DE CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND	17
2.3. PAVIMENTO INTERTRAVADO DE CONCRETO	18
2.4. ESTUDOS GEOTÉCNICOS	18
2.4.1. Caracterização	19
2.4.2. Ensaio de granulometria por peneiramento	20
2.4.3. Ensaio de consistência	20
2.4.3.1. Limite de Liquidez	21
2.4.3.2. Limite de Plasticidade	21
2.4.3.3. Índice de Plasticidade.....	22
2.4.3.4. Ensaio de Compactação.....	22
2.4.3.5. Ensaio de índice de Suporte Califórnia (ISC/CBR).....	23

2.5. ESTUDOS DE TRÁFEGO	25
2.5.1. Fator de Veículo – FV	26
2.5.2. Tráfego Médio Diário Anual - TMDA	26
2.5.3. Fator Climático Regional– FR	27
2.5.4. Correção Sazonal.....	28
2.5.5. Número N	28
2.6. DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL	29
2.6.1. Pavimento flexível	29
2.6.2. Pavimento rígido	33
2.6.2.1. Estudo do subleito	35
2.6.2.2. Projeto de sub-base	37
2.6.2.3. Dimensionamento	41
2.6.3 Pavimento intertravado	47
2.7.4 Quadro de quantidades.....	56
2.7.5 Distâncias Médias de Transporte – DMT	56
3. MÉTODO DE PESQUISA.....	58
3.1 APRESENTAÇÃO DO PROJETO	58
3.1.1 Ensaio de laboratório.....	60
3.1.2 Estudos de tráfego	62
3.2. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO FLEXÍVEL.....	64
3.3. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO RÍGIDO (PRIMEIRA TENTATIVA)	66
3.4. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO RÍGIDO (SEGUNDA TENTATIVA)	80
3.5. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO INTERTRAVADO	82
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	91
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	94
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96

• APÊNDICES.....	99
------------------	----

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- ENSAIO DO ISC/CBR	25
FIGURA 2- ESPESSURA TOTAL DO PAVIMENTO ASFÁLTICO	30
FIGURA 3- CAMADAS DO PAVIMENTO ASFÁLTICO	33
FIGURA 4- REPRESENTAÇÃO CORTE TRANSVERSAL.....	33
FIGURA 5- REPRESENTAÇÃO CORTE LONGITUDINAL	34
FIGURA 6- CORRELAÇÃO CBR X k DO SUBLEITO	37
FIGURA 7- FAIXA GRANULOMÉTRICA – SOLO-CIMENTO	40
FIGURA 8- FAIXA GRANULOMÉTRICA – BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO	40
FIGURA 9- FAIXAS GRANULOMÉTRICAS–CONCRETO ROLADO D _{máx} :19mm e D _{máx} :38mm	41
FIGURA 10- REPRESENTAÇÃO DO PAVIMENTO DE CONCRETO SIMPLES.	42
FIGURA 11- ESQUEMA DO PAVIMENTO DE CONCRETO SIMPLES COM BARRAS DE TRANSFERÊNCIA	42
FIGURA 12- REPRESENTAÇÃO DO PAVIMENTO DE CONCRETO COM ARMADURA DISTRIBUÍDA DESCONTÍNUA.....	43
FIGURA 13- REPRESENTAÇÃO DO PAVIMENTO DE CONCRETO COM ARMADURA DISTRIBUÍDA CONTÍNUA	44
FIGURA 14- REPRESENTAÇÃO DO PAVIMENTO DE CONCRETO ESTRUTURALMENTE ARMADO.....	45
FIGURA 15- EFEITO DA ESPESSURA NO DESEMPENHO DO PAVIMENTO...	49
FIGURA 16- FORMATO DAS PEÇAS PRÉ-MOLDADAS DE CONCRETO	52
FIGURA 17- ARRANJOS DE ASSENTAMENTO.....	53
FIGURA 18- DEFORMAÇÃO PERMANENTE EM FUNÇÃO DO AUMENTO DA ESPESSURA	54
FIGURA 19- MAPA DO PARANÁ COM LOCALIZAÇÃO DE ARAUCÁRIA.....	59

FIGURA 20– LOCALIZAÇÃO DA VIA NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA/PR..	59
FIGURA 21– COEFICIENTE DE RECALQUE (k)	71
FIGURA 22– DETERMINAÇÃO DE REPETIÇÕES ADMISSÍVEIS – ANÁLISE POR FADIGA	77
FIGURA 23– DETERMINAÇÃO DAS REPETIÇÕES ADMISSÍVEIS – ANÁLISE POR EROSÃO	78
FIGURA 24- ÁBACO PARA DETERMINAÇÃO DA ESPESSURA DA SUB-BASE	83
FIGURA 25– DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA DO PAVIMENTO	84
FIGURA 26– ORIGEM E DESTINO DE MATERIAIS PARA PAVIMENTO FLEXÍVEL	86
FIGURA 27– ORIGEM E DESTINO DE MATERIAIS PARA PAVIMENTO RÍGIDO	87
FIGURA 28– ORIGEM E DESTINO DE MATERIAIS PARA PAVIMENTO INTERTRAVADO	88
FIGURA 29– SEÇÃO TIPO EM PAVIMENTO FLEXÍVEL	91
FIGURA 30– SEÇÃO TIPO EM PAVIMENTO RÍGIDO.....	91
FIGURA 31– SEÇÃO TIPO EM PAVIMENTO INTERTRAVADO	91

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1–FAIXA GRANULOMÉTRICA DE MATERIAL PASSANTE.....	20
QUADRO 2–ENSAIO PROCTOR NORMAL	22
QUADRO 3–ENSAIO PROCTOR INTERMEDIÁRIO	23
QUADRO 4–ENSAIO PROCTOR MODIFICADO	23
QUADRO 5– PENETRAÇÃO/PRESSÃO.....	24
QUADRO 6– ESPESSURA MÍNIMA DE REVESTIMENTO ASFÁLTICO	31
QUADRO 7– COEFICIENTES DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL	32
QUADRO 8– TIPOS DE SUB-BASES PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO- CIMENTO	38
QUADRO 9– FAIXAS GRANULOMÉTRICAS RECOMENDADAS PARA BASES	38
QUADRO 10– RECOMENDAÇÕES DE SUB-BASES ESTABILIZADAS COM CIMENTO	39
QUADRO 11– FATORES DE SEGURANÇA PARA AS CARGAS (FSC)	46
QUADRO 12- FAIXA GRANULOMÉTRICA PARA CAMADA DE ASSENTAMENTO.....	50
QUADRO 13- FAIXAS GRANULOMÉTRICAS EM ALGUNS PAÍSES.....	51
QUADRO 14- TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS DAS PEÇAS	55
QUADRO 15– CUSTO REFERENCIAL DE TRANSPORTE.....	57
QUADRO 16– TENSÕES EQUIVALENTES PARA EIXOS SIMPLES E TANDEM DUPLO	72
QUADRO 17– TENSÕES QUIVALENTES PARA EIXOS TANDEM TRIPLO.....	73
QUADRO 18– FATOR DE EROSÃO EIXOS SIMPLES E TANDEM DUPLO	74
QUADRO 19– FATOR DE EROSÃO EIXOS TANDEM TRIPLO	75
QUADRO 20 - ESPESSURA E RESISTÊNCIA EM FUNÇÃO DO TRÁFEGO.....	84

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- RESUMO DOS ENSAIOS DE LABORATÓRIO	60
TABELA 2– DEPURAÇÃO DAS CONTAGENS.....	62
TABELA 3– FATOR DE VEÍCULO	63
TABELA 4– NÚMERO N DA FROTA PESQUISADA	64
TABELA 5– RESUMO DO DIMENSIONAMENTO	66
TABELA 6- TOTAL DE VEÍCULOS NO PERÍODO DE ANÁLISE	68
TABELA 7– MÉDIO AO LONGO DO PERÍODO DE ANÁLISE.....	69
TABELA 8– NÚMERO DE SOLICITAÇÕES DOS EIXOS	70
TABELA 9- CÁLCULOS FINAIS DA ESPESSURA-TENTATIVA DE 20.0 CM ...	79
TABELA 10- CÁLCULOS FINAIS DA ESPESSURA-TENTATIVA DE 22.0 CM .	81
TABELA 11 - DISTÂNCIAS MÉDIAS DE TRANSPORTE.....	85
TABELA 12– PLANILHA ORÇAMENTÁRIA – PAVIMENTO FLEXÍVEL	89
TABELA 13– PLANILHA ORÇAMENTÁRIA – PAVIMENTO RÍGIDO	90
TABELA 14– PLANILHA ORÇAMENTÁRIA – PAVIMENTO INTERTRAVADO	90
TABELA 15– TABELA COMPARATIVA	92

1. INTRODUÇÃO

Devido à importância da pavimentação rodoviária para o desenvolvimento das cidades e sua função principal na melhoria do trânsito, com maior conforto nos deslocamentos dos veículos circulantes, bem como proporcionar uma superfície mais aderente e menos ruidosa, a fim de melhorar a segurança em condições da via, o presente TCC tem por objetivo principal a proposição de estudos comparativos relacionados à viabilidade técnica e econômica de uma estrada rural municipal sob os aspectos e características dos pavimentos com revestimento asfáltico (flexíveis), em placas de concreto de cimento Portland (rígidos) e blocos de concreto de cimento Portland (intertravados).

Serão apresentados aspectos característicos, vantagens, desvantagens, custos de cada tipo de pavimento levando em conta melhores tipos de materiais, e por fim, um comparativo entre as três opções.

O comparativo será baseado em um estudo de uma via localizada no município de Araucária, denominada Estrada da Lagoa, com 2990,60 km de extensão, largura de plataforma de 7,0m em pista simples (3,50 m para cada lado), sem acostamento, totalizando 20.737,63 m² de área a ser pavimentada. Serão apresentados estudos de tráfego, estudos geotécnicos, dimensionamentos estruturais dos pavimentos estudados bem como seus respectivos orçamentos para, posteriormente, ser analisado qual dos três métodos de pavimentação se torna mais viável tendo em vista as características apresentadas.

A via em questão é denominada de Estrada da Lagoa e é popularmente conhecida, também, por “Estrada do Matadouro”. A via em questão liga o município de Araucária à Catanduvas do Sul. Está localizada em uma área predominantemente rural, e tem como principal uso, o escoamento da produção agrícola local.

1.1. PROBLEMA DE PESQUISA

Qual seria a melhor alternativa custo-benefício levando-se em consideração os três tipos de pavimentos propostos; atentando para os estudos geotécnicos, de tráfego, dimensionamento e orçamento de cada tipo de pavimentação indicada: pavimento flexível, pavimento rígido ou pavimento intertravado?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo geral

O objetivo geral é a determinação, dentre as soluções existentes para projetos de pavimentação flexível, rígida e intertravada, a técnica com um melhor aspecto de custo-benefício e, conseqüentemente, mais viável levando-se em consideração os estudos geotécnicos, de tráfego, dimensionamento e orçamentária de cada solução.

1.2.2. Objetivos específicos

Os objetivos específicos consistem nas seguintes etapas elencadas abaixo:

1 – Elaboração de estudos geotécnicos para conhecimentos do solo de fundação (sub-leito) e também de jazidas de materiais necessários para as camadas de cada tipo de pavimento proposto;

2 – Realização de estudos de tráfego para estimativa do número de veículos que utilizarão a via por um prazo de 20 anos, adotando um volume de tráfego tipo para todas as soluções.

3 – Dimensionamentos, por métodos empíricos consolidados no mercado nacional, para obtenção das estruturas de cada tipo de pavimento proposto para a situação.

4 – Levantamento dos custos unitários e previsão orçamentária para cada tipo de pavimento proposto; e

5 – Análise de qual a alternativa de melhor custo-benefício entre as três propostas.

1.3. HIPÓTESE

Dentre as três opções propostas, a serem apresentadas de pavimentação, qual seria a melhor alternativa levando-se em consideração o custo-benefício, se analisado apenas os itens que englobam a estruturas do pavimento, o que será evidenciado ao final do presente trabalho.

1.4. JUSTIFICATIVAS

A justificativa primordial para o tema proposto está associada à realização de uma análise de viabilidade e custo-benefício para a pavimentação de uma estrada genérica, para efeito de verificação e comparação entre três formas distintas de execução de pavimentos (flexíveis, rígidos e intertravados), com o intuito de se estabelecer qual o método mais adequado para este caso específico.

1.4.1. Tecnológicas

Encontrar a proposta mais coerente para um projeto de dimensionamento de pavimento, a fim de se estabelecer qual das soluções existentes no mercado e estudadas é mais atrativa levando em consideração o tráfego existente na rodovia bem como o solo do local, e claro, o custo para a implantação da estrada genérica apresentada.

1.4.2. Econômicas

Verificar quais são custos provenientes de cada tipo de estrutura apresentada, com o intuito de identificar o melhor custo-benefício para o pavimento, para que além de conforto e segurança, a pavimentação da estrada genérica seja a menos onerosa e mais eficiente, de modo que não haja dispêndio financeiro desnecessário.

1.4.3. Sociais

Trazer mais conforto e comodidade aos usuários das vias rurais e urbanas, causando o menor impacto possível, utilizando a técnica e economia de recursos para que o ônus ao público seja o menor. Além disso, com os estudos apresentados é possível identificar qual das estruturas dimensionadas traz mais comodidade e segurança, visando a economicidade que poderá ser aproveitada em outras áreas para o desenvolvimento social.

1.4.4. Ecológicas

A utilização de recursos com o melhor custo-benefício torna a estrutura de pavimento mais eficaz, procurando o menor impacto ecológico. Salienta-se também que o comparativo de estruturas faz com que os recursos naturais sejam mais bem aproveitados, procurando sempre a alternativa mais condizente com as condições locais – seja da parte geológica/geotécnica quanto do tráfego adotado.

1.5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia abrange as seguintes atividades:

- a) Revisão bibliográfica que aborda o assunto, consultando-se livros, trabalhos científicos, internet e material didático das aulas do curso de especialização;
- b) Levantamento de dados da estrada em estudo, tais como: estudos de tráfego, dados e levantamento geotécnicos e outros que se julgarem necessários;
- c) Aplicação das metodologias preconizadas para dimensionamento de pavimento das três soluções que se pretende comparar;
- d) Aplicação de tabelas de custos unitários do Departamento de Estradas de Rodagem (DER/PR);
- e) Comparação entre os custos e características de cada tipo de pavimento;
- f) Conclusão de qual dimensionamento, dentre os três tipos estudados, é mais viável levando-se em consideração o custo-benefício de cada solução.

1.6. APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

No Capítulo 1 da Introdução apresenta uma contextualização geral do assunto abordado, qual o problema de pesquisa e seus objetivos, definem-se as principais justificativas para a realização da pesquisa e os procedimentos metodológicos a serem adotados. Ademais é apresentado os estudos que serão realizados para o desenvolvimento do trabalho e as características da via genérica estudada.

No Capítulo 2 da Fundamentação Teórica apresenta revisão bibliográfica, normas e artigos científicos dos estudos (geotécnicos e de tráfego) e das metodologias (orçamentárias e estruturais) a serem utilizadas para o dimensionamento das diferentes estruturas de pavimento: flexível, rígido e intertravado.

No Capítulo 3 da Metodologia da Pesquisa serão apresentados os estudos de tráfego realizados, fornecidos pelo município que, posteriormente, foram

aperfeiçoados pelos autores desse trabalho, bem como os dados de geotecnia que foram obtidos através dos estudos de solo realizados pelo município, para o desenvolvimento dos dimensionamentos para cada tipo de pavimento, dentre os três tipos apresentados. Também será indicada a previsão orçamentária para a implantação de cada uma das soluções escolhidas.

No Capítulo 4 da Apresentação e Análise dos Resultados serão apresentadas as análises relativas aos estudos feitos bem como quais os resultados encontrados e suas vantagens e desvantagens.

No Capítulo 5 das Considerações Finais apresenta as considerações acerca da pesquisa realizada, qual opção tem melhor custo-benefício e recomendações para trabalhos futuros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. PAVIMENTO ASFÁLTICO

De acordo com Bernucci et al. (2006), os pavimentos asfálticos são constituídos por uma mistura composta de agregados e ligantes asfálticos. Na maior parte dos casos, é formado por quatro camadas: revestimento asfáltico, base, sub-base, reforço do subleito e subleito. A camada de revestimento asfáltico pode ser ainda dividida em camada de rolamento (contato direto com o tráfego) e por camadas intermediárias ou de ligação, usualmente denominadas de *binder*. Dependendo do tráfego e dos materiais disponíveis, pode-se ter ausência de algumas camadas.

2.2. PAVIMENTO DE CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND

Os pavimentos de concreto de cimento Portland são aqueles em que o revestimento é constituído por uma placa de cimento Portland. A espessura desses pavimentos é definida em função da resistência à flexão das placas de concreto e das

camadas subjacentes. Usualmente, designa-se a camada inferior a placa de concreto como sub-base, uma vez que a qualidade dos materiais utilizados nessa camada assemelha-se a sub-base dos pavimentos asfálticos. As placas utilizadas nesse tipo de pavimento podem ser armadas ou não com barras de aço (BERNUCCI et al., 2006).

2.3. PAVIMENTO INTERTRAVADO DE CONCRETO

De acordo com a Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP (2010), o pavimento intertravado é constituído por peças de concreto, assentadas sobre camada de areia ou material granular e travadas entre si por contenção lateral. A capacidade de intertravamento representa a resistência dos blocos de concreto a resistir a movimentos de deslocamento individual – seja ele vertical, horizontal ou de rotação em relação aos blocos vizinhos. A contenção lateral impede o deslocamento dos blocos da camada de rolamento promovendo o intertravamento. A camada inferior aos blocos, usualmente de areia é conhecida como areia de selagem, e tem como função a transferência de esforços entre os blocos de concreto, permitindo que eles trabalhem juntos e suportem as cargas solicitantes.

2.4. ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Segundo IDD (2018a), os estudos geotécnicos são extrema importância, pois servem para a obtenção das informações geológicas/geotécnicas necessárias para análise e detalhamento das soluções propostas, relacionadas com as características específicas de cada material que se encontra nas encostas adjacentes a rodovia, serve como parâmetro para entender a movimentação de massa de talos, instabilidade de aterros, declividade do talude e erosões, sendo imprescindível o conhecimento do solo no que tange à engenharia de pavimentação.

Ainda, segundo IDD (2018a), características do solo como resistência, deformabilidade e permeabilidade são as principais a serem analisadas para o estudo da pavimentação viária, visto que o solo é a fundação de qualquer rodovia, podendo ser encontrado em seu estado natural ou ser transportado de jazidas para serem compactadas.

Segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Trânsito (DNIT), os estudos geotécnicos para projetos de pavimentação compreendem análises do subleito e investigações de ocorrências de materiais para pavimentação. Enquanto aquelas objetivam o reconhecimento dos solos para fins de caracterização das diversas camadas e o respectivo traçado de seus perfis, estas visam ao reconhecimento e à caracterização de materiais de jazidas como fonte de matéria-prima para o emprego na execução das camadas de reforço do subleito, sub-base, base e revestimento, de acordo com o projeto de pavimentação. (DNIT,2006)

Para se ter o plano de sondagens e investigações geotécnicas, é preciso conhecer os materiais componentes dos cortes e do subleito, que são informados através de perfis de reconhecimento geológico na fase de elaboração do projeto básico. (IDD, 2018a).

2.4.1. Caracterização

Para cada furo de sondagem a ser realizado deve ser coletado uma amostra significativa, para cada camada de solo, para que possam ser realizados, de forma adequada os ensaios de granulometria por peneiramento, limite de liquidez, limite de plasticidade, compactação pela energia do Proctor Normal e resistência pelo método do CBR/ ISC, de acordo com os métodos mais usuais. A coleta deve ser realizada, preferencialmente a cada 100,0 m, atendendo a sequência eixo, bordo, eixo. (IDD,2018a).

2.4.2. Ensaios de granulometria por peneiramento

De forma geral, segundo IDD (2018a), este ensaio baseia-se em passar o material a ser estudado, por um conjunto de peneiras e determinar a quantidade retida ou passante em cada uma delas, formando uma curva granulométrica do agregado. Dessa forma é possível ter a obtenção de melhor interação entre as partículas de agregado, podendo definir uma melhor utilização para cada tipo de material, levando-se em consideração que, em relação ao tamanho das partículas, tem-se a seguinte divisão:

- Graúdo: material retido na peneira #10(2,0mm);
- Miúdo: material passante na peneira #10 (2,0mm) e retido na peneira #200 (0,074 mm);
- Enchimento: material passante na peneira #200 (0,074 mm).

Utiliza-se a DNER-ME 080/94: Solos - análise granulométrica por peneiramento como referência normativa para realização desse ensaio. O quadro a seguir apresenta faixas granulométricas (limites inferior e superior) do material passante, aplicando-se a equação de Talbot. (IDD, 2018a)

QUADRO 1–FAIXA GRANULOMÉTRICA DE MATERIAL PASSANTE

Peneiras (#)	Faixa granulométrica (% passantes)
1" (25,400 mm)	100
¾" (19,100 mm)	90 – 100
½" (12,700 mm)	50 – 80
3/8" (9,520 mm)	40 – 70
4 (4,800 mm)	30 – 60
10 (2,000 mm)	20 – 50
40 (0,420 mm)	10 – 40
80 (0,180 mm)	5 – 20
200 (0,075 mm)	0 – 10

FONTE: (IDD, 2018a)

2.4.3. Ensaios de consistência

De forma geral e resumida, os ensaios de consistência definem a quantidade de água que o solo absorve para que ele se comporte como um material plástico ou líquido. (IDD,2018a)

2.4.3.1. Limite de Liquidez

O Limite de Liquidez (LL) é a transição do material do estado plástico para o estado líquido, com uma umidade crescente e é expresso em porcentagem. O ensaio que define tal parâmetro pode ser explicado, de forma genérica, pelo teor de umidade com o qual é possível unir os bordos inferiores de uma canaleta feita em uma amostra de solo colocada na concha de um aparelho padrão (aparelho de Casagrande), com cerca de um centímetro de espessura, após a aplicação de vinte e cinco golpes desse aparelho. Para este ensaio, a normativa DNER-ME 122/94 Solos – determinação do limite de liquidez é utilizada. (IDD,2018a)

2.4.3.2. Limite de Plasticidade

O Limite de Plasticidade (LP) é a transição do material do estado semi-sólido para o estado plástico, com uma umidade crescente e é expresso em porcentagem. O ensaio é realizado mediante o menor valor de teor de umidade com que um cilindro de solo, que possui aproximadamente 10 cm de comprimento, é rolado e rompe-se ao atingir 3 mm de diâmetro. Caso não seja possível determinar o limite de plasticidade de certo tipo de material, diz-se que o solo é não plástico. Já um material com elevado índice de plasticidade, demonstra que o solo pode absorver grande quantidade de água, provocando grande aumento de volume, podendo gerar grande recalque quando retirada a água desse material, o que faz com que esse tipo de solo apresente características ruins como baixa capacidade de suporte. A determinação desse índice é

preconizada pela normativa de ensaio DNER-ME 082/94: Solos – determinação do limite de plasticidade. (IDD,2018a)

2.4.3.3. Índice de Plasticidade

O Índice de Plasticidade (IP) é definido como a diferença entre o limite líquido e o limite plástico. No intervalo entre os limites plástico e líquido o material se conserva no estado plástico. Portanto, pode-se estabelecer a seguinte equação: $IP = LL - LP$. Sendo LL, o limite de liquidez e LP, o limite de plasticidade. (IDD,2018a)

2.4.3.4. Ensaios de Compactação

É a operação realizada para reduzir os vazios de um determinado solo, comprimindo-o por meios mecânicos, com o objetivo de fornecer densidade, resistência e estabilidade ao material. O ensaio foi desenvolvido por R.R. Proctor, em 1933, é utilizado para se encontrar a umidade ótima e a densidade máxima seca atingida por determinado material no processo de compactação (IDD,2018a).

O ensaio é feito de forma a se compactar o solo com porcentagens de água crescentes, dentro de um molde cilíndrico de dimensões especificadas. A compactação é feita em camadas de espessuras definidas, determinando um número específico de golpes em cada uma delas. Realizado com soquete de dimensão, peso e altura de queda já estabelecidos, conforme quadros apresentados a seguir. (IDD, 2018a).

QUADRO 2–ENSAIO PROCTOR NORMAL

Peso do Soquete	= 4,5 kg
Altura de queda	= 45,70 cm
Número de camadas	= 5
cilindro	d = 15,20 cm e h = 17,80 cm
Número de golpes por camadas	= 12

FONTE: (IDD, 2018a)

QUADRO 3–ENSAIO PROCTOR INTERMEDIÁRIO

Peso do Soquete	= 4,5 kg
Altura de queda	= 45,70 cm
Número de camadas	= 5
cilindro	d = 15,20 cm e h = 17,80 cm
Número de golpes por camadas	= 26

FONTE: (IDD, 2018a)

QUADRO 4–ENSAIO PROCTOR MODIFICADO

Peso do Soquete	= 4,5 kg
Altura de queda	= 45,70 cm
Número de camadas	= 5
cilindro	d = 15,20 cm e h = 17,80 cm
Número de golpes por camadas	= 55

FONTE: (IDD, 2018a)

2.4.3.5. Ensaio de índice de Suporte Califórnia (ISC/CBR)

Se caracteriza por ser o ensaio que procura medir a resistência do solo, avaliar a sua capacidade de suporte e permitir sua caracterização como fundação. (IDD, 2018a)

O ensaio é normatizado pela DNIT 172/2016-ME: Solos - Determinação do índice de suporte califórnia utilizando amostras não trabalhadas, consiste em determinar uma relação carga-penetração de uma haste com área de 19,35 cm² que atua em uma amostra de solo compactada à umidade ótima e densidade máxima, num cilindro-padrão com d = 15,20 cm e h = 17,80 cm, com uma velocidade de carga de 1,27 mm por minuto após submersão por quatro dias em água, recriando, assim, a pior condição a que um pavimento estará sujeito no caso de uma saturação total em água.

Para cada penetração, os resultados do ISC/CBR são obtidos com a relação entre a pressão necessária para se obter esta penetração e a pressão necessária (à

mesma penetração, expressa em %) da amostra de pedra britada de granulométrica determinada (brita da Califórnia). Ficando definido pela seguinte equação:

$$ISC / CBR = P_x \frac{100}{P_t}$$

Onde:

- P é pressão necessária para fazer o pistão penetrar na amostra; e
- P_t é a pressão necessária à mesma penetração em amostra-padrão de pedra britada do Estado da Califórnia nos Estados Unidos da América.

O Quadro 5 mostra a tabela da penetração/pressão.

QUADRO 5– PENETRAÇÃO/PRESSÃO

Penetração		Pressão	
milímetro	polegada	kg/cm ²	lb/pol. ²
2,54	0,1	70,31	1000
5,08	0,2	105,46	1500
7,62	0,3	135,58	1900
10,16	0,4	161,71	2300
12,70	0,5	182,80	2600

FONTE: (IDD,2018a)

De forma geral, a execução do ensaio obedece às seguintes etapas:

- 1) com três corpos de prova do ensaio de compactação (sendo todos próximos à umidade ótima) ramos seco e úmido, para se obter uma boa média;
- 2) os corpos de prova compactados são invertidos e colocadas as sobrecargas que simulam a carga do pavimento e o defletômetro para medida da variação de altura e são imergidos em água por 96 horas, durante as quais se acompanha a expansão dos corpos de prova; e

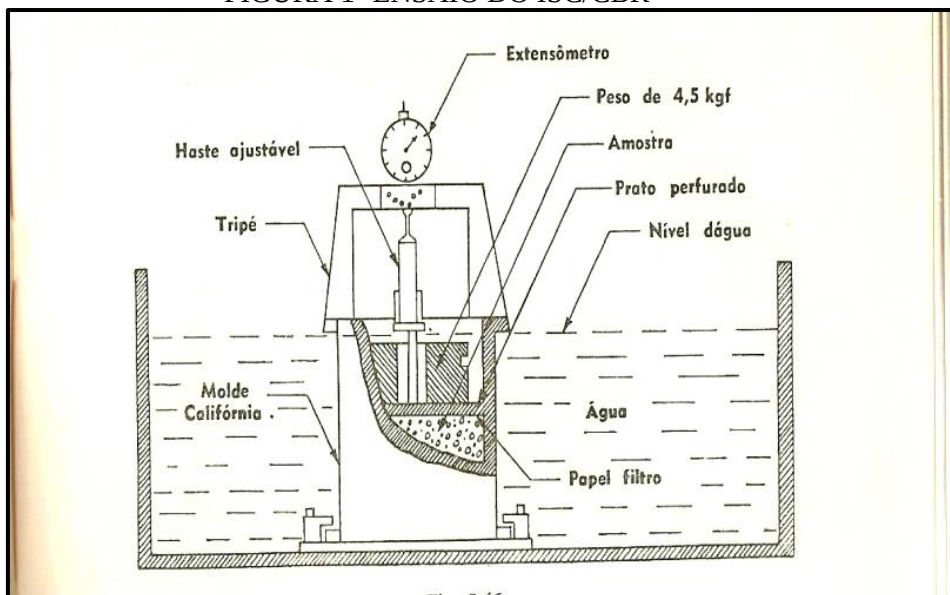
3) após as 96 horas, comprimem-se os corpos assim que retirado da submersão, traçando-se a curva pressão x penetração, calculando-se assim o ISC/CRB, como segue:

$$ISC / CBR_{0,1''} = \frac{0,1''}{70,31} \times 100$$

$$ISC / CBR_{0,2''} = \frac{0,2''}{105,46} \times 100$$

O ISC/CBR é o maior dos valores dentre os obtidos com as expressões apresentadas acima, expresso em %, lembrando-se que a pressão tem que estar em kg/cm^2 . A Figura 1 mostra o esquema do ensaio do ISC/CBR.

FIGURA 1- ENSAIO DO ISC/CBR



FONTE: (IDD,2018a)

2.5. ESTUDOS DE TRÁFEGO

Os estudos de tráfego se fazem necessários pois as cargas repetidas aplicadas pelos diferentes tipos de veículos são as principais causas da deterioração dos pavimentos, que devem periodicamente receber serviços de conservação, restauração ou mesmo reconstrução. (IDD, 2018b)

Um dos fatores de maior importância no processo de dimensionamento do pavimento com vistas à determinação das necessidades da pavimentação são o estudo e a avaliação da solicitação do tráfego. (IDD, 2018b)

O conhecimento do tráfego passado e atual é fundamental para a definição de um diagnóstico preciso do pavimento existente. Para o dimensionamento dos pavimentos novos é necessária a determinação adequada do tráfego futuro. (IDD, 2018b)

2.5.1. Fator de Veículo – FV

O fator de veículo, produto do fator de eixo (FE) pelo fator de carga (FC), atua na compensação da grande diversidade de veículos e cargas que transitam pela via, transformando estas cargas e veículos diversos em uma quantidade de operações do eixo padrão que seja equivalente em termos de efeito destrutivo do pavimento. Ou seja, o fator de veículo transforma um veículo qualquer, com um carregamento qualquer, em uma quantidade de solicitações equivalente ao eixo padrão de 8,2 toneladas que causaria o mesmo efeito destrutivo no pavimento.

O Fator de eixos é um número que, multiplicado pelo número de veículos, resulta em um número de eixos correspondentes. Enquanto que o fator de cargas é um fator que transforma qualquer magnitude de cargas em um número equivalente de operações de um eixo padrão, em função do tipo de eixos.

2.5.2. Tráfego Médio Diário Anual - TMDA

O Tráfego Médio Diário Anual, também conhecido como TMDA, retrata o volume de tráfego, que multiplicado pelo número de dias de um ano, representa o total de veículos que transita em um ano em uma via (IDD, 2018b).

De acordo com IDD (2018b), para o cálculo da TMDA, são necessários depuramentos das contagens classificatórias/volumétricas, sendo essas últimas denominadas Volume Diário Médio (VDM). O VDM é definido como o volume de tráfego registrado em um dia (24 horas), a partir de contagens de veículos. Para isso, é comumente utilizada a classificação das silhuetas dos veículos, e seus respectivos Pesos Brutos Totais, apresentada na Portaria nº 63/2009 do DENATRAN. (DENATRAN, 2009)

2.5.3. Fator Climático Regional– FR

Um mesmo pavimento apresentará resistências diferentes em diferentes condições climáticas. Este fato deve-se a constatação de que a umidade presente no subleito e no interior de uma estrutura de pavimento é variável em função do regime de chuvas de determinada região. Consequentemente, são diferentes as respostas estruturais de pavimentos com a mesma estrutura submetidos ao mesmo carregamento, mas sob condições de umidade diferentes, refletindo isto no aumento ou diminuição da sua vida útil de serviço.

Desta forma, é levado em consideração as variações de umidade dos materiais do pavimento durante as diversas estações do ano (o que traduz em variações de capacidade de suporte dos materiais) o número equivalente de operações do eixo-padrão ou parâmetro de tráfego N, deve ser multiplicado por um coeficiente (FR) que na pista experimental da AASHO, entre 1958 a 1961, variou de 0,2 (ocasião em que prevalecem baixos teores de umidade) a 5,0 (ocasiões em que os materiais estão praticamente saturados). É possível que estes coeficientes sejam diferentes, em função

da diferença de sensibilidade à variação do número N; é possível ainda, pensar-se num fator climático que afetaria a espessura do pavimento (em vez do número N), e que seria, ao mesmo tempo, função dessa espessura. O coeficiente final a adotar é uma média ponderada dos diferentes coeficientes sazonais, levando-se em conta o espaço de tempo em que ocorrem. (IDD, 2018b).

2.5.4. Correção Sazonal

Correções Sazonais são cálculos que servem para a correção dos dados de uma pesquisa de tráfego para obter fatores de expansão de tráfego ao longo do ano em um determinado local.

Os primeiros a serem considerados são o Coeficiente de Variação Mensal (CVM) e Fator de Variação Mensal (FVM), sendo que o CVM fornece o coeficiente do tráfego de um determinado mês do ano em relação ao tráfego médio do ano, enquanto o FVM é o seu inverso.

O segundo a considerar é o Coeficiente de Variação Semanal (CVS) que fornece o coeficiente do tráfego de um determinado dia da semana, em relação ao tráfego médio da semana.

O terceiro e último é o Coeficiente de Variação Horária (CVH) que fornece o coeficiente de uma determinada faixa horária de um dia. (IDD, 2018b).

2.5.5. Número N

De forma geral, segundo IDD (2018b), o valor do número N, número de operações equivalentes do eixo padrão de 8,2 tf, é obtido pela seguinte equação:

$$N = 365 \times k \times FV \times TMDA \times FR$$

Onde:

- a) 365= dias do ano;
- b) K= fator direcional;
- c) FV= fator de veículo (FECUSACE);
- d) TMDA=Tráfego Médio Diário Anual; e
- e) FR= Fator Climático Regional

O fator direcional (K) tem relação com o tipo de pista que será estudada (pista simples ou dupla, por exemplo).

2.6. DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL

2.6.1. Pavimento flexível

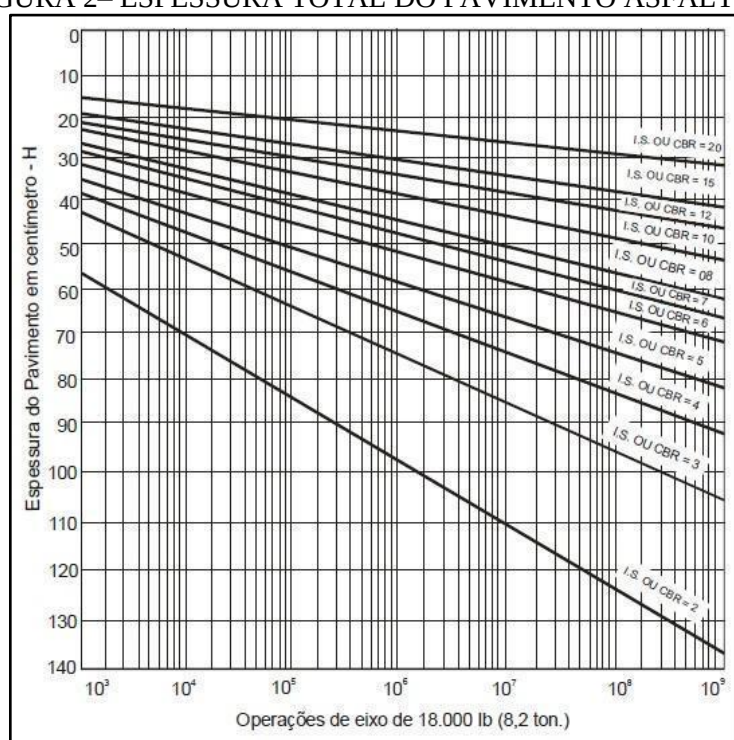
Embora novos métodos de dimensionamento de pavimentos asfálticos estejam em pauta (métodos mecanístico), o método mais utilizado no Brasil ainda é o desenvolvido pelo Engenheiro Murillo Lopes de Souza, baseado nos estudos do Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos (USACE). Este é o método adotado pelo antigo Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER) cuja última versão ocorreu no ano de 1981 e válido até a presente data ainda como método oficial de dimensionamento pelo DNIT. (IDD, 2018c).

O método DNER, 1981 visa à proteção do subleito contra o aparecimento de deformações plásticas excessivas, durante o período de projeto estipulado. É um método empírico que, embora baseado em estudos norte-americanos, os quais consideram as condições climáticas e de solos da região, tem garantido tal proteção quando aplicado no Brasil, haja vista a rara ocorrência de afundamentos em trilha de roda, significativos nos pavimentos por ele dimensionados. Além disso, é possível

falar em superdimensionamento quando aplica-se no Brasil, devido à ausência, neste, do fenômeno crítico do degelo da primavera (DNIT, 2006).

Portanto, o método estabelece uma relação gráfica (FIGURA 2), entre a espessura total requerida para a estrutura do pavimento (H_t), em termos de camada granular, para proteger um subleito caracterizado por um CBR conhecido, quando essa camada é solicitada por um tráfego pré-estabelecido.

FIGURA 2– ESPESSURA TOTAL DO PAVIMENTO ASFÁLTICO



FONTE: (DNIT,2006)

A espessura total de pavimento é calculada pela seguinte equação:

$$H_t = 77,67 \cdot N^{0,0482} \cdot CBR^{-0,598}$$

Onde:

H_t – espessura total de pavimento necessário para proteger um material com CBR = t;

N – número de solicitações do eixo padrão (8,2 t); e

CBR – resistência do solo do subleito (%).

A espessura mínima do revestimento asfáltico é em função do número N levando-se em consideração os FEC_{USACE} conforme consta no quadro 6.

QUADRO 6– ESPESSURA MÍNIMA DE REVESTIMENTO ASFÁLTICO

N	Espessura Mínima de 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)

As seguintes inequações definem as espessuras da Base (B), sub-base (h_{20}) e reforço do sub-leito (h_n)

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

$$R \cdot K_R + B \cdot K_B + h_{20} \cdot K_S + h_n \cdot K_{Ref} \geq H_m$$

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

Onde:

R – espessura da camada de revestimento asfáltico (cm);

B – espessura da camada de base (cm);

h_{20} – espessura da camada de sub-base (cm); e

h_n – espessura da camada de reforço do subleito (cm)

K_R , K_B , K_S e K_{Ref} – coeficientes de equivalência estrutural das camadas de revestimento, base, sub-base e reforço do subleito, respectivamente conforme consta no quadro 7.

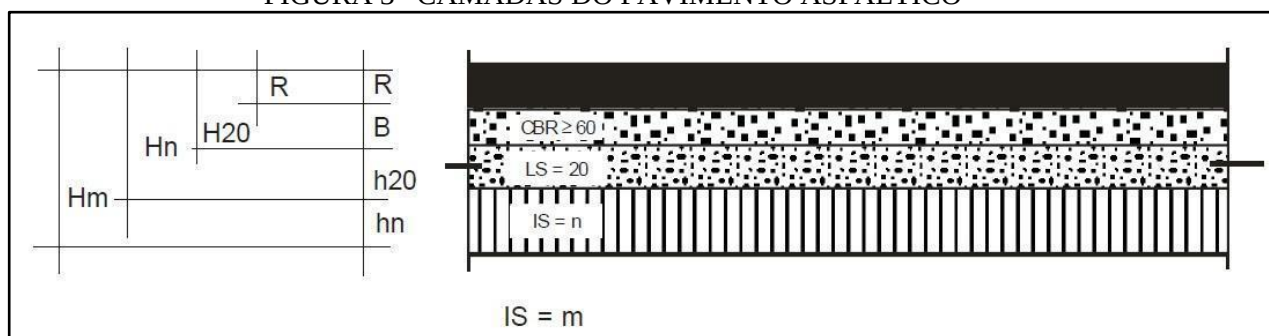
QUADRO 7– COEFICIENTES DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL

Componentes do pavimento	Coeficiente K
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	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
Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 45 kg/cm e 28 kg/cm	1,40
Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 28 kg/cm e 21 kg/cm	1,20

FONTE: (DNIT, 2006)

Em síntese, o que se determina, em termos de espessuras totais e individuais, conforme ilustração da figura 3.

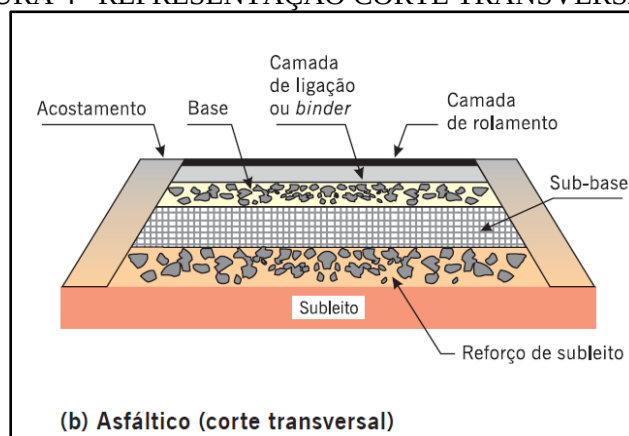
FIGURA 3– CAMADAS DO PAVIMENTO ASFÁLTICO



FONTE: (DNIT, 2006)

Em síntese, o que se determina, em termos de espessuras totais e individuais, conforme ilustração da figura 4

FIGURA 4– REPRESENTAÇÃO CORTE TRANSVERSAL



FONTE: BERNUCCI et al., 2010

2.6.2. Pavimento rígido

O dimensionamento estrutural do pavimento rígido é realizado através do método da Portland Cement Association (PCA) - versão 1984. Este agrega progressos e conhecimentos obtidos nos últimos decênios nas áreas de cálculo de tensões, projeto geométrico, construções e acrescenta novos enfoques, modificando em essência o método anterior, de 1966, tendo aplicação diretamente tanto a pavimento de concreto

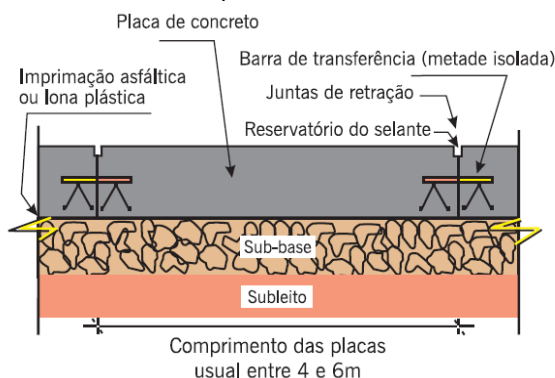
simples com barras de transferências, quanto aos dotados de armadura distribuída, contínua e descontínua e usa um modelo estrutural de elementos finitos (IDD, 2018d).

Ainda segundo (IDD, 2018d) deve-se considerar também o tipo e grau de transferência de carga nas juntas transversais, os efeitos da existência ou não de acostamentos de concreto, a contribuição estrutural das sub-bases de concreto pobre rolado (ou de concreto, ou de sub-bases tratadas com cimento) e a ação dos eixos tandem triplos. O modelo PCA/84 baseia-se nos seguintes pontos:

- estudos teóricos clássicos sobre o comportamento de placas de concreto e modernas análises computacionais empregando elementos finitos;
- ensaios de laboratório e em modelos, sobre comportamento e influência de juntas, sub-bases e acostamentos no desempenho de pavimentos de concreto;
- pistas experimentais, especialmente da AASHO (atualmente AASHTO) e estudos levados a efeito por diversos órgãos rodoviários e aeroportuários; e
- observação metódica de pavimentos em serviço.

Na figura a seguir temos a representação do corte longitudinal.

FIGURA 5– REPRESENTAÇÃO CORTE LONGITUDINAL



(a) Concreto-cimento (corte longitudinal)

Fonte: BERNUCCI et al., 2010

De acordo com IDD (2018d), o método é utilizável no cálculo das espessuras considerando as seguintes premissas:

- pavimentos de concreto simples que não dispõem de espécie alguma de aço, sob nenhuma forma, e têm a entrosagem de agregados como única maneira de transferência de carga entre placas e, por isso mesmo, exigem placas curtas de cerca de 5,0 a 6,0 m de comprimento, mais comumente usada no Brasil;
- pavimentos de concreto simples com barras de transferência, dotados de sistema artificial de transmissão de cargas, formado por barras curtas de aço liso, postada na meia-seção das juntas transversais, e que podem ter comprimento de placa de até uns 9,0 - 12,0 m, muito embora no Brasil não se utilize, normalmente, dessa vantagem;
- pavimentos de concreto com armadura distribuída descontínua, que contam com aço sob forma de armadura distribuída, que se detém antes de cada junta transversal e não tem função estrutural, ou seja, não contribui para aumentar a resistência da placa à flexão, agindo com a exclusiva função de manter fortemente ligadas as fissuras que acaso se formem entre duas juntas transversais seguidas, fato comum nesse tipo de pavimento, cujas placas são de grande comprimento de até 30,0 m (embora 12,0 a 15,0 m sejam mais encontrados), sendo obrigatória a adoção de barras de transferência;
- pavimentos de concreto com armadura distribuída contínua, nos quais não existem juntas transversais de retração e a armadura, bastante pesada, faz com que se tenha boa transmissão de cargas nas fissuras e o comprimento das placas é igual à extensão diária construída, sendo que não há exemplos de utilização dessa forma de pavimento de concreto no Brasil.

2.6.2.1. Estudo do subleito

Com relação ao conhecimento das características do subleito para projetos de pavimentos rígidos, (DNIT, 2005, p. 69) é categórico: “(...) deve ser dada especial

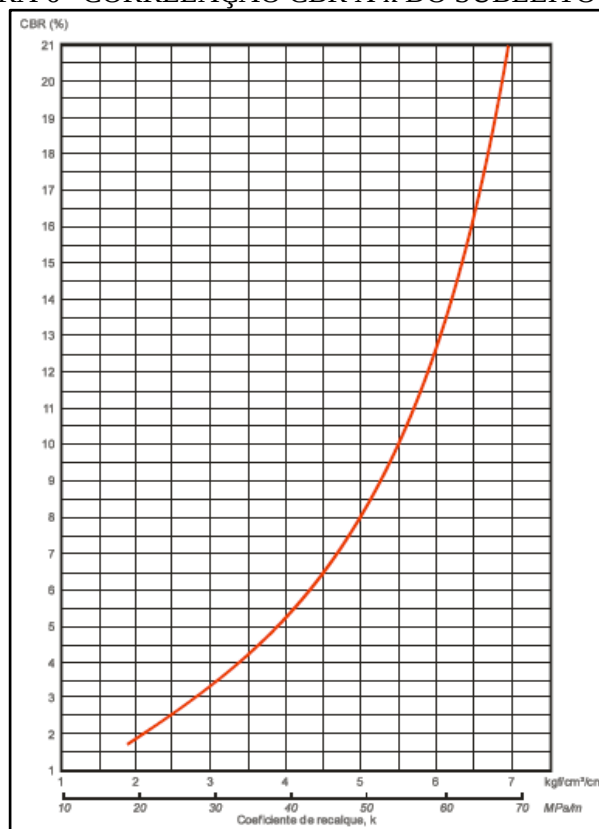
atenção à ocorrência de variações bruscas (...), especialmente à presença de solos expansivos e de camadas espessas de argila mole”.

Complementa, ainda, ao alertar que tal caracterização é fundamental para o dimensionamento da espessura do pavimento, uma vez que, para o correto cálculo, deve-se utilizar o parâmetro relativo ao suporte do subleito conhecido como Coeficiente de Recalque (k), fator de extrema importância na determinação de como os elementos se apoiam sobre o solo e que, normalmente, são obtidos através de ensaios, além de ser utilizado para definir como o solo irá se comportar ainda o caracteriza como uma série de molas elásticas lineares desconectadas, de tal modo que as deformações ocorrem somente onde o carregamento existe. (DNIT,2005)

Determinado em uma prova de carga estática conforme Norma DNIT 055/2004-ME, o Coeficiente de Recalque também pode ser obtido por meio de uma correlação com os valores obtidos do ~~para o~~ ISC/CBR, devendo-se, no entanto, considerar outros fatores de influência, como a experiência regional (DNIT, 2005).

O gráfico da figura 6 apresenta essa correlação.

FIGURA 6– CORRELAÇÃO CBR X k DO SUBLEITO



FONTE: (DNIT,2005)

2.6.2.2. Projeto de sub-base

De geometria delgada, a camada de sub-base tem as seguintes funções (DNIT, 2005):

- uniformizar o suporte existente no decorrer da faixa de rolamento;
- controlar os efeitos das mudanças excessivas de volume dos solos do subleito; e
- erradicar a ocorrência de bombeamento de possíveis finos plásticos existentes no solo de fundação, a qual realiza-se na presença de água em excesso e tráfego de cargas pesadas.

Ainda se complementa que “além de não bombeáveis, as sub-bases sob as placas de concreto não devem ser consolidáveis, recomendando-se para tanto que ela seja pouco espessa” e por fim classifica as sub-bases para pavimentos de concreto-cimento em dois grandes grupos, conforme planilha do quadro 8 (DNIT,2005).

QUADRO 8– TIPOS DE SUB-BASES PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO-CIMENTO

Sub-base para pavimentos de concreto	Sub-bases granulares	Granulometria fechada	
		Granulometria aberta	
	Sub-bases tratadas	Com cimento	Solo-cimento Solo melhorado com cimento Brita graduada tratada com cimento Concreto rolado
		Com outros aditivos	Asfalto Cal Pozolana

FONTE: (DNIT,2005)

Quanto às sub-bases granulares, cujas espessuras variam de 15,0 a 40,0 cm – mas podendo chegar a 10,0 cm quando configurar tráfego de pequeno porte –, elas são subdivididas entre sub-bases de granulometria aberta e fechada (densa), devendo atender a uma das faixas constantes conforme planilha do quadro 9 (DNIT,2005).

QUADRO 9– FAIXAS GRANULOMÉTRICAS RECOMENDADAS PARA BASES

Abertura da Peneira (mm)	Porcentagem passando, em massa (%)					
	A	B	C	D	E	F
50,0	100	100	-	-	-	-
25,0	-	75-95	100	100	100	100
9,5	30-65	40-75	50-85	60-100	-	-
4,75	25-55	30-60	35-65	50-85	55-100	70-100
2,00	15-40	20-45	25-50	40-70	40-100	55-100
0,425	8-20	15-30	15-30	25-45	20-50	30-70
0,075	2-8	5-20	5-15	5-20	6-20	8-25

FONTE: (DNIT,2005)

Com relação às sub-bases estabilizadas com cimento Portland, por meio da planilha do quadro 10 são apresentadas algumas recomendações acerca de faixas granulométricas (representadas nas figuras 7,8 e 9), dosagem, espessuras e utilização ótima de cada tipo (DNIT,2005).

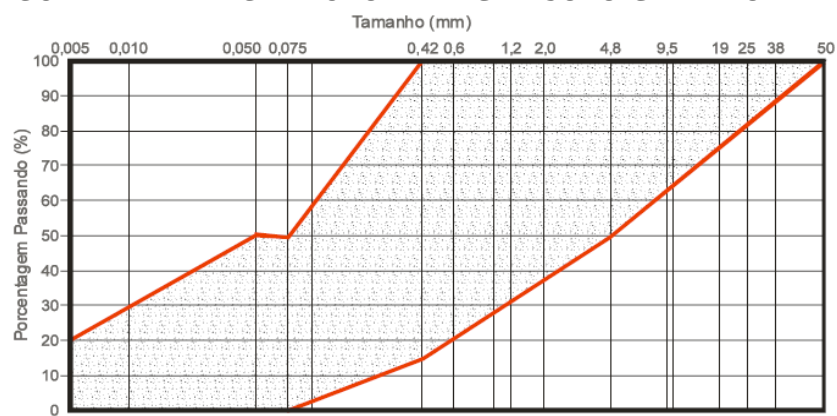
QUADRO 10– RECOMENDAÇÕES DE SUB-BASES ESTABILIZADAS COM CIMENTO

TIPOS DE ESTABILIZAÇÃO	GRANULOMETRIA	DOSAGEM	ESPESSURAS
Solo-cimento	Figura 7	1) Resistência mínima à compressão simples, aos 7 dias, entre 1,4 e 2,1 MPa 2) Consumo mínimo de cimento igual a 5% em massa	Entre 10 e 20 cm
Brita tratada com cimento	Figura 8	1) Resistência mínima à compressão simples, aos 7 dias, entre 3,5 e 5,0 MPa 2) Consumo mínimo de cimento igual a 3% em massa	Entre 10 e 20 cm
Concreto rolado	Figura 9	1) Resistência mínima à compressão simples, aos 7 dias, entre 3,0 e 7,0 MPa 2) Relação cimento:agregado entre 1:15 e 1:22	Entre 7,5 e 15 cm
Solo melhorado com cimento	DNIT 140/2010 - ES	1) CBR $\geq$ 30%, conforme DNIT 140/2010 - ES 2) Consumo mínimo de cimento igual a 3% em massa	Entre 10 e 20 cm

FONTE: ADAPTADO DE (DNIT,2005)

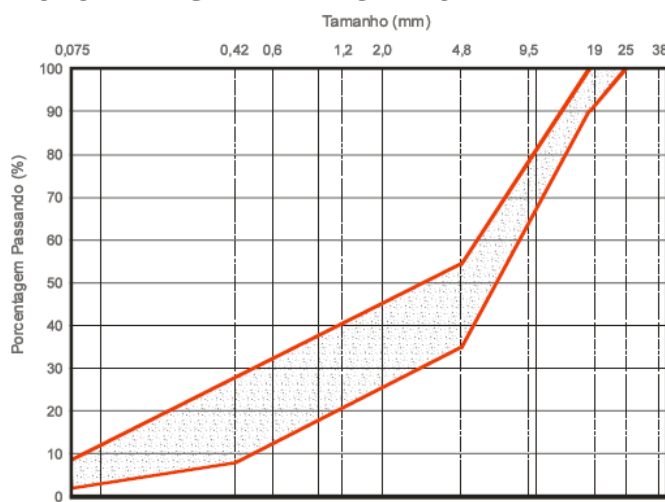
Por fim, deve-se avaliar o Coeficiente de Recalque do sistema subleito/sub-base. O DNIT sugere, ainda: “limitar o valor máximo do Coeficiente de Recalque no topo da sub-base, a ser considerado no cálculo da espessura necessária de concreto, em cerca de 150 MPa/m” (DNIT,2005).

FIGURA 7– FAIXA GRANULOMÉTRICA – SOLO-CIMENTO

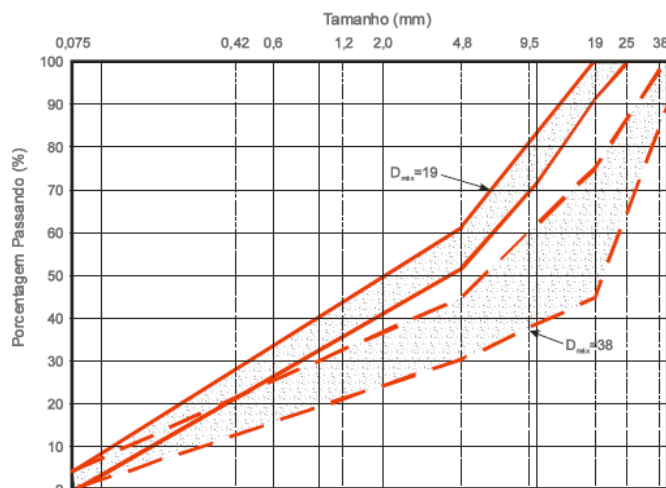


FONTE: (DNIT, 2005).

FIGURA 8– FAIXA GRANULOMÉTRICA – BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO



FONTE: (DNIT, 2005).

FIGURA 9- FAIXAS GRANULOMÉTRICAS–CONCRETO ROLADO D_{máx}:19mm e D_{máx}:38mm

FONTE: (DNIT, 2005).

2.6.2.3. Dimensionamento

Conforme visto anteriormente, o método de dimensionamento de pavimentos de concreto simples, desenvolvido pela *Portland Cement Association* (PCA) em 1966, foi incrementado, a partir de 1984 pela mesma associação, com a introdução de novos conceitos, relacionados à análise estrutural de elementos finitos (DNIT, 2005).

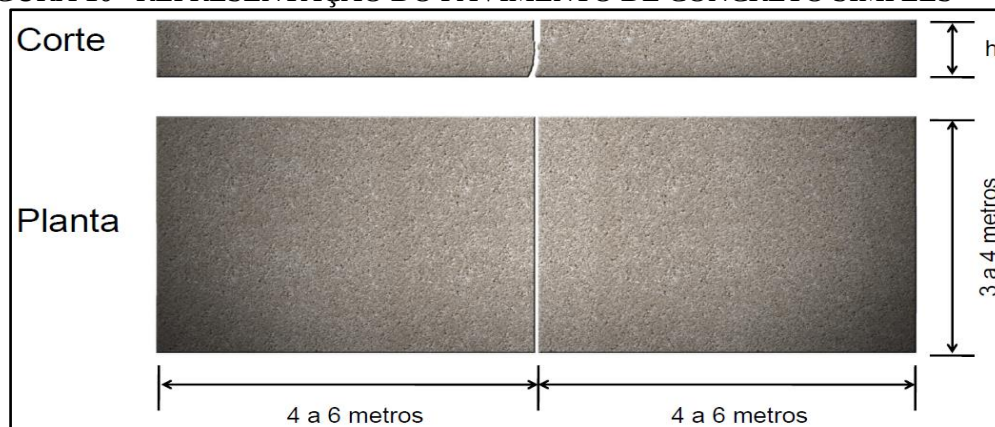
Embora largamente adotado no Brasil, a versão de 1966 tem se tornado cada vez mais obsoleta em face da aplicabilidade da versão de 1984, já que esta, não obstante seja relativamente nova e ainda sem o amparo da experiência, engloba soluções desde pavimentos de concreto simples e com barras de transferência até modelos dotados de armadura distribuída, descontínua ou contínua, sem função estrutural (DNIT, 2005).

A Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) caracteriza os tipos de pavimento em que podem-se determinar as espessuras das placas de concreto-cimento, a saber: (ABCP,2015)

- 1) pavimentos de concreto simples: são caracterizados por não apresentarem qualquer tipo de aço em suas composições, de modo que a única forma de

transferência de cargas entre as placas é por meio do entrosamento entre os agregados, exigindo, assim, placas curtas (geralmente, entre 5,0 e 6,0 m no Brasil), conforme representação na figura 10.

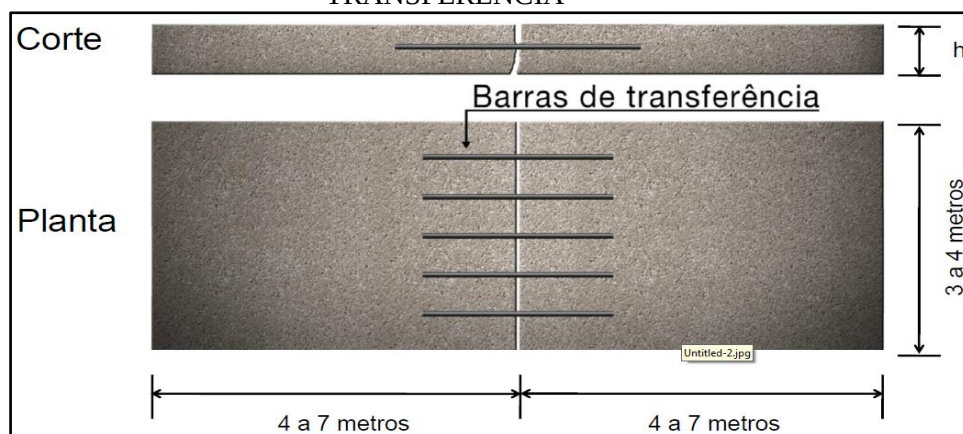
FIGURA 10– REPRESENTAÇÃO DO PAVIMENTO DE CONCRETO SIMPLES



FONTE: (ABCP,2015)

2) pavimentos de concreto simples com barras de transferência: barras curtas de aço liso formam um sistema de transferência de carregamentos, sendo elas dispostas à meia-seção das juntas transversais. As placas podem ter comprimentos de até 12,0 m, conforme figura 11, embora tais extensões sejam raras em território brasileiro.

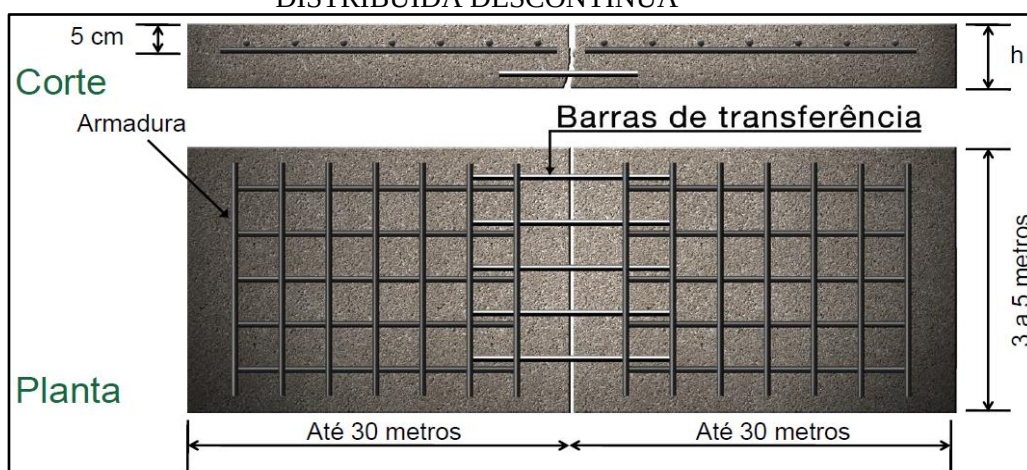
FIGURA 11– ESQUEMA DO PAVIMENTO DE CONCRETO SIMPLES COM BARRAS DE TRANSFERÊNCIA



FONTE: (ABCP, 2015)

3) pavimentos de concreto com armadura distribuída descontínua: com placas podendo chegar a 30,0 m de comprimento, esse tipo de pavimento possui barras de aço sob a forma de armadura distribuída, conforme ilustra a figura 12. Esta, interrompida antes de cada junta transversal, não possui função estrutural, mas apenas de manter as fissuras conectadas, cuja ocorrência é bastante comum. É importante ressaltar, ainda, que a presença de barras de transferência é obrigatória nessas estruturas.

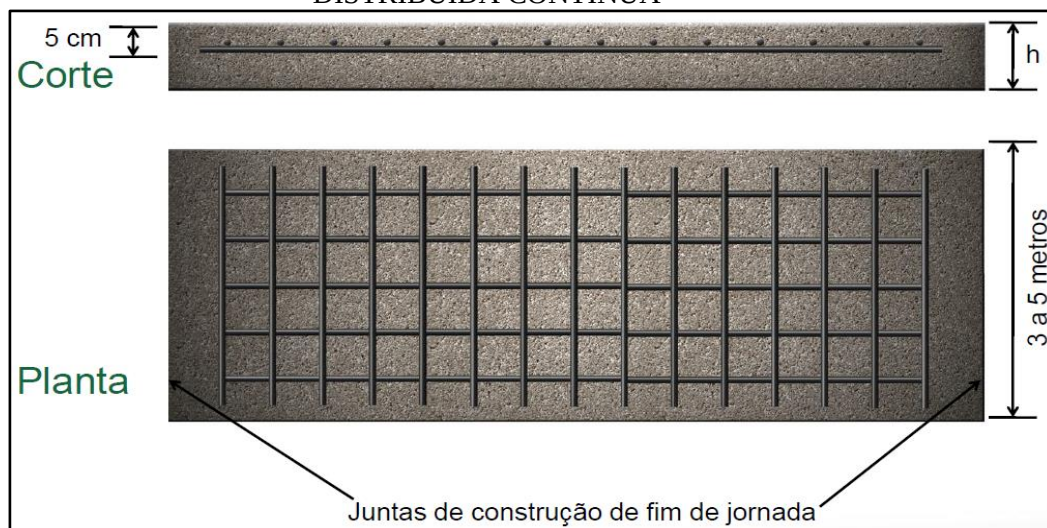
FIGURA 12– REPRESENTAÇÃO DO PAVIMENTO DE CONCRETO COM ARMADURA DISTRIBUÍDA DESCONTÍNUA



FONTE: (ABCP, 2015)

4) pavimentos de concreto com armadura distribuída contínua: caracterizam-se por não possuírem juntas transversais de retração, conforme figura 13, sendo que os comprimentos das placas variam de acordo com a produção diária da equipe de execução. A armadura, por sua vez, garante boa transmissão do carregamento devido à alta taxa de distribuição. Seu uso é raríssimo no Brasil.

FIGURA 13– REPRESENTAÇÃO DO PAVIMENTO DE CONCRETO COM ARMADURA DISTRIBUÍDA CONTÍNUA

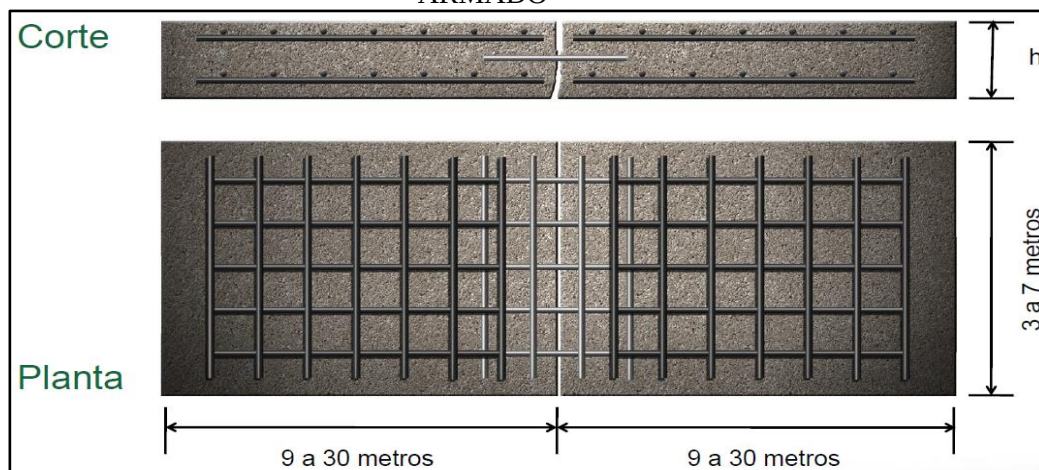


FONTE: (ABCP, 2015)

Ademais, a ABCP cita mais duas alternativas de construção, cujas armaduras constituintes têm função estrutural, ou seja, são elas quem resistem aos esforços solicitantes: (ABCP, 2015)

1) pavimentos de concreto estruturalmente armado: compostos por juntas transversais (com barras de transferência) e longitudinais, as placas podem variar de 9,0 a 30,0 m de comprimento, caracterizando-se, ainda, por espessuras inferiores às calculadas para o concreto simples, conforme a representação na figura 14.

FIGURA 14– REPRESENTAÇÃO DO PAVIMENTO DE CONCRETO ESTRUTURALMENTE ARMADO



FONTE: (ABCP,2015)

2) pavimentos de concreto protendido: dotados de juntas especiais de construção (transversais e longitudinais), tais pavimentos são dimensionados com base nos critérios clássicos de cálculo de concreto protendido, resultando, também, em espessuras inferiores às calculadas para o concreto simples.

O Método PCA/84 adota, além dos já citados modelos de ruína por fadiga e/ou erosão, outros parâmetros chaves para o correto dimensionamento da espessura das placas de concreto (DNIT, 2005):

- a) Presença de juntas transversais de retração: em se tratando de danos por erosão, a eficácia do sistema de transferência de carga (entre placas e/ou entre placa e acostamento) é fator determinante no comportamento do pavimento;
- b) Distribuição do tráfego: são consideradas solicitações calculadas na borda e em direção ao interior da placa, tendo em vista que é muito pequeno o número de caminhões que transitam junto à borda longitudinal de um pavimento;

- c) características do concreto: considera-se o ganho de resistência à tração na flexão do concreto aos 28 dias, para um período de projeto de 20 anos;
- d) acostamentos de concreto: a presença desses elementos pode representar uma redução de até 4 cm na espessura de uma placa;
- e) sub-bases tratadas com cimento: podem reduzir em até 3 cm a espessura do pavimento, uma vez que resultam em altos valores de suporte, não são bombeáveis e nem virtualmente sujeitas à erosão;
- f) barras de transferência: suas implantações podem gerar uma economia de até 5 cm na espessura da placa; e
- g) Fatores de segurança para as cargas (FSC) conforme planilha do quadro 11.

QUADRO 11– FATORES DE SEGURANÇA PARA AS CARGAS (FSC)

Tipo de Pavimento	FSC
– para ruas com tráfego com pequena porcentagem de caminhões e pisos em condições semelhantes de tráfego (estacionamentos, por exemplo)	1,0
– para estradas e vias com moderada frequência de caminhões	1,1
– para altos volumes de caminhões	1,2
– pavimentos que necessitem de um desempenho acima do normal	Até 1,5

FONTE: (DNIT, 2005)

O primeiro passo para o dimensionamento da espessura do pavimento rígido é calcular o carregamento que irá atuar na estrutura durante o período de projeto, com base no número de eixos totais por classe de carga. Em seguida, adotando-se o Método PCA/84, com base nas composições de eixos, na utilização ou não de acostamentos de concreto e no tipo das juntas, determinarem-se as tensões equivalentes e os fatores de erosão, e efetuarem-se as análises de fadiga e por erosão (DNIT,2005).

Assim, o roteiro a ser seguido é:

- 1) definir os parâmetros de dimensionamento;

- 2) adotar uma espessura inicial – em geral, usa-se 23 cm como ponto de partida;
- 3) com a espessura adotada (H) e o coeficiente de recalque do sistema (k), determinar as tensões equivalentes (σ_e) e os Fatores de Erosão (FE) por meio de um dos quadros mencionados;
- 4) calcular os Fatores de Fadiga (FF) dividindo σ_e pela resistência de projeto (f_{ctmk});
- 5) com FF e as cargas por eixos simples e tandem duplos, determinar as repetições admissíveis por meio da Figura A (anexo);
- 6) com FE e as cargas por eixos simples e tandem duplos, determinar as repetições admissíveis por meio das Figuras B (sem acostamento) ou C (com acostamento);
- 7) dividindo-se as repetições esperadas pelas admissíveis correspondentes, realizar as análises por fadiga e por erosão, ou seja, determinar as porcentagens de resistência à fadiga consumida e o dano por erosão;
- 8) somar as porcentagens de fadiga e de erosão correspondentes de cada carga e comparar com o índice 100% nas seguintes condições;
 - se o somatório for superior a 100%, a espessura é insuficiente e, assim, deve-se aumentá-la, repetindo-se todo o procedimento até que o resultado seja satisfatório; e
 - se o somatório for inferior a 100%, a espessura é suficiente, porém, devem-se realizar tantos procedimentos quantos forem necessários até que o somatório resulte o mais próximo possível de 100%, para um ou para os dois requisitos; quanto mais próximo a zero, mais a placa estará superdimensionada.

2.6.3 Pavimento intertravado

De acordo com Marchioni (2012), o pavimento intertravado é constituído por uma estrutura formada de sub-base e base, camada de assentamento e por fim, o revestimento com blocos pré-moldados de concreto de cimento Portland.

É definido como um pavimento flexível, porém de acordo com Guide Technique (1994) apud Machado (2015), esse termo pode ser considerado tecnicamente incoerente já que o pavimento flexível é formado por material viscoelástico

(revestimento asfáltico), o qual transmite tensões às camadas mais profundas, diferente do pavimento intertravado, onde o revestimento de peças pré-moldadas absorve e propaga para as outras peças as solicitações.

Em outras palavras, de acordo com Muller (2005) as camadas que constituem o pavimento intertravado, são responsáveis por distribuir a tensão normal vertical aplicada do revestimento, assegurando que as tensões sejam reduzidas quando chegarem ao subleito.

2.6.3.1 Sub-base e base

Conforme definição da especificação de serviço DNIT 139 (2010), a sub-base estabilizada granulometricamente é a camada que possui as mesmas funções e é complementar à base, sendo executada acima do subleito, constituída por materiais britados, solos e misturas de solos, devendo esses apresentarem $ISC/CBR \geq 20\%$ e expansão $\leq 1\%$. Já a camada de base, conforme especificação de serviço do DNIT 141 (2010), deve suportar e distribuir para a camada subjacente esforços verticais à que for solicitada, além de impedir deformações e deteriorações, sendo que esse material granular adotado, deve possuir as seguintes condições:

- 1) $ISC/CBR \geq 60\%$ se $N \leq 5 \times 10^6$;
- 2) $ISC/CBR \geq 80\%$ se $N > 5 \times 10^6$; e
- 3) expansão $\leq 0,5\%$.

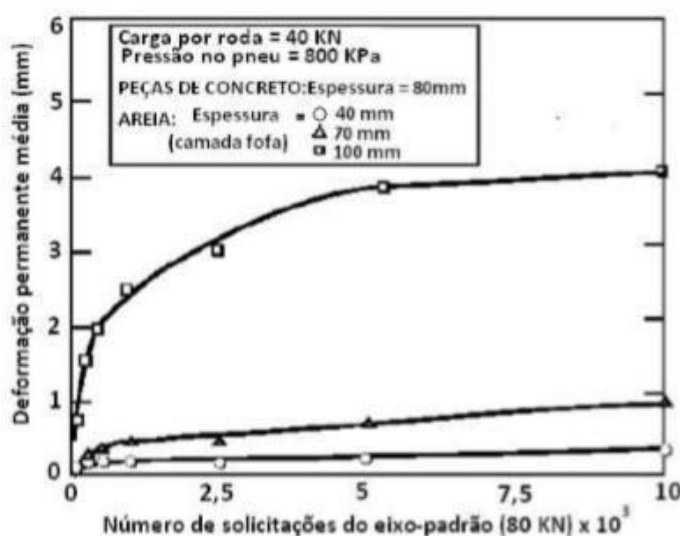
2.6.3.2 Camada de assentamento

Definida pela Portland (2010) como “camada composta por material granular, com distribuição granulométrica definida, que tem a função de acomodar as peças de concreto, proporcionando correto nivelamento do pavimento, permitindo variações na espessura das peças de concreto”.

Shackel (1990) apud Machado (2015) ressalta a importância da espessura da camada de assentamento nas deformações do pavimento. Em estudos, feitos pelo autor

em um simulador de veículos pesados, pode-se observar, no gráfico da figura 15, uma elevação nas deformações permanentes médias no pavimento, com o aumento da espessura da camada de assentamento, para um número de solicitações do eixo padrão de $80\text{KN} \times 10^3$.

FIGURA 15- EFEITO DA ESPESSURA NO DESEMPENHO DO PAVIMENTO



FONTE: SHACKEL (1990) APUD MACHADO (2015, P. 14).

Ainda de acordo com Shackel (1990) apud Machado (2015), é importante enfatizar que uma redução drástica na espessura, ainda que reduza as deformações, pode resultar na ruptura dos blocos.

No que se refere à camada de assentamento (areia), Carvalho (1998) enfatiza que sua composição deve conter no máximo 5% de silte e argila, e no máximo 10% do material pode ficar retido na peneira com abertura de 4,8mm, recomendando ainda, que se enquadre na faixa granulométrica conforme consta no Quadro 12.

QUADRO 12- FAIXA GRANULOMÉTRICA PARA CAMADA DE ASSENTAMENTO

Abertura da Peneira (mm)	% passante em massa
9,5	100
4,8	95 a 100
1,2	50 a 85
0,6	25 a 60
0,3	10 a 30
0,15	5 a 15
0,075	0 a 10

FONTE: (CARVALHO, 1998).

2.6.3.3 Rejuntamento

Em concordância com Portland (2010), a areia de rejuntamento é responsável por transferir os esforços de uma peça para outra, permitindo que o arranjo formado, trabalhe em conjunto, e suporte as ações solicitantes do tráfego. No que se refere à execução, a areia deve ser fina e sem umidade, permitindo sua disposição na parte superior das juntas após a colocação das peças, devendo essa ter uma espessura de 2,0 a 5,0 mm, sendo importante salientar, que na parte inferior das juntas, a camada de assentamento atuará como rejuntamento.

A planilha do quadro 13 mostra as faixas granulométricas na qual deve se encaixar a areia de rejuntamento, utilizada em pavimentos intertravados no Canadá, Austrália e África do Sul (HALLACK, 1998 apud MULLER, 2005).

QUADRO 13- FAIXAS GRANULOMÉTRICAS EM ALGUNS PAÍSES

Granulometria Para Rejuntamento das PPC					
Peneiras (mm)	Areia Natural	Areia Artificial	Canadá	Austrália	África do Sul
% passante					
4,75	100	100	100	100	100
2,36	95 a 100	95 a 100	95 a 100	100	100
1,18	70 a 100	70 a 100	90 a 100	90 a 100	90 a 100
0,60	40 a 75	40 a 100	35 a 80	60 a 100	60 a 100
0,30	10 a 35	20 a 40	15 a 50	30 a 60	30 a 60
0,150	2 a 15	10 a 25	2 a 15	15 a 30	15 a 30
0,075	0 a 1	0 a 1	0	5 a 10	5 a 10

FONTE: HALLACK (1998) APUD MULLER (2005, P.28)

2.6.3.4 Blocos pré-moldados

O revestimento do pavimento intertravado é executado com peças de concreto de cimento Portland pré-moldadas, que possuem função estrutural, devido à rigidez do concreto e o intertravamento das peças, formando a camada de rolamento, que deve ser capaz de suportar as tensões e cargas do tráfego, e ainda, oferecer conforto e durabilidade ao pavimento. (CRUZ, 2003) (MULLER, 2005).

2.6.3.5 Formato das peças de concreto

Conforme Maciel (2007, p. 4):

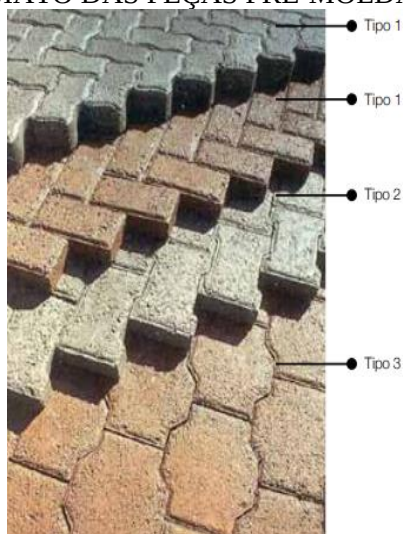
“As formas dos blocos são projetadas para permitir elevada transferência de carga entre o que estiver sendo carregado e os adjacentes, por meio do contato entre as faces (intertravamento), onde se processa o alívio de tensões transmitidas ao subleito e camadas do pavimento”.

Os formatos dos blocos de concreto podem ser elencados em três tipos básicos, considerados os mais usuais e acessíveis no Brasil. (PORTLAND, 2010) (NBR 9781) (HALLACK, 1998 apud MULLER, 2005)

- 1) Tipo 1, possuem formas retangulares, com faces laterais retas, poliédricas ou curvilíneas, permitem facilidade na produção e execução, inclusive na criação de detalhes no pavimento sendo suas dimensões mais usuais 20,0 cm (comprimento) x 10,0 cm (largura), podendo ser assentadas em fileiras ou “espinha-de-peixe”;
- 2) Tipo 2, de modo geral, apresentam formato “I”, as proporções de assemelham ao Tipo 1, porém se entrecruzam apenas em dois lados, permitindo apenas o assentamento em fileiras; e
- 3) Tipo 3, apresentam com formatos geométricos particulares como trapézio, hexágono, triedros, entre outros, sendo que dessa forma, são assentados geralmente em um mesmo modelo, nem sempre formando fileiras de fácil visualização, ainda possuindo tamanhos e conseqüentemente pesos maiores que os dos tipos 1 e 2, por isso não podem ser carregados apenas com uma mão.

Na figura 16 é possível visualizar os três tipos de formatos citados anteriormente.

FIGURA 16– FORMATO DAS PEÇAS PRÉ-MOLDADAS DE CONCRETO



FONTE: (PORTLAND, 2010).

De acordo com Muller (2005), não é unânime entre os pesquisadores a influência do formato das peças no desempenho ou distribuição dos esforços. Conforme Portland (1999), o formato dos blocos é irrelevante no desempenho e função do pavimento.

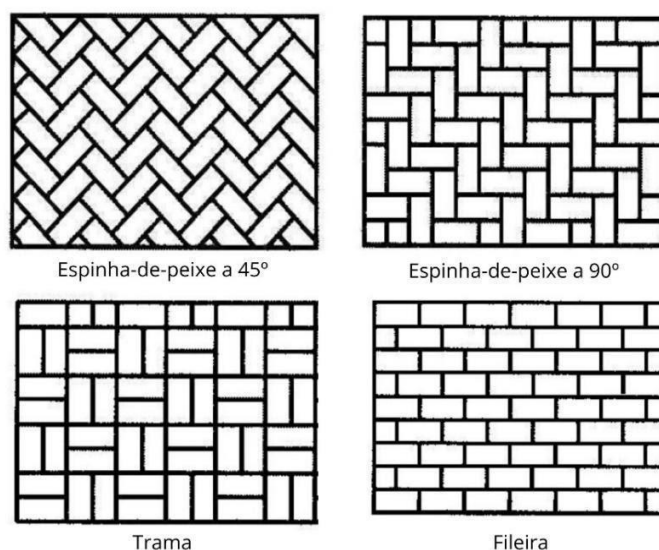
Entretanto, para Shackel (1990) apud Muller (2005) existe um melhor intertravamento entre as peças segmentadas, portanto, uma melhor distribuição dos esforços, demonstrando menores deformações na trilha de roda, e também redução nas deformações horizontais, em concordância.

Maciel (2007) também afirma que o uso de peças segmentadas tipo 1 (PAVIS-S), impede deslocamentos, já que ocorre uma melhor e maior distribuição das cargas horizontais aplicadas em uma única peça, para as peças adjacentes, por conta do intertravamento efetivo possibilitado pelos encaixes desse formato.

2.6.3.6 Arranjo de assentamento

Os arranjos podem ser em fileiras, trama ou espinha-de-peixe conforme ilustração da figura 17. O modelo espinha-de-peixe apresenta um melhor desempenho no que se refere à deformação permanente, devido ao intertravamento horizontal. (PORTLAND, 2010)

FIGURA 17- ARRANJOS DE ASSENTAMENTO



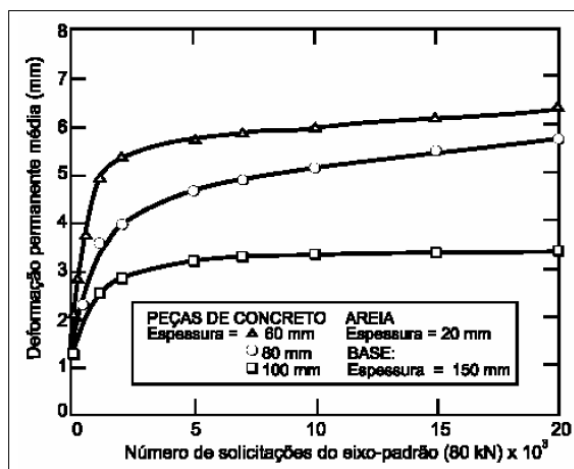
FONTE: (PORTLAND,2010)

2.6.3.7 Espessura das peças de concreto

Como indicado por Portland (2010), as espessuras padrões das peças variam entre 6,0 cm, 8,0 cm ou 10,0 cm, sendo possível seu dimensionamento, no procedimento do trabalho apresentado pela *British Cement Association* (BCA) e adaptado pela ABCP no Estudo técnico nº 27

Em estudos mais antigos, realizados por Knapton (1976) apud Muller (2005) o mesmo afirma que a espessura das peças pré-moldadas de concreto, não possuem influência relevante no comportamento estrutural e funcional dos pavimentos, porem estudos mais recentes relatados por SHACKEL (1990) apud Muller (2005), ensaios realizados em um simulador de tráfego pesado, mostraram uma redução nas deformações, com aumento na espessura de 6,0 cm para 8,0 cm, e de 8,0 cm para 10,0 cm. No gráfico da figura 18 é possível analisar os resultados obtidos pelo autor citado.

FIGURA 18- DEFORMAÇÃO PERMANENTE EM FUNÇÃO DO AUMENTO DA ESPESSURA



FONTE: SHACKEL (1990) APUD MULLER (2005, P. 12).

Outro fator importante, citado por Cruz (2003), é a tolerância dimensional, já que a variação nas dimensões entre as peças pode impedir o encaixe durante a aplicação do arranjo determinado em projeto, comprometendo o alinhamento, assentamento e manutenção das peças. As tolerâncias dimensionais são normatizadas pela NBR 9781 (2013), conforme consta no quadro 14.

QUADRO 14- TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS DAS PEÇAS

Comprimento	Largura	Espessura
± 3	± 3	± 3

FONTE: (NBR 9781, 2003)

2.6.3.8 Resistência das peças

Os blocos de concreto usualmente são divididos em duas categorias. Para tráfego leve, médio e pesado, a resistência à compressão simples recomendada deve ser de 35,0 Mpa. Já para tráfegos especiais, com grandes carregamentos, como aeroportos e indústrias são recomendados blocos com resistência de 50,0 MPa. (NBR 9781, 1987). Tais propriedades devem ser verificadas em laboratório, devendo possuir uma resistência que assegure capacidade de suportar as cargas de tráfego, e também de manuseio durante a execução, fabricação e utilização. (CRUZ, 2003).

2.7. CUSTOS

O Departamento de Estradas de Rodagem do Paraná foi criado em 1946, por meio do decreto de Lei nº 547, como pessoa jurídica com autonomia jurídica e financeira (DER/PR, 2021).

O referencial de custos de Obras Rodoviárias do órgão rodoviário estadual é de responsabilidade da Coordenadoria de Custos e Orçamento que faz parte da Diretoria Técnica, a qual compete, dentre diversas atribuições: pesquisar periodicamente os custos de materiais, equipamentos, salários e índices econômicos, atualizar cadastros de fornecedores de materiais e equipamentos rodoviários, elaborar orçamentos de serviços e obras, estabelecer critérios para composição de custos unitários, revisar e atualizar periodicamente as produções dos equipamentos, elaborar periodicamente tabelas de custos rodoviários com atualização dos preços unitários em função dos métodos construtivos e por fim revisar os critérios da elaboração da tabela de preços (DER/PR, 2021).

A Tabela Referencial de custos é atualizada de forma periódica, sendo a sua última versão com a data base de 15/01/2021, aprovado pelo Conselho Diretor do Departamento, sendo a vigência do Referencial a partir da data de 27/04/2021. (DER/PR, 2021).

A escolha do tipo de rodovia a ser construída e suas características, dependem dos custos e benefícios gerados. Assim sendo, segundo o DER (DER/PR, 2006) para o desenvolvimento de orçamentos de infraestrutura viária é necessário, primeiramente, a definição de um quadro de quantidades, com serviços codificados através de um referencial de preços e distâncias de transportes de materiais.

2.7.4 Quadro de quantidades

Segundo DER (DER/PR,2006), no quadro de quantidades são descritos os procedimentos para apresentação dos serviços bem como possíveis particularidades a respeito dos serviços apresentados. Além das quantidades de materiais e serviços a serem utilizados em cada item do projeto em estudo.

2.7.5 Distâncias Médias de Transporte – DMT

Conforme DER/PR (2006) as distâncias médias de transporte são consideradas sempre no sentido do destino para a origem. As diferentes situações de posicionamento de jazidas (brita, areia, solos, etc...) ou fornecedores (fábricas, depósitos e jazidas comerciais) relativas ao trecho devem ser apresentadas em esquemas, onde deve-se abranger todas as variações de DMT.

Para minimizar o custo com transporte, o planejamento da obra deve prever a localização de usinas e jazidas, levando em conta os condicionantes particulares de cada serviço e das fontes de materiais.

2.7.5.1 Transporte local

São distâncias (DMT) de até 30,0 km somando percurso pavimentado e não pavimentado (DER/PR,2006).

2.7.5.2 Transporte comercial

São distâncias (DMT) excedente a 30,0 km somando percurso pavimentado e não pavimentado (DER/PR,2006).

2.7.5.3 Transporte de materiais asfálticos

Os materiais asfálticos dos tipos Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP), Asfalto Diluído de Petróleo (ADP) Emulsões Asfálticas (EA) o transporte até a usina ou trecho é remunerado pelas equações de transporte de asfalto a quente ou a frio independentemente do valor da DMT ou tipo de rodovia trafegada. (DER/PR, 2006)

Para o cálculo das DMT deve ser considerado o itinerário e o tipo de rodovia a ser percorrida. A planilha do quadro 15 apresenta o custo referencial de transporte referente ao mês de janeiro de 2021 (DER/PR, 2006)

QUADRO 15– CUSTO REFERENCIAL DE TRANSPORTE

Código	Descrição do Serviço	Unidade	Fórmula de transporte (R\$/T)
972000	Comercial - caminhão basculante	t	$0,56x_1 + 0,68x_2$
972100	Local - caminhão basculante	t	$0,56x_1 + 0,68x_2 + 1,42$
972200	Comercial - caminhão carroceria	t	$0,41x_1 + 0,49x_2$
972300	Local - caminhão carroceria	t	$0,41x_1 + 0,49x_2 + 4,14$
973000	Local - massa a quente - caminhão basculante	t	$0,56x_1 + 0,68x_2 + 3,41$
973100	Local - massa a frio - caminhão basculante	t	$0,56x_1 + 0,68x_2 + 2,84$
974000	Material asfáltico a quente	t	$0,57x + 27,79$
974100	Material asfáltico a frio	t	$0,51x + 25,01$

FONTE: (DER/PR, 2021)

Onde:

- DMT: Distância Média de Transporte (fórmula de transporte)
- x1: Distância em rodovia pavimentada

- x2: Distância em rodovia não pavimentada;

3. MÉTODO DE PESQUISA

3.1 APRESENTAÇÃO DO PROJETO

O segmento da presente pesquisa refere-se a uma estrada rural denominada Estrada da Lagoa localizada no município de Araucária, cidade da Região Metropolitana de Curitiba no Estado do Paraná, sob responsabilidade da Prefeitura Municipal, apresentando as seguintes características:

- a) Extensão = 2990,60 m;
- b) Largura da plataforma = 7,00 m;
- c) Área de pavimentação do pavimento a ser executada = 20.934,20 m²

A Estrada da Lagoa, também conhecida como “Estrada do Matadouro”, é uma via municipal rural, que se encontrava com revestimento primário sendo que o tráfego de veículos é caracterizado principalmente pelo escoamento da produção agrícola local e circulação de moradores da região.

Na figura apresentada a seguir, identifica-se o município de Araucária dentro do estado do Paraná.

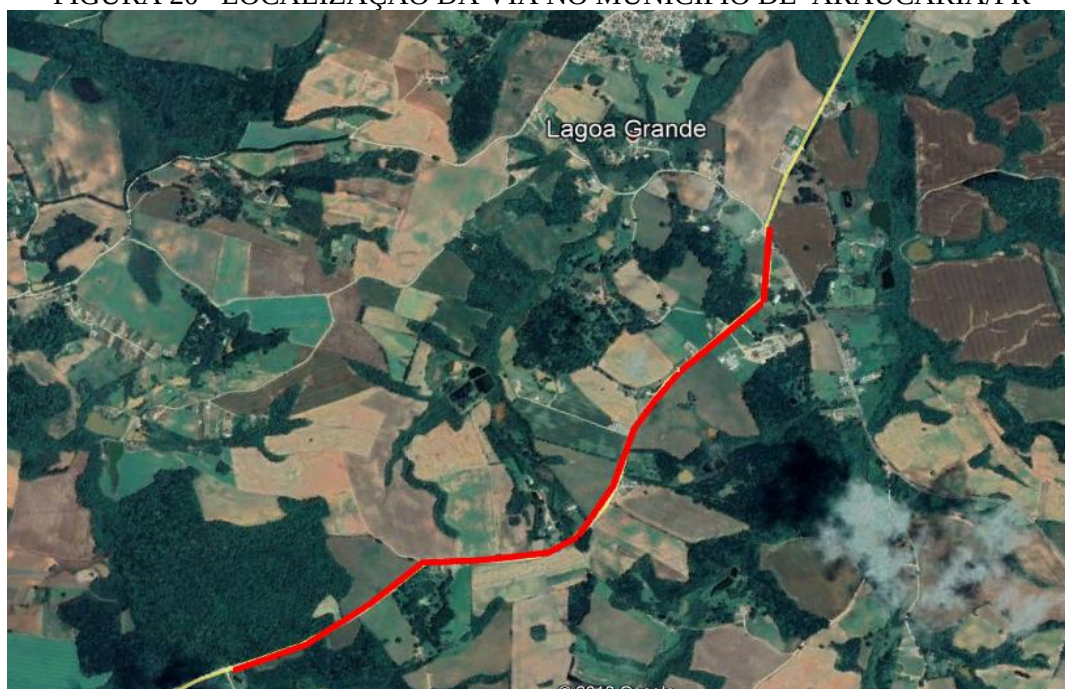
FIGURA 19– MAPA DO PARANÁ COM LOCALIZAÇÃO DE ARAUCÁRIA



FONTE (MPPR,2021)

No mapa apresentado na figura 20, a via em questão está destacada em vermelho.

FIGURA 20– LOCALIZAÇÃO DA VIA NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA/PR



FONTE: (GOOGLE EARTH, 2021)

3.1.1 Ensaios de laboratório

Foram executadas 14 (quatorze) sondagens a trado, denominadas ST 01 a 14, distribuídas ao longo do segmento em análise. Essas foram amarradas em campo, através da determinação das coordenadas geográficas de cada ponto de sondagem, tendo sido empregado para este fim GPS de navegação, marca Garmin, modelo Etrex 10. O aparelho foi configurado para operar em coordenadas UTM no sistema WGS 84 e em relação ao norte verdadeiro, possibilitando a obtenção das coordenadas dos pontos de sondagem programados com a precisão do equipamento. As sondagens foram executadas com trado helicoidal de 20,0 cm (8") de diâmetro, até a profundidade de 1,50 m.

Todas as camadas identificadas foram descritas tátil e visualmente em campo. Para a execução de ensaios laboratoriais, foram coletadas amostras representativas do perfil identificado até a profundidade de 1,50 m.

A planilha da tabela 1 traz o resumo dos ensaios de laboratório, que foram executados pela empresa Paraná Solos contratado e cedido para este estudo pela Secretaria de Obras da Prefeitura Municipal de Araucária.

TABELA 1- RESUMO DOS ENSAIOS DE LABORATÓRIO

ENSAIOS DE LABORATÓRIO DO MATERIAL COLETADO AO LONGO DA ESTRADA DA LAGOA GRANDE EM ARAUCÁRIA, PR											
AMOSTRAGEM		GRANULOMETRIA %			ÍNDICES FÍSICOS (%)			IG	CLASSIF. TRB	RESISTÊNCIA	
NÚMERO	LADO	nº 10	nº 40	nº 200	LL	LP	IP			CBR%	EXP.
ST-01	DIREITO	96,90	80,20	65,60	41,00	34,00	7,00	6	A5	4,80	3,00
ST-02	ESQUERDO	99,00	84,30	60,30	36,00	25,00	11,00	5	A6	12,60	0,50
ST-03	DIREITO	98,40	89,50	78,80	54,00	35,00	19,00	14	A7-5	10,40	1,20
ST-04	ESQUERDO	99,70	90,00	72,50	55,00	37,00	18,00	13	A7-5	17,50	0,40
ST-05	DIREITO	97,20	86,20	75,50	44,00	32,00	12,00	9	A7-5	10,40	0,70
ST-06	ESQUERDO	99,30	91,30	78,30	38,00	27,00	11,00	8	A6	4,20	2,80
ST-07	DIREITO	97,70	89,20	82,40	56,00	32,00	24,00	16	A7-5	9,20	0,60
ST-08	ESQUERDO	98,70	84,50	62,70	43,00	32,00	11,00	6	A7-5	4,80	1,90
ST-09	DIREITO	97,80	85,30	69,00	68,00	46,00	22,00	15	A7-5	6,20	1,50
ST-10	ESQUERDO	99,10	83,30	67,40	48,00	39,00	9,00	7	A5	5,10	1,90
ST-11	DIREITO	97,90	81,50	65,40	51,00	35,00	16,00	10	A7-5	13,00	3,00
ST-12	ESQUERDO	90,90	71,40	52,00	35,00	30,00	5,00	3	A4	7,60	1,00
ST-13	DIREITO	98,20	80,70	64,80	41,00	34,00	7,00	6	A5	5,00	1,20
ST-14	ESQUERDO	84,70	64,50	43,60	33,00	28,00	5,00	1	A4	4,20	0,60
MEDIAS										8,21	1,45
DESVIO PADRÃO DA POPULAÇÃO										4,10	0,94
CBR _{MÍNIMO} e EXPANSÃO _{MAX}										6,80	1,77

FONTE: (OS AUTORES, 2021)

Todas as planilhas dos ensaios laboratoriais que propiciaram o presente resumo estão inseridas no Apêndice A.

As amostras coletadas através das sondagens a trado foram encaminhadas ao laboratório e submetidas a ensaios de análise granulométrica por peneiramento, determinação dos limites de plasticidade e liquidez, índice de plasticidade, compactação na energia do Proctor Normal e determinação do ISC/CBR.

Depois de registradas, as amostras foram secas ao sol, sendo para isto espalhadas em tabuleiros de madeira e constantemente aeradas.

Quando secas, foram destorroadas manualmente, peneiradas e devidamente quarteadas para compor a amostra padrão.

Os ensaios foram executados com amostras virgens, sem reuso, e seguiram, sempre que possível, as diretrizes preconizadas pelo DNIT. Abaixo estão discriminadas as normativas mais recentes publicadas pelo órgão:

- DNER-ME 041/94: Solos - preparação de amostras para ensaios de caracterização;
- DNER-ME 080/94: Solos - análise granulométrica por peneiramento;
- DNER-ME 082/94: Solos - determinação do limite de plasticidade;
- DNER-ME 122/94: Solos - determinação do limite de liquidez;
- DNIT 164/2013-ME: Solos - compactação utilizando amostras não trabalhadas;
- DNIT 172/2016-ME: Solos - Determinação do CBR/ISC utilizando amostras não trabalhadas.

Seguindo as diretrizes estabelecidas pelo DNIT (DNIT, 2006), para definição do ISC/CBR mínimo e da expansão máxima, utilizou-se o seguinte plano de amostragem para a análise estatística dos ensaios:

$$X_{m\acute{a}x} = \underline{X} + \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}} \quad \text{adotada para cálculo da expansão máxima}$$

$$X_{\min} = \underline{X} - \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}} \quad \text{adotada para cálculo do ISC/CBR mínimo}$$

$$\underline{X} = \frac{\sum X}{N} \quad \text{adotada para a média aritmética simples}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \underline{X})^2}{N-1}} \quad \text{adotada para o desvio-padrão amostral}$$

3.1.2 Estudos de tráfego

A planilha da tabela 2 mostra as contagens classificatórias/volumétricas, realizadas pela Prefeitura Municipal de Araucária no ano de 2019 com o respectivos Veículos Diários Médios (VDM), considerando automóveis/utilitários, ônibus e caminhões gentilmente fornecidas para a realização da pesquisa.

TABELA 2– DEPURAÇÃO DAS CONTAGENS									
CONTAGENS CLASSIFICATÓRIAS/VOLUMÉTRICAS									
Rodovia: Estrada da Lagoa Grande no município de Araucária, PR									
AMBOS OS SENTIDOS							TOTAIS		
DIAS DO MÊS	PERÍODO/ HORÁRIO	Automóveis e Utilitários	Ônibus III-2	Caminhões I-2 I-3 I-12			Automoveis e Utilitários	Ônibus e Caminhões	Total Geral
17/10/2019	10:00 - 17:00	156	16	31	78	16	156	141	297

FONTE: (OS AUTORES, 2021)

3.1.2.1 Correções sazonais

Foi considerado como sendo valor igual a 1 (hum) para o cálculo do Tráfego Médio Diário Anual (TMDA).

3.1.2.2 Fator de Veículo

A planilha da tabela 3 mostra os cálculos dos Fatores de Veículos (FV) da frota pesquisada considerando que o ônibus da configuração III-2 da Portaria 63/2009 do DENATRAN trafega com 80% da carga legal, 20% da carga legal mais a tolerância de 10% permitida pela Resolução 526/2015 do CONTRAN, os caminhões rígidos das configurações I-2 e I-3 da Portaria 63/2009 do DENATRAN com 60% da carga legal, 30% da carga legal mais a tolerância de 10% permitida pela Resolução 526/2015 do CONTRAN e 10 % de carga vazia e o caminhão semi-reboque da configuração I-12 da Portaria 63/2009 do DENATRAN com 20% da carga legal, 75% da carga legal mais a tolerância de 10% permitida pela Resolução 526/2015 do CONTRAN mais 5% de carga vazia. Ressalta-se que as cargas vazias foram consideradas como sendo 1/3 dos pesos dos eixos das cargas legais. (IDD, 2018b)

TABELA 3– FATOR DE VEÍCULO

TABELA 5 – FATOR DE VEÍCULO																	
Tipos de Veículos	Plantas dos Veículos	Eixos dos Veículos	FATOR DE EQUIVALÊNCIA DE CARGAS DA AASHTO						FATOR DE EQUIVALÊNCIA DE CARGAS DA USACE								
			Carga legal		Carga legal + 10%		Vazios		Fator de Veículo	Carga Legal		Carga legal + 10%		Vazios		Fator de Veículo	
			Carga (t)	FC	Carga (t)	FC	Carga (t)	FC		Carga (t)	FC	Carga (t)	FC	Carga (t)	FC		
Ônibus		ESRS	7,000	0,637	7,700	0,962	2,333	0,006	4,68	7,000	0,516	7,700	0,757	2,333	0,006	7,51	
		ESRD	11,000	3,614	12,100	5,455	3,667	0,031		11,000	5,970	12,100	10,836	3,667	0,038		
		Total	18,000	4,251	19,800	6,417	6,000	0,037		18,000	6,487	19,800	11,593	6,000	0,045		
Caminhões rígidos		ESRS	6,000	0,327	6,600	0,494	2,000	0,003	2,87	6,000	0,278	6,600	0,408	2,000	0,003	4,06	
		ESRD	10,000	2,394	11,000	3,614	3,333	0,021		10,000	3,289	11,000	5,970	3,333	0,026		
		Total	16,000	2,722	17,600	4,108	5,333	0,024		16,000	3,567	17,600	6,378	5,333	0,030		
		ESRS	6,000	0,327	6,600	0,494	2,000	0,003	2,06	6,000	0,278	6,600	0,408	2,000	0,003	9,75	
		ETD	17,000	1,642	18,700	2,437	5,667	0,017		17,000	8,549	18,700	14,418	5,667	0,066		
		Total	23,000	1,970	25,300	2,931	7,667	0,020		23,000	8,827	25,300	14,825	7,667	0,069		
Semi-reboque		ESRS	6,000	0,327	6,600	0,494	2,000	0,003	5,69	6,000	0,278	6,600	0,408	2,000	0,003	19,23	
		ESRD	10,000	2,394	11,000	3,614	3,333	0,021		10,000	3,289	11,000	5,970	3,333	0,026		
		ETT	25,500	1,560	28,050	2,332	8,500	0,015		25,500	9,300	28,050	15,827	8,500	0,105		
		Total	41,500	4,282	45,650	6,441	13,833	0,039		41,500	12,867	45,650	22,205	13,833	0,135		
Fator de Veículo: Ônibus = (80% da carga legal)+ (20% da carga legal +10% de tolerância e acima)																	
Fator de Veículo: Caminhões Rígidos = (60% da carga legal) + (30% da carga legal + 10% de tolerância e acima) + (10 % de carga vazia)																	
Fator de Veículo: Caminhão Semi-Reboque = (20% da carga legal) + (75% da carga legal +10% de tolerância e acima) + (5% de carga vazia)																	
RODOVIA	Estrada da Lagoa Grande - Araucária, PR		Tipos de Eixos				Equações (P em tf) - AASHTO				Tipos de Eixos				Faixas	Equações (P em tf) - USACE	
EXTENSÃO	2.960,0 m														0 - 8	$FC=2,0782 \times 10^{-8} \times P^{0,915}$	
			Simples de Rodagem (simples)				$FC = (P / 7,77)^{1,32}$				Dianteiro e traseiro simples				>= 8	$FC=1,8320 \times 10^{-8} \times P^{0,915}$	
			Simples de Rodagem (Dupla)				$FC = (P / 8,17)^{1,32}$				Tandem duplo				0 - 11	$FC=1,592 \times 10^{-8} \times P^{0,915}$	
			Tandem Duplo (Rodagem Dupla)				$FC = (P / 15,08)^{1,34}$								>= 11	$FC=1,528 \times 10^{-8} \times P^{0,915}$	
			Tandem Triplo (Rodagem Dupla)				$FC = (P / 22,95)^{1,32}$				Tandem triplo				0 - 18	$FC=8,0359 \times 10^{-9} \times P^{0,915}$	

FONTE: (OS AUTORES, 2021)

3.1.2.3 Cálculo do Número N

A planilha da tabela 4 mostra os cálculos do número N considerando as equações dos Fatores de Equivalência de Cargas (FEC) tanto da AASHTO bem como da USACE.

TABELA 4– NÚMERO N DA FROTA PESQUISADA

CÁLCULO DO NÚMERO N PARA A ESTRADA DA LAGOA GRANDE LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA, PR														
VEÍCULOS APURADOS		Ônibus		Caminhões Rígidos			Caminhão Semi-Reboque						TOTAL COMERCIAL	
		III-2		I-2	I-3				I-12					
VMD COMERCIAL		16		31	78				16					141
TMDA COMERCIAL		16		31	78				16					1.000
%		11,35		21,99	55,32				11,35					TMDA COMERCIAL
FATORES	AASHTO	4,88		2,87	2,86				5,69					
VEÍCULOS	USACE	7,51		4,06	9,75				19,23					141
Produtos	AASHTO	53,16		63,05	114,13				64,55					294,90
% x FV	USACE	85,20		89,19	539,39				218,26					932,04
FATORES DE VEÍCULOS MÉDIOS DA FROTA.....										AASHTO =	2,95	USACE = 9,32		
DADOS BÁSICOS		TAXA DE CRESCIMENTO (% AO ANO)					Pista		Fator Direcional		Fator Climático Regional			
		Auto móveis	Ônibus	Caminhões				S/D	K	FR				
		0,030	0,030	0,030				S	0,5	1,0				
NÚMERO "N" AO LONGO DO PERÍODO DE ANÁLISE														
Anos	Dados	Período	Automóveis	TIPOS DE VEÍCULOS					TMDA	Número N - AASHTO		Número N - USACE		
				ÔNIBUS	CAMINHÕES					TOTAIS	Cam.+Ônib.	No ano	Acumulado	No ano
2019	contagem		156	16	125				297	141	7.59E+04		2,40E+05	
2020	análise	1	161	16	129				306	145	7,82E+04	1,54E+05	2,47E+05	4,87E+05
2021	análise	2	166	17	133				315	150	8,05E+04	2,35E+05	2,54E+05	7,41E+05
2022	análise	3	170	17	137				325	154	8,29E+04	3,17E+05	2,62E+05	1,00E+06
2023	análise	4	176	18	141				334	159	8,54E+04	4,03E+05	2,70E+05	1,27E+06
2024	análise	5	181	19	145				344	163	8,80E+04	4,91E+05	2,78E+05	1,55E+06
2025	análise	6	186	19	149				355	168	9,06E+04	5,81E+05	2,86E+05	1,84E+06
2026	análise	7	192	20	154				365	173	9,33E+04	6,75E+05	2,95E+05	2,13E+06
2027	análise	8	198	20	158				376	179	9,61E+04	7,71E+05	3,04E+05	2,44E+06
2028	análise	9	204	21	163				388	184	9,90E+04	8,70E+05	3,13E+05	2,75E+06
2029	análise	10	210	22	168				399	189	1,02E+05	9,72E+05	3,22E+05	3,07E+06
2030	análise	11	216	22	173				411	195	1,05E+05	1,08E+06	3,32E+05	3,40E+06
2031	análise	12	222	23	178				423	201	1,08E+05	1,19E+06	3,42E+05	3,75E+06
2032	análise	13	229	23	184				436	207	1,11E+05	1,30E+06	3,52E+05	4,10E+06
2033	análise	14	236	24	189				449	213	1,15E+05	1,41E+06	3,63E+05	4,46E+06
2034	análise	15	243	25	195				463	220	1,18E+05	1,53E+06	3,74E+05	4,83E+06
2035	análise	16	250	26	201				477	226	1,22E+05	1,65E+06	3,85E+05	5,22E+06
2036	análise	17	258	26	207				491	233	1,25E+05	1,78E+06	3,96E+05	5,62E+06
2037	análise	18	266	27	213				506	240	1,29E+05	1,91E+06	4,08E+05	6,02E+06
2038	análise	19	274	28	219				521	247	1,33E+05	2,04E+06	4,21E+05	6,44E+06
2039	análise	20	282	29	226				536	255	1,37E+05	2,18E+06	4,33E+05	6,88E+06

FONTE: (OS AUTORES, 2021)

Nos cálculos do número N não são levados em consideração as contagens dos automóveis, utilitários e motos, somente ônibus e caminhões. O período de análise considerado foi de 20 anos (2021 a 2039) com taxa de crescimento anual linear de 3,0%.

3.2. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO FLEXÍVEL

Para cálculo da espessura total do pavimento (H_t), a seguinte equação permite o cálculo em termos de material granular com coeficiente estrutural $K=1$, em função dos parâmetros de tráfego (número N) e resistência do subleito (CBR).

3.2.1 – Cálculo da espessura total equivalente

$$H_t = 77,67 \times N^{0,0482} \times CBR^{-0,598}$$

Considerando o número $N_{FEC/USACE} = 6,88 \times 10^6$ e $ISC/CBR = 6,80\%$, tem-se a espessura total equivalente $H_t = 53,0$ cm.

A espessura do revestimento em concreto asfáltico em função do número N calculado é de $R = 7,5$ cm.

Os respectivos coeficientes estruturais são:

- 1) revestimento (K_R) = 2,00
- 2) base granular (K_B) = 1,00
- 3) subbase granular (K_{SB}) = 1,00

Cálculo do h_{20} pelo ábaco do método = 25,0 cm

As seguintes inequações foram consideradas para dimensionamento da sub-base e base do pavimento flexível:

$$R.K_R + B.K_B \geq h_{20}$$

$$R.K_R + B.K_B + h_{20}.K_{SB} \geq H_t$$

Substituindo-se os valores tem-se $B \geq 10,0$ cm, mas a espessura mínima a adotar é $B = 15,0$ cm. Para a sub-base (h_{20}), considerando-se $K_{SB} = 1,0$, tem-se finalmente para a sub-base granular, $SB = 23,0$ cm.

A planilha da tabela 5 mostra o resumo do dimensionamento considerando os tipos de camadas a serem adotadas na estrutura do pavimento.

TABELA 5– RESUMO DO DIMENSIONAMENTO

Camadas do Pavimento	Espessura (cm)
revestimento adotado: concreto asfáltico	7,5
base granular adotada: brita graduada simples	15,0
sub-base granular adotada: macadame hidráulico	23,0

FONTE: (OS AUTORES, 2021)

3.3. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO RÍGIDO (PRIMEIRA TENTATIVA)

Para verificação do dimensionamento de pavimento rígido no referido trecho, seguiu-se os seguintes passos:

- 1) espectro de carga baseado no número de repetições de eixos da frota pesquisada, conforme contagens classificatórias/volumétricas realizadas pela Prefeitura Municipal de Araucária no ano de 2019;
- 2) fator de segurança para as cargas igual a 1,1;
- 3) período de projeto em 20 anos (2020 A 2039);
- 3) ISC/CBR do subleito igual a 8,2% conforme estudos geotécnicos;
- 4) sub-base em concreto rolado com 10,0 cm de espessura ($F_{ck_i} = 1,8 \text{ MPa}$);
- 5) placa de concreto de cimento Portland com 20,0 cm (primeira tentativa) de espessura e 7,2 m de largura, sem acostamento de concreto;
- 6) tração na flexão da placa de concreto em $F_{ck} = 4,5 \text{ MPa}$;
- 7) resistência à compressão simples axial em $F_{ck} = 35,0 \text{ MPa}$;
- 8) juntas de contração espaçadas de 6,0 m com barras de transferência de aço CA-50, com 32,0 mm de diâmetro espaçador a cada 30,0 cm;

9) juntas longitudinais de articulações com barras de ligações únicas, em aço CA-50 com 12,5 mm de diâmetro distribuídas a cada 75,0 cm com comprimento de 85,0 cm;

3.3.1 - Espectro de cargas

Baseado nas contagens classificatórias/volumétricas realizadas pela Prefeitura Municipal de Araucária realizada no ano de 2019, foi possível a obtenção dos números de solicitações dos eixos dos veículos pesquisados, ou seja, ônibus e caminhões, não se levando em conta os eixos dos automóveis e utilitários.

A tabela 6 mostra o total de veículos que vão solicitar o pavimento no período de análise de 20 anos (2020 a 2039) considerando uma taxa de crescimento linear de 3,0%.

A planilha da tabela 7 mostra a média diária dos veículos pesquisados ao longo do período de análise de 20 anos. Essa média multiplicada pelos dias do ano e, também, pelo próprio período permite a obtenção das solicitações de cada configuração de veículo com seus respectivos eixos.

A planilha da tabela 8 mostra a distribuição das cargas dos eixos solicitantes da frota de veículos pesquisada incluindo os eixos simples de rodas simples, eixos simples de rodas duplas, eixos tandem duplos e eixos tandem triplos. O percentual de distribuição de cada faixa de pesos dos eixos foi obtido de alguns trabalhos acadêmicos publicados a respeito do assunto

TABELA 6- TOTAL DE VEÍCULOS NO PERÍODO DE ANÁLISE

PERÍODO DE ANÁLISE	ÔNIBUS	CAMINHÕES			TOTAL ANUAL
	III-2	I-2	I-3	I-12	
2019	16	31	78	16	141
2020	16	32	80	16	145
2021	17	33	83	17	150
2022	17	34	85	17	154
2023	18	35	88	18	159
2024	19	36	90	19	163
2025	19	37	93	19	168
2026	20	38	96	20	173
2027	20	39	99	20	179
2028	21	40	102	21	184
2029	22	42	105	22	189
2030	22	43	108	22	195
2031	23	44	111	23	201
2032	23	46	115	23	207
2033	24	47	118	24	213
2034	25	48	122	25	220
2035	26	50	125	26	226
2036	26	51	129	26	233
2037	27	53	133	27	240
2038	28	54	137	28	247
2039	29	56	141	29	255
TOTAIS	459	889	2237	459	4043

FONTE: (OS AUTORES, 2021)

TABELA 7– MÉDIO AO LONGO DO PERÍODO DE ANÁLISE

PERÍODO DE ANÁLISE	ÔNIBUS	CAMINHÕES			TOTAL ANUAL
	III-2	I-2	I-3	I-12	
2019	16	31	78	16	141
2020	16	32	80	16	145
2021	17	33	83	17	150
2022	17	34	85	17	154
2023	18	35	88	18	159
2024	19	36	90	19	163
2025	19	37	93	19	168
2026	20	38	96	20	173
2027	20	39	99	20	179
2028	21	40	102	21	184
2029	22	42	105	22	189
2030	22	43	108	22	195
2031	23	44	111	23	201
2032	23	46	115	23	207
2033	24	47	118	24	213
2034	25	48	122	25	220
2035	26	50	125	26	226
2036	26	51	129	26	233
2037	27	53	133	27	240
2038	28	54	137	28	247
2039	29	56	141	29	255
MEDIA	22	42	107	22	193

FONTE: (OS AUTORES, 2021)

TABELA 8– NÚMERO DE SOLICITAÇÕES DOS EIXOS

ESPECTRO DE CARGA DA FROTA PESQUISADA				SOLICITAÇÕES
EIXOS SIMPLES DE RODA SIMPLES E DE RODAS DUPLAS				1874077
0 - 2	0,01	Ônibus III-2	318992	18741
2 - 4	0,05	Caminhão I-2	618047	93704
4 - 6	0,19	Caminhão I-3	777542	356075
6 - 8	0,35	Caminhão I-12	159496	655927
8 - 10	0,37			693408
10 -12	0,02			38793
12 - 14	0,01			18741
14 - 16	0,00			0
16 - 18	0,00			0
EIXOS TANDEM DUPLOS				777542
0 - 2	0,00	Ônibus III-2	0	0
2 - 4	0,00	Caminhão I-2	0	0
4 - 6	0,00	Caminhão I-3	777542	0
6 - 8	0,00	Caminhão I-12	0	0
8 - 10	0,01			7775
10 -12	0,08			62203
12 - 14	0,09			69979
14 - 16	0,16			124407
16 - 18	0,55			427648
18 - 20	0,10			77754
20 - 22	0,01			6787
22 - 24	0,00			2220
24 - 26	0,00			538
EIXOS TANDEM TRIPLOS				159496
22 - 24	0,03	Ônibus III-2	0	4785
24 - 26	0,55	Caminhão I-2	0	87723
26 - 28	0,17	Caminhão I-3	0	27114
28 - 30	0,05	Caminhão I-12	159496	8673
30 - 32	0,04			6380
32 - 34	0,02			3389
34 - 36	0,02			2891

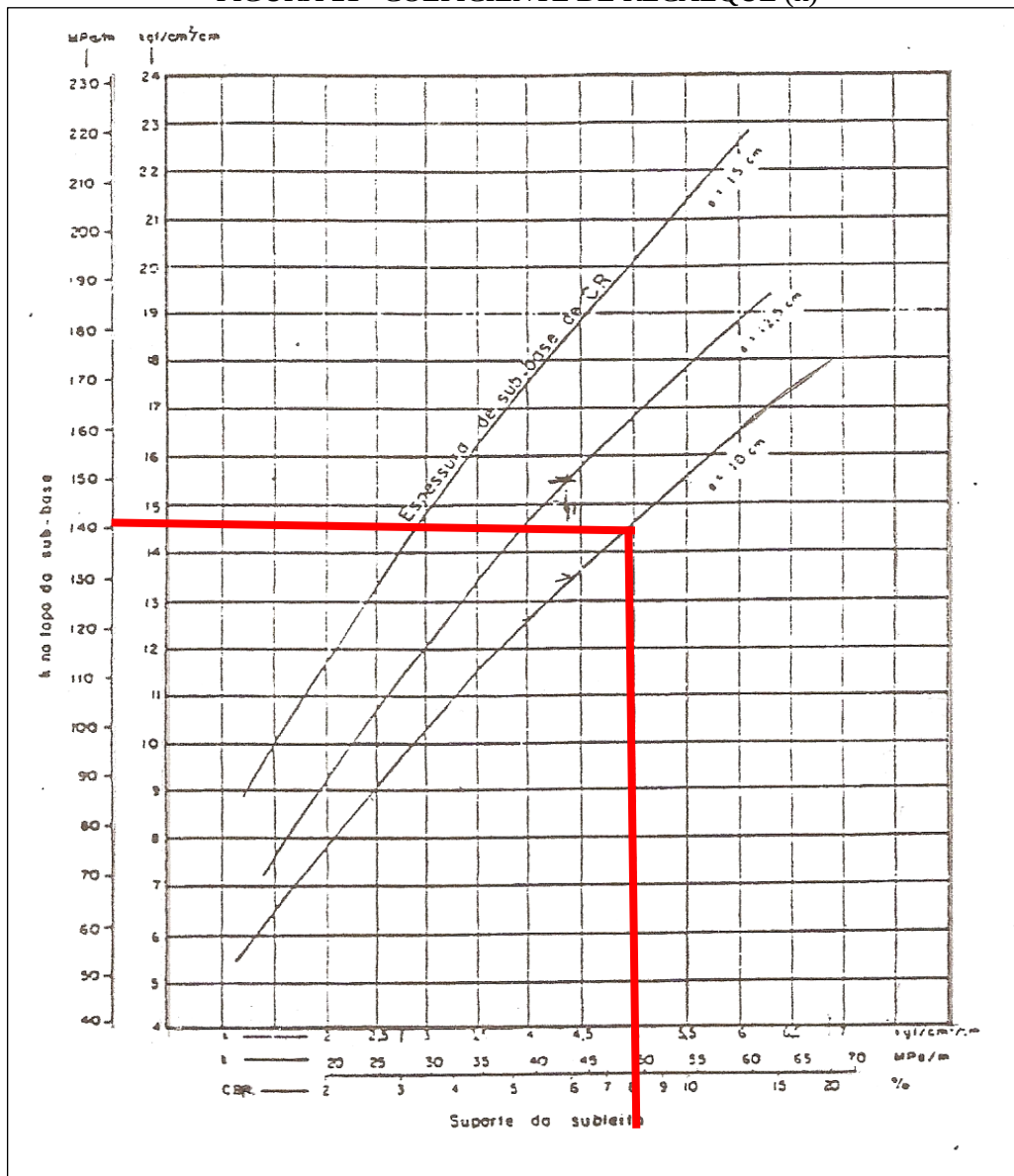
FONTE: (OS AUTORES, 2021)

3.3.2 Cálculos

3.3.2.1 - Coeficiente de Recalque (k)

Considerando o CBR = 8,2% e adoção de uma sub-base do tipo concreto rolado com espessura de 10,0 cm tem-se que o valor do Coeficiente de Recalque (k) igual a 140 MPa/cm tomando como base no ábaco da figura 21.

FIGURA 21- COEFICIENTE DE RECALQUE (k)



Fonte: (DNIT, 2005)

3.3.3.2 - Tensões Equivalentes

Com o Coeficiente de Recalque (k) igual a 140 MPa/m e espessura da placa em 20,0 cm, as tensões equivalentes para os eixos simples e tandem duplos são respectivamente 1,45 MPa e 1,18 MPa, considerando o pavimento sem acostamento de concreto de acordo com o seguinte quadro:

QUADRO 16- TENSÕES EQUIVALENTES PARA EIXOS SIMPLES E TANDEM DUPLO

Espes- sura da Placa (cm)	k - Coeficiente de Recalque (MPa/m)													
	20		40		60		80		100		140		180	
	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD
12	4,30	3,56	3,78	3,01	3,51	2,81	3,31	2,68	3,17	2,57	2,91	2,43	2,74	2,35
13	3,84	3,33	3,38	2,73	3,14	2,53	2,97	2,40	2,84	2,30	2,61	2,16	2,46	2,08
14	3,46	2,96	3,05	2,49	2,83	2,29	2,68	2,16	2,56	2,08	2,37	1,94	2,23	1,85
15	3,14	2,72	2,27	2,29	2,57	2,09	2,44	1,97	2,33	1,88	2,16	1,75	2,04	1,67
16	2,87	2,52	2,53	2,12	2,35	1,93	2,23	1,81	2,13	1,73	1,97	1,60	1,87	1,52
17	2,63	2,35	2,33	1,97	2,16	1,79	2,05	1,67	1,96	1,60	1,81	1,47	1,72	1,39
18	2,43	2,20	2,15	1,84	1,99	1,66	1,89	1,55	1,81	1,48	1,68	1,36	1,59	1,28
19	2,25	2,07	1,99	1,72	1,85	1,56	1,75	1,45	1,68	1,38	1,56	1,26	1,48	1,19
20	2,10	1,95	1,85	1,62	1,72	1,46	1,64	1,36	1,56	1,29	1,45	1,18	1,38	1,11
21	1,98	1,83	1,75	1,53	1,61	1,38	1,52	1,29	1,40	1,22	1,36	1,11	1,28	1,04
22	1,83	1,75	1,62	1,45	1,50	1,31	1,42	1,22	1,37	1,15	1,28	1,05	1,20	0,98
23	1,72	1,67	1,52	1,38	1,41	1,24	1,33	1,15	1,28	1,09	1,20	0,99	1,13	0,92
24	1,62	1,59	1,43	1,31	1,33	1,18	1,25	1,10	1,21	1,04	1,13	0,94	1,07	0,88
25	1,53	1,52	1,35	1,25	1,26	1,12	1,19	1,05	1,14	0,99	1,07	0,89	1,01	0,83
26	1,45	1,45	1,28	1,20	1,19	1,07	1,13	1,00	1,08	0,94	1,01	0,85	0,95	0,80
27	1,33	1,39	1,21	1,15	1,13	1,03	1,07	0,95	1,03	0,90	0,95	0,81	0,90	0,76
28	1,31	1,34	1,15	1,10	1,07	0,99	1,02	0,91	0,98	0,86	0,90	0,78	0,86	0,73
29	1,25	1,29	1,10	1,06	1,02	0,95	0,97	0,88	0,93	0,83	0,86	0,75	0,82	0,69
30	1,19	1,24	1,05	1,02	0,97	0,91	0,92	0,85	0,89	0,80	0,82	0,72	0,78	0,66
31	1,13	1,20	1,00	0,99	0,93	0,88	0,88	0,81	0,84	0,77	0,78	0,69	0,74	0,64
32	1,09	1,16	0,96	0,95	0,89	0,85	0,84	0,78	0,80	0,74	0,75	0,67	0,71	0,62
33	1,04	1,12	0,92	0,92	0,85	0,82	0,80	0,76	0,77	0,71	0,72	0,64	0,68	0,60
34	1,00	1,08	0,88	0,89	0,81	0,79	0,77	0,73	0,73	0,69	0,69	0,62	0,66	0,58

ES: Eixos Simples
ETD: Eixos Tandem Duplos

FONTE: (DNIT, 2005)

Para os eixos tandem triplos o valor calculado é de 0,89 MPa de acordo com o seguinte tabela do quadro 17.

QUADRO 17– TENSÕES QUIVALENTES PARA EIXOS TANDEM TRIPLO

Espesura da Placa (cm)	k - Coeficiente de Recalque (MPa/m)					
	20	40	60	80	140	180
	ETT	ETT	ETT	ETT	ETT	ETT
12	2,60	2,30	2,20	2,14	2,08	2,07
13	2,35	2,04	1,93	1,87	1,80	1,78
14	2,15	1,83	1,72	1,65	1,58	1,55
15	1,99	1,67	1,55	1,48	1,40	1,37
16	1,85	1,54	1,41	1,34	1,25	1,23
17	1,73	1,43	1,30	1,23	1,14	1,11
18	1,62	1,34	1,21	1,14	1,04	1,01
19	1,53	1,26	1,13	1,06	0,96	0,92
20	1,45	1,19	1,07	0,99	0,89	0,85
21	1,37	1,13	1,01	0,93	0,83	0,79
22	1,30	1,07	0,95	0,88	0,78	0,74
23	1,24	1,02	0,91	0,84	0,73	0,70
24	1,18	0,97	0,87	0,80	0,69	0,66
25	1,13	0,93	0,83	0,76	0,66	0,62
26	1,07	0,89	0,79	0,73	0,63	0,59
27	1,02	0,86	0,76	0,70	0,60	0,57
28	0,98	0,82	0,73	0,67	0,58	0,54
29	0,93	0,79	0,71	0,65	0,55	0,52
30	0,89	0,76	0,68	0,63	0,53	0,50
31	0,85	0,73	0,66	0,60	0,51	0,48
32	0,81	0,70	0,63	0,58	0,50	0,46
33	0,77	0,68	0,61	0,56	0,48	0,45
34	0,73	0,65	0,59	0,55	0,46	0,43

ETT: Eixos Tandem Triplos

Fonte: (DNIT, 2005)

3.3.3.3 - Fator de Erosão

Considerando o pavimento sem acostamento de concreto e as juntas com barras de transferência o fator de erosão para eixos simples e tandem duplos são respectivamente 2,79 e 2,87 de acordo com a tabela do quadro 18.

QUADRO 18– FATOR DE EROÇÃO EIXOS SIMPLES E TANDEM DUPLO

Espes- sura da Placa (cm)	k - Coeficiente de Recalque (MPa/m)													
	20		40		60		80		100		150		200	
	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD
12	3,51	3,61	3,50	3,57	3,49	3,54	3,48	3,52	3,48	3,51	3,47	3,49	3,45	3,47
13	3,41	3,53	3,39	3,48	3,39	3,45	3,38	3,43	3,38	3,41	3,37	3,39	3,35	3,37
14	3,32	3,45	3,30	3,39	3,29	3,36	3,28	3,34	3,28	3,33	3,27	3,30	3,25	3,28
15	3,23	3,37	3,21	3,31	3,20	3,28	3,19	3,26	3,19	3,24	3,18	3,22	3,16	3,20
16	3,15	3,30	3,12	3,24	3,12	3,21	3,10	3,18	3,10	3,17	3,09	3,14	3,08	3,12
17	3,07	3,24	3,05	3,17	3,04	3,14	3,02	3,11	3,02	3,10	3,01	3,07	3,00	3,04
18	2,99	3,18	2,97	3,11	2,96	3,07	2,95	3,05	2,94	3,03	2,93	3,00	2,92	2,97
19	2,93	3,12	2,90	3,05	2,89	3,01	2,88	2,98	2,87	2,97	2,86	2,97	2,85	2,94
20	2,86	3,06	2,83	3,00	2,83	2,95	2,81	2,92	2,80	2,91	2,79	2,87	2,79	2,84
21	2,80	3,01	2,77	2,93	2,76	2,89	2,74	2,86	2,74	2,85	2,73	2,81	2,72	2,78
22	2,74	2,96	2,71	2,88	2,70	2,84	2,68	2,81	2,68	2,80	2,67	2,76	2,66	2,73
23	2,68	2,91	2,65	2,83	2,64	2,79	2,62	2,76	2,62	2,74	2,61	2,70	2,59	2,67
24	2,63	2,87	2,60	2,78	2,59	2,74	2,57	2,71	2,56	2,69	2,55	2,65	2,54	2,62
25	2,58	2,83	2,54	2,74	2,54	2,69	2,52	2,67	2,51	2,65	2,50	2,60	2,49	2,57
26	2,53	2,79	2,50	2,70	2,49	2,65	2,47	2,62	2,46	2,61	2,45	2,56	2,44	2,53
27	2,48	2,75	2,45	2,66	2,44	2,61	2,42	2,58	2,41	2,57	2,40	2,52	2,39	2,49
28	2,43	2,72	2,40	2,63	2,39	2,57	2,37	2,54	2,37	2,53	2,35	2,48	2,34	2,45
29	2,39	2,69	2,36	2,59	2,35	2,54	2,33	2,51	2,32	2,49	2,31	2,44	2,30	2,41
30	2,43	2,65	2,31	2,56	2,30	2,50	2,28	2,47	2,28	2,45	2,26	2,41	2,25	2,37
31	2,30	2,62	2,27	2,52	2,26	2,47	2,24	2,43	2,24	2,43	2,22	2,37	2,21	2,34
32	2,26	2,59	2,23	2,49	2,22	2,43	2,20	2,40	2,19	2,38	2,18	2,33	2,17	2,30
33	2,22	2,56	2,19	2,46	2,18	2,40	2,16	2,37	2,15	2,35	2,14	2,30	2,13	2,27
34	2,18	2,53	2,15	2,43	2,14	2,37	2,12	2,33	2,12	2,32	2,10	2,27	2,09	2,24

ES: Eixos Simples
ETD: Eixos Tandem Duplos

Fonte: (DNIT, 2005)

Para os eixos tandem triplos o fator de erosão é 2,91 de acordo com a tabela do quadro 19.

QUADRO 19– FATOR DE EROSÃO EIXOS TANDEM TRIPLO

Espes- sura da Placa (cm)	k - Coeficiente de Recalque (MPa/m)					
	20	40	60	80	140	180
	ETT	ETT	ETT	ETT	ETT	ETT
12	3,68	3,60	3,56	3,52	3,45	3,40
13	3,60	3,51	3,47	3,44	3,37	3,33
14	3,53	3,43	3,39	3,36	3,29	3,26
15	3,47	3,36	3,31	3,28	3,22	3,19
16	3,41	3,30	3,25	3,21	3,15	3,12
17	3,35	3,24	3,19	3,15	3,08	3,05
18	3,30	3,19	3,13	3,09	3,02	2,99
19	3,25	3,14	3,08	3,04	2,96	2,93
20	3,21	3,09	3,03	2,99	2,91	2,88
21	3,16	3,05	2,99	2,94	2,86	2,83
22	3,12	3,01	2,94	2,90	2,82	2,78
23	3,08	2,97	2,90	2,86	2,77	2,74
24	3,05	2,93	2,86	2,82	2,73	2,69
25	3,01	2,89	2,83	2,78	2,69	2,65
26	2,98	2,86	2,79	2,74	2,66	2,62
27	2,94	2,82	2,76	2,71	2,66	2,58
28	2,91	2,79	2,72	2,68	2,59	2,55
29	2,88	2,76	2,69	2,65	2,55	2,51
30	2,85	2,73	2,66	2,62	2,52	2,48
31	2,82	2,70	2,63	2,59	2,49	2,45
32	2,80	2,68	2,61	2,56	2,46	2,42
33	2,77	2,65	2,58	2,53	2,44	2,40
34	2,74	2,62	2,55	2,50	2,41	2,37

ETT - Eixos Tandem Triplos

Fonte: (DNIT, 2005)

3.3.3.4 - Fator de Fadiga

Considerando a resistência à tração na flexão adotada no projeto em 4,5 MPa os fatores de fadiga são os seguintes:

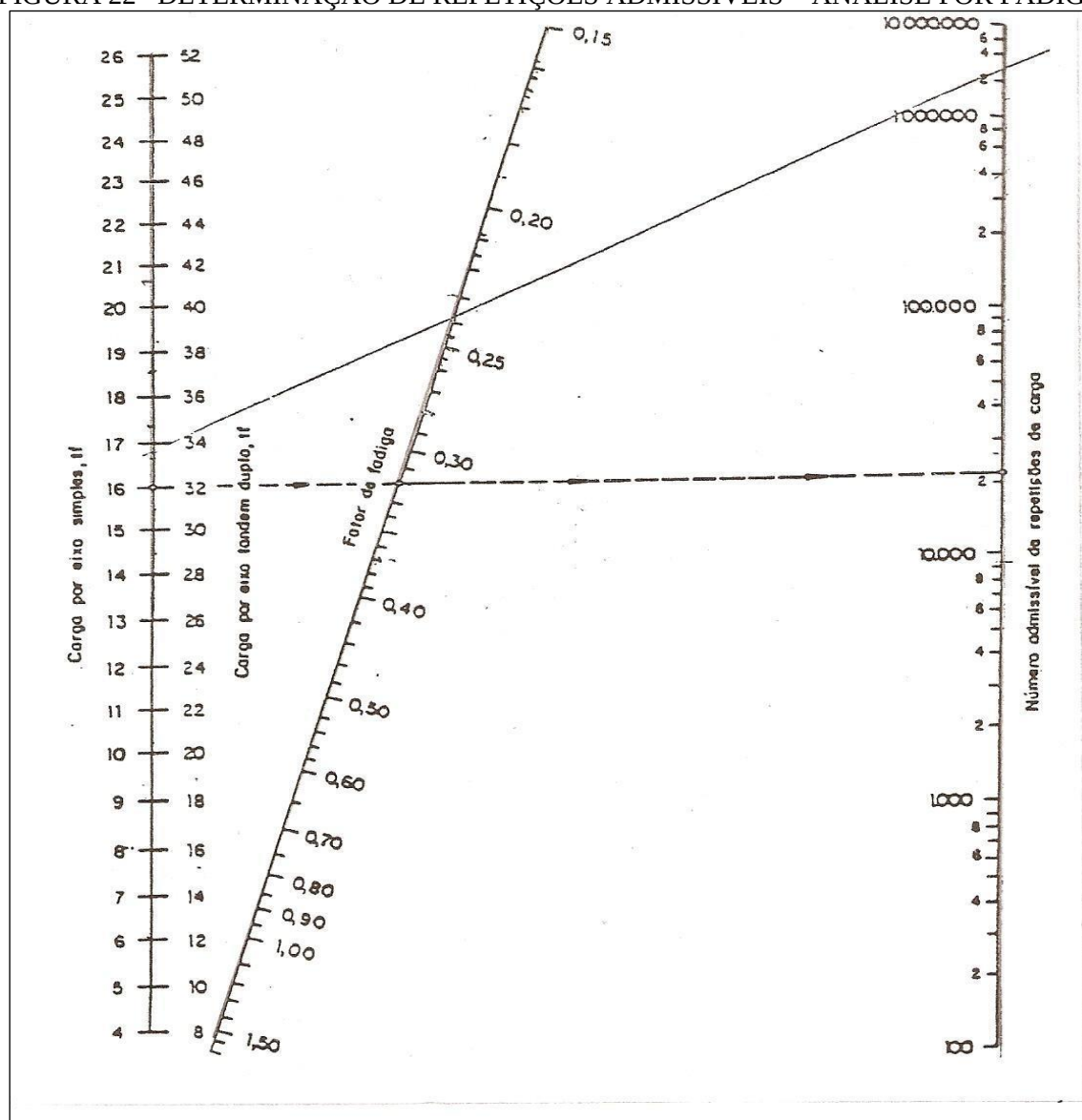
- para eixos simples = $1,45 \text{ MPa} / 4,5 \text{ MPa} = 0,322$;

- para eixos tandem duplos = $1,18 \text{ MPa} / 4,5 \text{ MPa} = 0,262$; e
- para eixos tandem triplos = $0,89 \text{ MPa} / 4,5 \text{ MPa} = 0,198$

3.3.3.5 - Determinações das repetições admissíveis (análise por fadiga)

Com o número de repetições previstas segundo espectro do carregamento levantado pelo projeto, multiplicado pelo Fator de Segurança de Carga igual a 1,1 e consultando o ábaco na figura abaixo foi possível a obtenção das repetições das admissíveis considerando a análise por fadiga. Importante salientar de que para os eixos tandem triplos são considerados os mesmos valores dos eixos simples. O ábaco da figura 22 mostra a forma de obtê-los.

FIGURA 22– DETERMINAÇÃO DE REPETIÇÕES ADMISSÍVEIS – ANÁLISE POR FADIGA



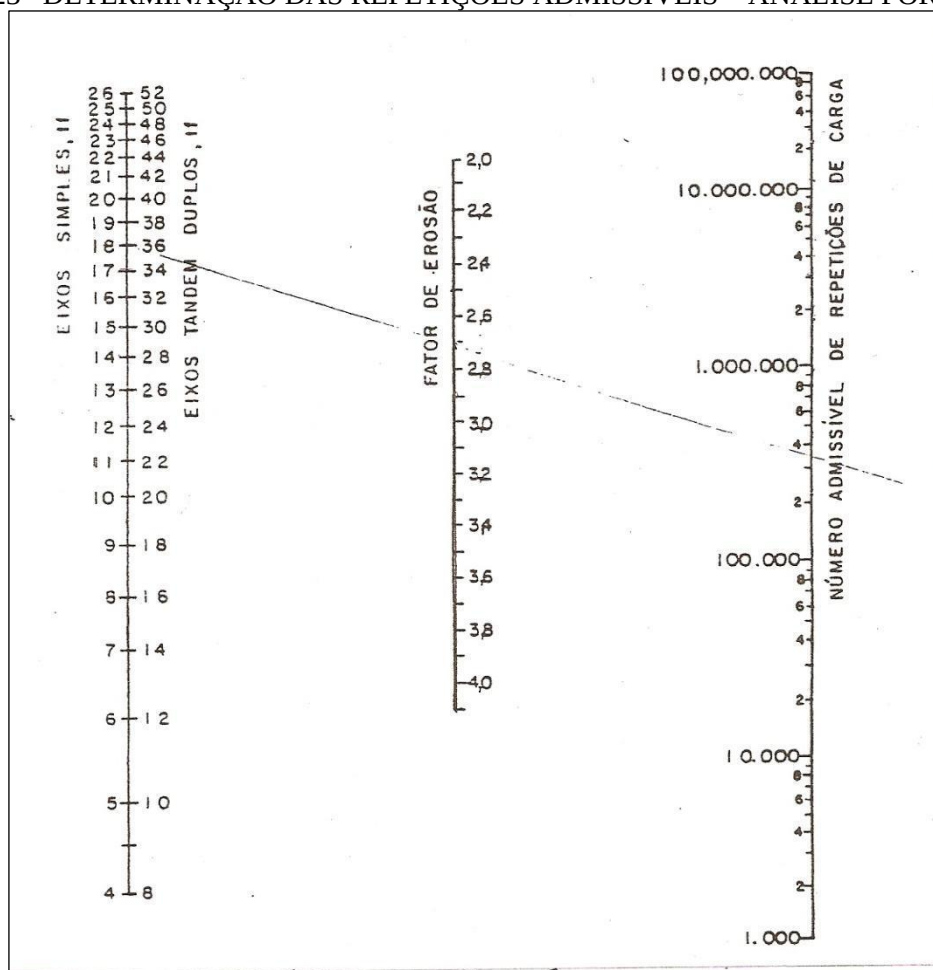
Fonte: (DNIT, 2005)

3.3.3.6 - Determinações das repetições admissíveis (análise de erosão)

Com o número de repetições previstas segundo espectro do carregamento levantado pelo projeto, multiplicado pelo Fator de Segurança de Carga igual a 1,1 é

possível a obtenção das repetições das admissíveis considerando a análise de erosão de acordo com o ábaco da figura 23:

FIGURA 23– DETERMINAÇÃO DAS REPETIÇÕES ADMISSÍVEIS – ANÁLISE POR EROSÃO



FONTE: (DNIT, 2005)

No ábaco da figura 23 com o lançamento dos valores das repetições admissíveis foi possível finalmente obter-se o percentual dos danos por erosão, que nada mais é do que a divisão do número de repetições previstas pelo número de repetições previstas, multiplicado por 100.

A tabela 9 apresenta a tentativa com a placa de espessura de 20 cm, inicialmente calculada para determinação da estrutura do pavimento rígido

TABELA 9- CÁLCULOS FINAIS DA ESPESSURA-TENTATIVA DE 20.0 CM

DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO DE CONCRETO PELO MÉTODO PCA/84						
Rodovia: ESTRADA DA LAGOA GRANDE - ARAUCÁRIA, PR						
Espessura Tentativa (cm)		20		Juntas com barras de transferência		sim
Fator de Segurança Carga		1,1		Acostamento de concreto		não
Coeficiente de Recalque (MPa/cm)		140		Período de projeto em anos		20
Resistência Característica Tração na Flexão (Mpa)			4,5			
CARREGAMENTO			ANÁLISE DE FADIGA		ANÁLISE DE EROSAO	
Cargas p/eixo (tf)	Cargas p/eixo x FSC (tf)	Nº repetições previstas	Nº repetições admissíveis	Consumo de Fadiga (%)	Nº repetições admissíveis	Danos por Erosão(%)
			Tensão Equivalente (Mpa)		1,45	
			Fator de Erosão		2,79	
Eixos simples de roda simples e de rodas duplas			Fator de Fadiga		0,322	
0 - 2	2,20	18.741	ilimitado	-	ilimitado	-
2 - 4	4,40	93.704	ilimitado	-	ilimitado	-
4 - 6	6,60	356.075	ilimitado	-	ilimitado	-
6 - 8	8,80	655.927	ilimitado	-	ilimitado	-
8 - 10	11,00	693.408	ilimitado	-	3.000.000	23,11
10 - 12	13,20	38.793	200.000	19,40	1.000.000	3,88
12 - 14	15,40	18.741	30.000	62,47	400.000	4,69
14 - 16	17,60	-	1.800	0,00	200.000	0,00
16 - 18	19,80	-	400	0,00	100.000	0,00
Subtotal dos eixos simples.....				81,9	31,7	
			Tensão Equivalente (Mpa)		1,18	
			Fator de Erosão		2,87	
Eixos tandem duplos			Fator de Fadiga		0,262	
0 - 2	2,20	-	ilimitado	-	ilimitado	-
2 - 4	4,40	-	ilimitado	-	ilimitado	-
4 - 6	6,60	-	ilimitado	-	ilimitado	-
6 - 8	8,80	-	ilimitado	-	ilimitado	-
8 - 10	11,00	7.775	ilimitado	-	ilimitado	-
10 - 12	13,20	62.203	ilimitado	-	ilimitado	-
12 - 14	15,40	69.979	ilimitado	-	20.000.000	0,35
14 - 16	17,60	124.407	ilimitado	-	5.000.000	2,49
16 - 18	19,80	427.648	ilimitado	-	2.000.000	21,38
18 - 20	22,00	77.754	ilimitado	-	1.500.000	5,18
20 - 22	24,20	6.787	ilimitado	-	800.000	0,85
22 - 24	26,40	2.220	ilimitado	-	600.000	0,37
24 - 26	28,60	538	ilimitado	-	200.000	0,27
Subtotal dos eixos tandem duplos.....				0,0	30,9	
			Tensão Equivalente (Mpa)		0,89	
			Fator de Erosão		2,91	
Eixos Tandem Triplos			Fator de Fadiga		0,198	
22 - 24	26,40	4.785	40000	11,96	25.000	19,14
24 - 26	28,60	87.723	ilimitado	-	ilimitado	-
26 - 28	30,80	27.114	ilimitado	-	ilimitado	-
28 - 30	33,00	8.673	ilimitado	-	ilimitado	-
30 - 32	35,20	6.380	ilimitado	-	ilimitado	-
32 - 34	37,40	3.389	ilimitado	-	ilimitado	-
34 - 36	39,60	2.891	ilimitado	-	ilimitado	-
36 - 38	41,80	-	-	-	ilimitado	-
Subtotal dos eixos tandem triplos.....				12,0	54,0	
Total dos Eixos (Simples, Tandem-Duplo e Tandem-Triplo).....				93,8	116,6	

FONTE: (OS AUTORES, 2021)

Na espessura tentativa de 20,0 cm, conforme planilha da tabela 9, constatou-se que o consumo por fadiga fez um percentual de 93,8% satisfazendo mas muito próxima do limite dessa condição e quanto ao consumo de erosão o percentual de

116,6% excedeu o limite de 100%, portanto não satisfazendo essa condição. Em sendo nova espessura-tentativa vai ter que ser considerada.

3.4. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO RÍGIDO (SEGUNDA TENTATIVA)

Considerando os mesmos parâmetros iniciais, nova espessura-tentativa, agora de 22,0 cm, foi submetida aos mesmos critérios descritos anteriormente no objetivo de verificar se poderia atender ou não ao consumo de fadiga e os danos por erosão.

3.4.1 - Tensões equivalentes

O Coeficiente de Recalque de 140 MPa/m não muda em relação à essa nova espessura-tentativa considerando o CBR do subleito igual a 8,2% e a sub-base de concreto rolado em 10,0 cm, as novas tensões equivalentes são respectivamente 1,28 MPa e 1,05 MPa para os eixos simples e os tandem duplos e para os tandem triplos o valor é de 0,78 MPa.

3.4.2 - Fator de erosão

Considerando o pavimento sem acostamento de concreto e as juntas com barras de transferência o fator de erosão para eixos simples e eixos tandem duplos são respectivamente 2,67 e 2,76 na consulta ao ábaco. Para os eixos tandem triplos o fator de erosão é 2,69.

3.4.3 - Fator de fadiga

Considerando a resistência à tração na flexão adotada no projeto em 4,5 MPa os fatores de fadiga são os seguintes:

- para eixos simples = 1,28 MPa/4,5 MPa = 0,284;
- para eixos tandem duplos = 1,05 MPa/4,5 MPa = 0,233; e
- para eixos tandem triplos = 0,78 MPa/4,5 MPa = 0,173

A planilha da tabela 10 mostra os resultados dessa nova espessura-tentativa agora de 22,0 cm.

TABELA 10- CÁLCULOS FINAIS DA ESPESSURA-TENTATIVA DE 22.0 CM

TABELA 10- CÁLCULOS FINAIS DA ESPESSURA TENTATIVA DE 22,0 CM						
DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO DE CONCRETO PELO MÉTODO PCA/84						
Rodovia: ESTRADA DA LAGOA GRANDE - ARAUCÁRIA, PR						
Espessura Tentativa (cm)		22		Juntas com barras de transferência		sim
Fator de Segurança Carga		1,1		Acostamento de concreto		não
Coeficiente de Recalque (MPa/cm)		140		Período de projeto em anos		20
Resistência Característica Tração na Flexão (Mpa)			4,5			
CARREGAMENTO			ANÁLISE DE FADIGA		ANÁLISE DE EROSAO	
Cargas p/eixo (tf)	Cargas p/eixo x FSC (tf)	Nº repetições previstas	Nº repetições admissíveis	Consumo de Fadiga (%)	Nº repetições admissíveis	Danos por Erosão(%)
			Tensão Equivalente (Mpa)		1,28	
			Fator de Erosão		2,67	
Eixos simples de roda simples e de rodas duplas			Fator de Fadiga		0,284	
0 - 2	2,20	18.741	ilimitado	-	ilimitado	-
2 - 4	4,40	93.704	ilimitado	-	ilimitado	-
4 - 6	6,60	356.075	ilimitado	-	ilimitado	-
6 - 8	8,80	655.927	ilimitado	-	30.000.000	2,19
8 - 10	11,00	693.408	4.000.000	17,34	3.000.000	23,11
10 -12	13,20	38.793	2.000.000	1,94	1.000.000	3,88
12 - 14	15,40	18.741	80.000	23,43	500.000	3,75
14 - 16	17,60	-	1.800	0,00	200.000	0,00
16 - 18	19,80	-	400	0,00	100.000	0,00
Subtotal dos eixos simples.....				42,7		32,9
			Tensão Equivalente (Mpa)		1,05	
			Fator de Erosão		2,76	
Eixos tandem duplos			Fator de Fadiga		0,233	
0 - 2	2,20	-	ilimitado	-	ilimitado	-
2 - 4	4,40	-	ilimitado	-	ilimitado	-
4 - 6	6,60	-	ilimitado	-	ilimitado	-
6 - 8	8,80	-	ilimitado	-	ilimitado	-
8 - 10	11,00	7.775	ilimitado	-	ilimitado	-
10 -12	13,20	62.203	ilimitado	-	80.000.000	0,08
12 - 14	15,40	69.979	ilimitado	-	15.000.000	0,47
14 - 16	17,60	124.407	ilimitado	-	6.000.000	2,07
16 - 18	19,80	427.648	ilimitado	-	3.000.000	14,25
18 - 20	22,00	77.754	ilimitado	-	2.000.000	3,89
20 - 22	24,20	6.787	ilimitado	-	1.000.000	0,68
22 - 24	26,40	2.220	ilimitado	-	500.000	0,44
24 - 26	28,60	538	ilimitado	-	300.000	0,18
Subtotal dos eixos tandem duplos.....				0,0		22,1
			Tensão Equivalente (Mpa)		0,78	
			Fator de Erosão		2,69	
Eixos Tandem Triplos			Fator de Fadiga		0,173	
22 - 24	26,40	4.785	200000	2,39	60.000	7,97
24 - 26	28,60	87.723	ilimitado	-	60.000	-
26 - 28	30,80	27.114	ilimitado	-	60.000	-
28 - 30	33,00	8.673	ilimitado	-	60.000	-
30 - 32	35,20	6.380	ilimitado	-	60.000	-
32 - 34	37,40	3.389	ilimitado	-	60.000	-
34 - 36	39,60	2.891	ilimitado	-	60.000	-
36 - 38	41,80	-	-	-	-	-
Subtotal dos eixos tandem triplos.....				2,4		8,0
Total dos Eixos (Simples, Tandem-Duplo e Tandem-Triplo).....				45,1		63,0

FONTE: (OS AUTORES, 2021)

Na nova espessura-tentativa constata-se que o consumo por fadiga fez um percentual de 45,1%, satisfazendo essa condição e, quanto ao consumo de erosão, o percentual de 63,0 % também atendeu o limite de 100%, portanto, satisfazendo essa condição. Sendo a espessura de 22,0 cm é a que vai ser adotada no presente dimensionamento.

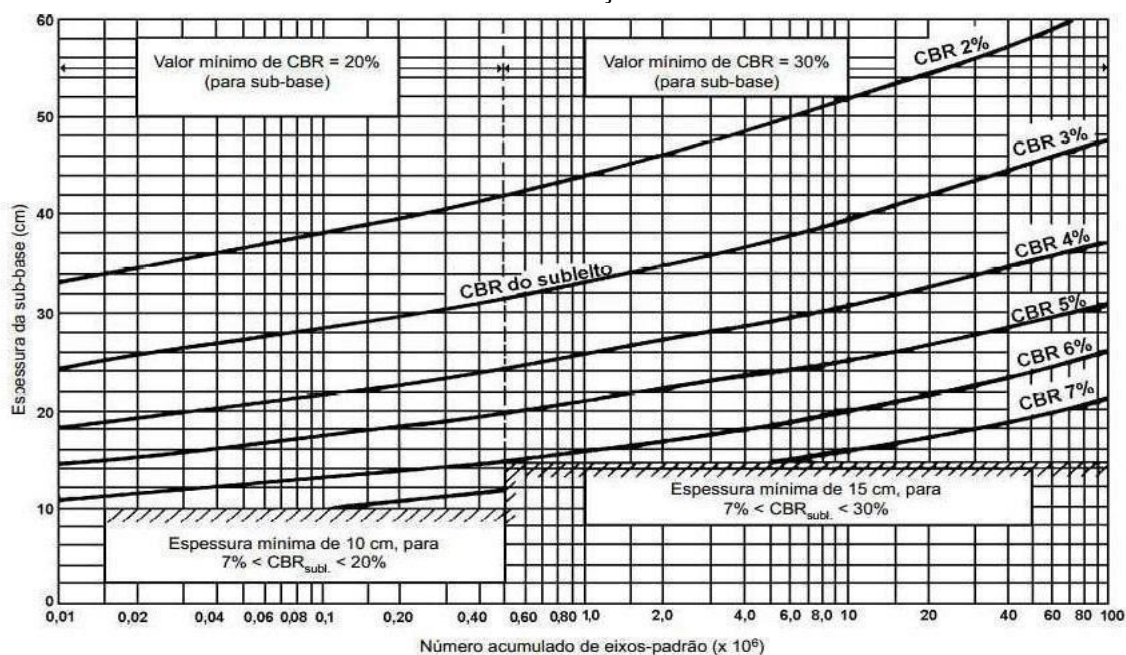
3.5. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO INTERTRAVADO

Para o projeto de pavimentação com bloco de concreto intertravado, da via em estudo, foi considerado o procedimento adaptado pela ABCP no Estudo técnico nº 27, desenvolvido por Carvalho (1998), com base em um trabalho que originalmente foi apresentado pela BCA.

Nesse procedimento de acordo com Carvalho (1998), para dimensionamento das espessuras das camadas, são utilizados ábacos.

O primeiro ábaco, conforme a figura 24, utiliza-se para determinar a espessura da camada de sub-base, cujo valor é obtido em função do valor do ISC/CBR do subleito e do número de solicitações do eixo padrão, número N.

FIGURA 24- ÁBACO PARA DETERMINAÇÃO DA ESPESSURA DA SUB-BASE



FONTE: (CARVALHO,1998)

A análise do ábaco da figura 24, permitiu-se as seguintes considerações:

- 1) o material da sub-base deve possuir um valor de ISC/CBR mínimo de 20%, se $N < 0,5 \times 10^6$;
- 2) o material da sub-base deve possuir um valor de ISC/CBR mínimo de 30%, se $N \geq 0,5 \times 10^6$;
- 3) o material da sub-base deve possuir um valor de ISC/CBR $\geq 20\%$ e, se $N < 0,5 \times 10^6$ não vai ser preciso a camada de sub-base;
- 4) o material da sub-base deve possuir um valor de ISC/CBR $\geq 30\%$ e se $N \geq 0,5 \times 10^6$ não vai ser preciso camada de sub-base.

Sendo assim, considerando o número $N_{FEC/USACE}$ calculado em $6,88 \times 10^6$ e CBR do subleito igual a 8,20%, de acordo com o ábaco (Figura 18), tem-se $H_t = 15$ cm cujo tipo adotado foi de brita graduada simples

Conforme especificação do Manual de Pavimento Intertravado (ABCP, 2010) para a camada de assentamento compactada, recomenda-se uma espessura entre 3,0 e

4,0 cm, sendo ideal para uma correta distribuição dos carregamentos, devendo ainda, a umidade da areia estar entre 3,0% a 7,0% no momento da aplicação. Sendo então adotada para dimensionamento, a espessura de 5,0cm para o colchão de areia.

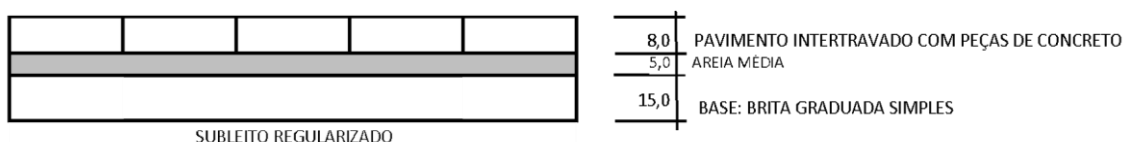
Por fim, o dimensionamento da camada de rolamento, a espessura e resistência mínima dos blocos foram determinados em função do número N, conforme quadro 20. Dessa forma, adotou-se a espessura de 8,0 cm, para a espessura das peças de concreto da camada de rolamento, conforme ilustrado na figura 25.

QUADRO 20 - ESPESSURA E RESISTÊNCIA EM FUNÇÃO DO TRÁFEGO

TRÁFEGO	ESPESSURA REVESTIMENTO	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO SIMPLES
$N \leq 5 \times 10^5$	6,0 cm	35 MPa
$5 \times 10^5 < N < 10^7$	8,0 cm	35 a 50 MPa
$N > 10^7$	10,0 cm	50 MPa

FONTE: (ABCP, 2010)

FIGURA 25– DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA DO PAVIMENTO



FONTE: (OS AUTORES, 2021)

3.6 DISTÂNCIAS MÉDIAS DE TRANSPORTE (DMT)

A planilha da tabela 11 descreve as distâncias médias de transporte divididas em local e comercial, pavimentada e não pavimentada de cada material considerado para o orçamento. Destaca-se que foi considerado que os materiais para produção do concreto

asfáltico usinado a quente estão sendo enviados para a Usina Venturi Zen, e de lá, a massa asfáltica como um todo é enviada para a obra. Para os itens de concreto de cimento Portland que também necessitam de usinagem, considerou-se o envio dos materiais para a Concreteira Basefort e de lá, o concreto já usinado, segue para o segmento em questão.

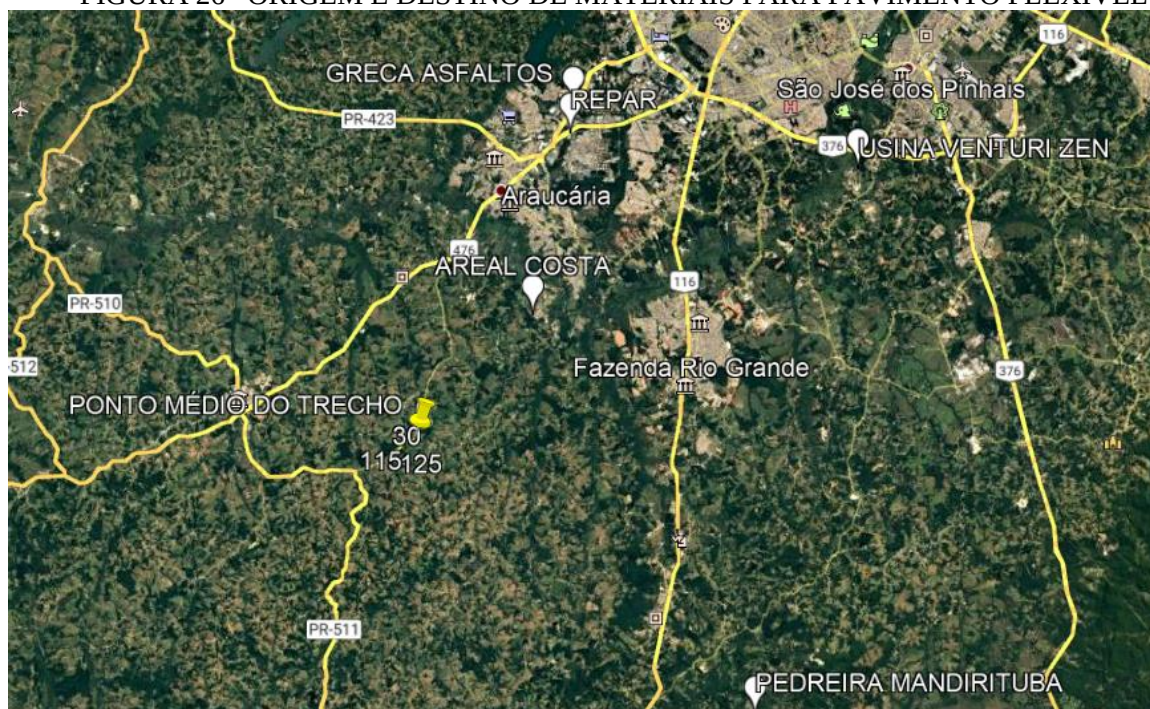
TABELA 11 - DISTÂNCIAS MÉDIAS DE TRANSPORTE

	Item	Origem	DMT (km)				total (km)	transporte
			Comercial		Local			
			Pav.	N/Pav.	Pav.	N/Pav.		
Destino: Trecho (Obra)	Areia	Areal Costa			2,2	8,1	10,3	8,16
	Macadame	Pedreira Mandirituba		1,1	12,5	17,5	31,1	21,07
	Brita	Pedreira Mandirituba		1,1	12,5	17,5	31,1	21,07
	Cimento	Itambé	10,7	2,7	30,0		43,4	26,05
	EAI	Greca Asfaltos			17,3	2,7	20,0	35,21
	Emulsão Asfáltica RR-1C	Greca Asfaltos			17,3	2,7	20,0	35,21
	Artefatos de Concreto	Tubovan			13,7	2,7	16,4	11,08
	Massa Asfáltica	Usina de asfalto Venturi Zen	2,7	4,6	30,0		37,3	49,05
	Rachão	Pedreira Mandirituba		1,1	12,5	17,5	31,1	21,07
Destino: Petrobrás - Usina	Areia - Usina	Cotagron Minérios				1,0	1,0	2,10
	Brita - Usina	Cotagron Minérios				1,0	1,0	2,10
	Fornecimento de CAP-50/70	Repar-Araucária			19,2		19,2	34,80
	Cal Hidratada CH-1	CAL CEM (Colombo)	25,0		30,0		55,0	53,06
	Cimento Portland	Itambé	23,8		30,0		53,8	26,20

FONTE: (OS AUTORES, 2021)

Na figura 26 apresenta-se uma foto aérea com a identificação das origens e destino dos materiais considerados para a estrutura de pavimento flexível, com destaque para esses pontos com marcadores brancos. Já o ponto médio do trecho, está destacado com marcador de cor amarela. Destaca-se que foi considerado que os insumos para produção do concreto asfáltico seriam levados para a *Usina Venturi Zen*, e de lá seguiriam para o segmento em questão.

FIGURA 26– ORIGEM E DESTINO DE MATERIAIS PARA PAVIMENTO FLEXÍVEL

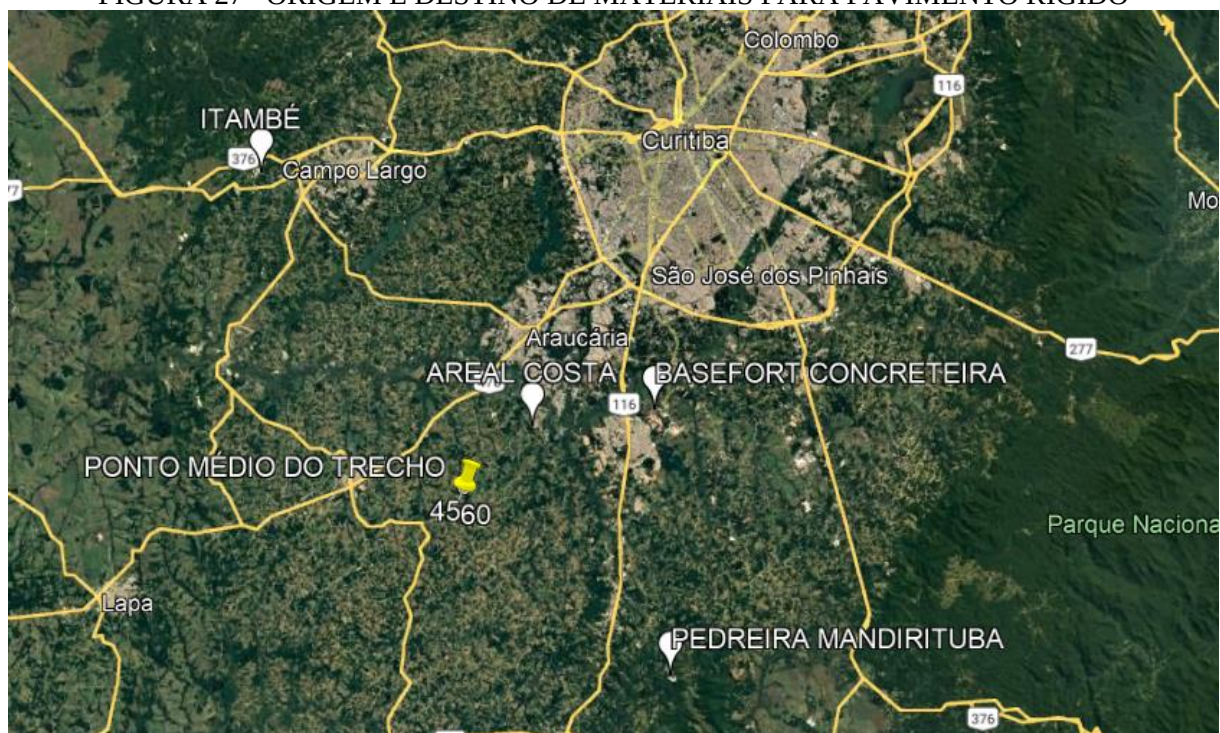


FONTE: (GOOGLE EARTH, 2021)

map

Na figura 27 apresenta-se uma foto aérea com a identificação das origens e destino dos materiais considerados para a estrutura de pavimento rígido de concreto Portland, com destaque para esses pontos com marcadores brancos. Assim como na figura anterior, o ponto médio do trecho está destacado com marcador de cor amarela. Neste caso, considerou-se que os produtos de cimento Portland saíam da *Basefort Concreteira* com destino ao ponto médio do trecho.

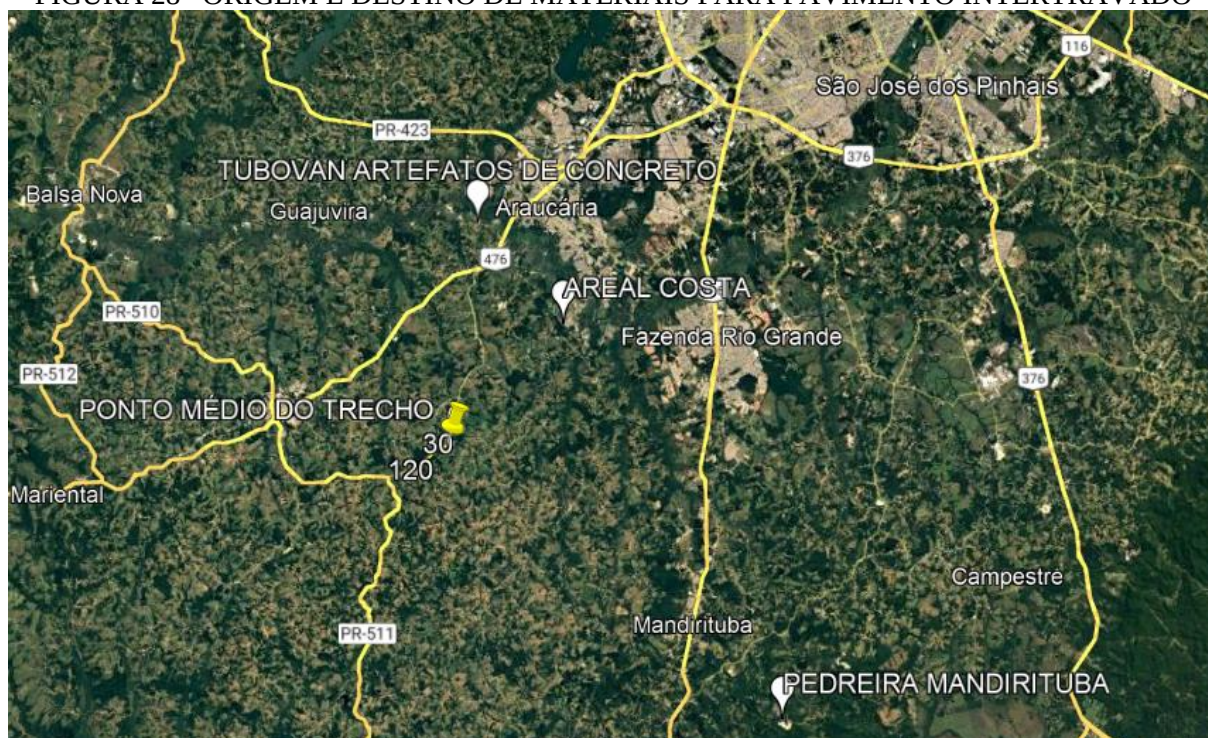
FIGURA 27– ORIGEM E DESTINO DE MATERIAIS PARA PAVIMENTO RÍGIDO



FONTE: (GOOGLE EARTH, 2021)

Na figura 28 apresenta-se uma foto aérea com a identificação das origens e destino dos materiais considerados para a estrutura de pavimento intertravado, com destaque para esses pontos com marcadores brancos. Assim como nas figuras anteriores, o ponto médio do trecho está destacado com marcador de cor amarela. As peças de cimento foram consideradas como provenientes da *Tubovan Artefatos de Concreto*.

FIGURA 28— ORIGEM E DESTINO DE MATERIAIS PARA PAVIMENTO INTERTRAVADO



FONTE: (GOOGLE EARTH, 2021)

3.7 PLANILHAS ORÇAMENTÁRIAS

Com base nos dimensionamentos definidos nos itens 3.2, 3.3 e 3.4, nas características da via apresentadas no item 3.1, e nas distâncias médias de transporte estabelecidas no item 3.5, chegou-se aos seguintes orçamentos apresentados na Tabela 12.

Ressalta-se que, para esse comparativo orçamentário, foram desprezados percentuais de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI) e assumindo-se valores com desoneração. Para tanto, foi utilizado o seguinte referencial de preços, do Estado do Paraná:

- Relatório de Composição do Serviço (DER-PR) de janeiro/2021.

As composições de custo utilizadas para a definição dos orçamentos apresentados nas tabelas 12, 13 e 14 estão apresentadas no Apêndice B.

Para todos os materiais considerados na estrutura, a dmt consequente está representada na tabela LL. Destaca-se ainda, que foi considerado o serviço de Regularização do Subleito para todos os tipos de estrutura, com a mesma área.

A primeira opção apresentada é a do pavimento flexível, por ser a mais usual dentre as três opções apresentadas. Possui itens de ligantes asfálticos que representam 37% do valor total da estrutura apresentada, conforme pode ser analisado na tabela 12, ficando como a opção intermediária, sendo mais onerosa que a opção em pavimento intertravado e mais econômica que a pavimentação rígida. Para essa estrutura, considerou-se o transporte dos materiais componentes do cimento asfáltico para a usina, e da mistura de cimento asfáltico pronta da usina para a obra. Para os demais itens, considerou-se o transporte diretamente para a obra.

TABELA 12– PLANILHA ORÇAMENTÁRIA – PAVIMENTO FLEXÍVEL
PLANILHA ORÇAMENTÁRIA - Flexível

ITEM	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UNIDADE	QUANT.	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO UNIT. COM BDI	TOTAL (R\$)
1.	PAVIMENTAÇÃO - FLEXÍVEL					R\$ 2.376.334,09
1.1	Regularização compac.subleito 100% PN (A)	m2	20.934,20	2,67	2,67	55.894,31
1.2	Macadame hidráulico	m3	4.814,87	93,03	115,27	555.009,60
1.3	Brita Graduada	m3	3.140,13	101,40	120,98	379.892,92
1.4	Imprimação impermeab. exclusive fornec. da emulsão	m2	20.934,20	0,31	0,31	6.489,60
1.5	Pintura de ligação exclusive fornec. da emulsão	m2	41.868,40	0,19	0,19	7.954,99
1.6	CBUQ (Quantidade menor que 10000 toneladas)	t	3.768,16	117,23	131,05	493.816,84
1A	LIGANTES ASFALTICOS					R\$ 877.275,83
1.7	Emulsão Asfáltica para imprimção EAI	t	11,00	2.803,16	2.814,24	30.956,64
1.8	Emulsão Asfáltica RR-1C	t	51,00	2.353,66	2.364,74	120.601,74
1.9	Fornecimento de CAP-50/70	t	215,00	3.340,63	3.375,43	725.717,45

FONTE: (OS AUTORES, 2021)

A segunda opção apresentada é a do pavimento rígido que, apesar de ser muito utilizada, ainda não possui tanta competitividade se comparada ao método do pavimento flexível. É a opção mais onerosa, dentre as três apresentadas, conforme é mostrado na tabela 13. O concreto é o item mais representativo no total dessa estrutura.

TABELA 13– PLANILHA ORÇAMENTÁRIA – PAVIMENTO RÍGIDO
PLANILHA ORÇAMENTÁRIA - Rígido - Placa de Concreto

ITEM	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UNIDADE	QUANT.	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO UNIT. COM BDI	TOTAL (R\$)
2.	PAVIMENTAÇÃO - RÍGIDO - PLACA DE CONCRETO					R\$ 2.847.511,59
2.1	Regularização compac.subleito 100% PN (A)	m2	20.934,20	2,67	2,67	55.894,31
2.2	Brita graduada tratada c/cimento (Cp=4%) 100% PI	m3	2.093,42	146,31	151,35	316.839,11
2.3	Concreto Fck = 35 Mpa, para placa de concreto	m3	4.605,52	459,15	533,38	2.456.494,39
2.4	Aço CA-60 fornec. dobr. Colocação	kg	1.001,85	18,25	18,25	18.283,78

FONTE: (OS AUTORES, 2021)

Já a terceira e última opção apresentada é a do pavimento intertravado que é pouco utilizada mas se torna a opção mais econômica, o que é corroborado pela tabela 14. Para essa estrutura, considerou-se que todos os materiais iriam direto para a obra, inclusive os blocos de concreto.

TABELA 14– PLANILHA ORÇAMENTÁRIA – PAVIMENTO INTERTRAVADO
PLANILHA ORÇAMENTÁRIA - Intertravado - Paver

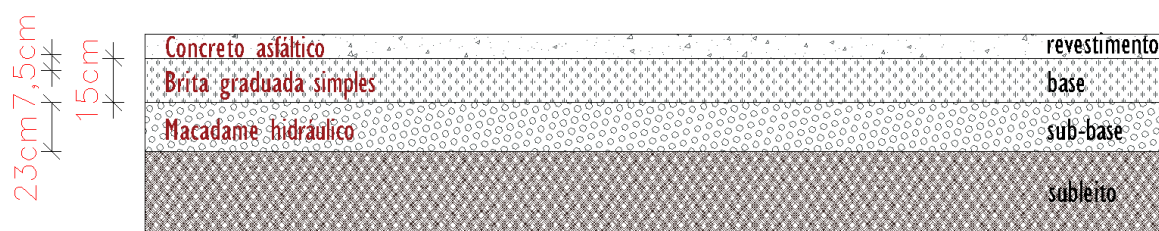
ITEM	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UNIDADE	QUANT.	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO UNIT. COM BDI	TOTAL (R\$)
3.	PAVIMENTAÇÃO - INTERTRAVADO - PAVER					R\$ 2.045.143,62
2.1	Regularização compac.subleito 100% PN (A)	m2	20.934,20	2,67	2,67	55.894,31
3.1	Pavimento c/ bloco intertravado concreto (Paver-cor natural) e= 8cm.	m2	20.934,20	56,68	71,86	1.504.331,61
3.2	Areia - colchão de 5,0 cm	m3	1.046,71	62,29	71,67	75.017,70
3.2	Areia - selagem dos blocos	m3	418,68	62,29	71,67	30.007,08
3.3	Brita Graduada	m3	3.140,13	101,40	120,98	379.892,92

FONTE: (OS AUTORES, 2021)

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

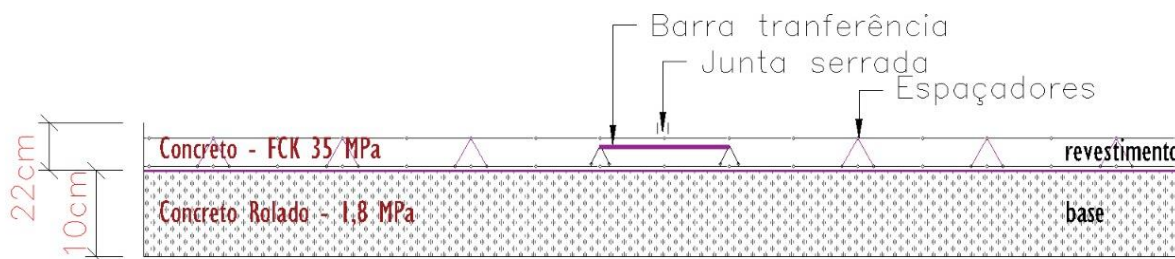
Após análise dos dados levantados e posterior dimensionamento das três soluções estruturais propostas nesse TCC, chegou-se as seções tipo apresentadas nas figuras 29, 30 e 31.

FIGURA 29– SEÇÃO TIPO EM PAVIMENTO FLEXÍVEL



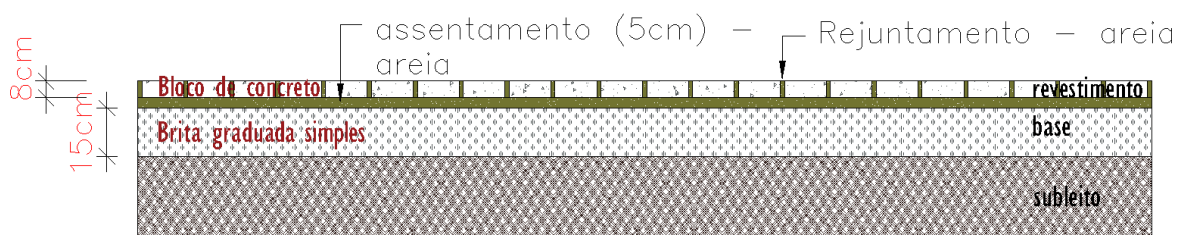
FONTE: (OS AUTORES, 2021)

FIGURA 30– SEÇÃO TIPO EM PAVIMENTO RÍGIDO



FONTE: (OS AUTORES, 2021)

FIGURA 31– SEÇÃO TIPO EM PAVIMENTO INTERTRAVADO



FONTE: (OS AUTORES, 2021)

Em relação aos custos, utilizando as dmts apresentadas no Capítulo 3, e com os materiais indicados nas seções tipo das figuras 29, 30 e 31, chegou-se ao total apresentado na tabela a seguir.

TABELA 15– TABELA COMPARATIVA

TABELA COMPARATIVA			
TIPO DE PAVIMENTO	CUSTO TOTAL	SITUAÇÃO	ANÁLISE
PAVIMENTO FLEXÍVEL	R\$2.376.334,09	INTERMEDIÁRIA	ECONOMIA DE R\$471.177,50 EM RELAÇÃO À OPÇÃO MAIS ONEROSA E GASTO DE R\$331.190,47 A MAIS EM RELAÇÃO À OPÇÃO MAIS ECONÔMICA.
PAVIMENTO RÍGIDO (CONCRETO)	R\$2.847.511,59	MAIS ONEROSA	GASTO DE R\$ 802.367,97 A MAIS EM RELAÇÃO À OPÇÃO MAIS ECONÔMICA E DE R\$471.177,50 EM RELAÇÃO À OPÇÃO INTERMEDIÁRIA.
PAVIMENTO INTERTRAVADO (PAVER)	R\$2.045.143,62	MAIS ECONÔMICA	ECONOMIA DE R\$802.367,97 EM RELAÇÃO À OPÇÃO MAIS ONEROSA E DE R\$331.190,47 EM RELAÇÃO À OPÇÃO INTERMEDIÁRIA.

FONTE: (OS AUTORES, 2021)

Considerando-se as mesmas condições de implantação para as três soluções propostas, incluindo a consideração de tráfego para 20 anos de vida útil para todos os casos, o pavimento flexível resultou em um custo inicial de construção R\$ 2.376.334,09 (dois milhões, trezentos e setenta e seis mil, trezentos e trinta e quatro reais e nove centavos) para os 2.990,6 km de projeto R\$794,60/km. Para o pavimento rígido os dados obtidos foram de R\$ 2.847.511,59 (dois milhões, oitocentos e quarenta e sete mil, quinhentos e onze reais e cinquenta e nove centavos) para todo o trecho ou R\$ 952,15/km, sendo que para o pavimento intertravado, tem-se o valor mais baixo dentre as opções apresentadas, resultando em um montante de R\$2.045.143,62 (dois milhões, quarenta e cinco mil, cento e quarenta e três reais e sessenta e dois centavos) para o segmento todo, ficando 683,85/km.

O pavimento intertravado, o menos oneroso dos três, apresenta solução com valor muito próximo ao do pavimento flexível, sendo este apenas 16% mais caro que o primeiro. Ressalta-se ainda que os blocos de concreto representam 73% do montante do orçamento, e a camada de base dessas duas estruturas é a mesma – 15 cm de brita

graduada simples. Neste caso, o pavimento intertravado realmente apresenta vantagem econômica, entretanto, para grandes extensões há de se considerar também a capacidade produtiva das fábricas de artefatos de concreto.

A estrutura de pavimento rígido de Concreto Portland, resultou no orçamento mais caro entre os três. Em relação ao pavimento intertravado, resultou em valor 39% mais caro. Já em comparação ao pavimento flexível, a estrutura rígida ficou aproximadamente 20% mais cara. Essa diferença entre o pavimento rígido e o flexível diminuiu muito na região em estudo nos últimos 5 anos devido aos aumentos consecutivos do cimento asfáltico e dos materiais betuminosos em geral. Além disso, a estrutura de pavimento rígido se mostrou a mais esbelta, o que, dependendo da obra, se torna um ponto bastante relevante para a exequibilidade.

Ainda, diante do exposto, é necessário levar em consideração outros tópicos importantes como, por exemplo, métodos construtivos de cada tipo de pavimentação descrito. Apesar da solução com pavimento intertravado ter se apresentado como a menos onerosa, tal método é ainda pouco usual no ramo da pavimentação rodoviária, o que faz com que a execução do projeto se torne um ponto importante a ser analisado. Para a solução de concreto asfáltico, também deve ser observada com muito cuidado a distância de transporte, uma vez que a temperatura de transporte e de aplicação da mistura é bastante sensível. Já para o pavimento rígido de concreto Portland, destaca-se que as camadas cimentadas devem ser executadas com todo o controle tecnológico possível, e não podem ficar expostas à determinadas ações climáticas, dificultando a execução desse tipo de estrutura em locais onde não há mão-de-obra especializada ou em épocas muito úmidas.

Portanto, a depender do tipo de projeto que se está elaborando, é muito importante analisar cuidadosamente as opções disponíveis, pois isso pode significar uma grande economia.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente TCC teve como objetivo principal verificar qual a solução com melhor custo-benefício, dentre os três tipos de pavimentos propostos (flexível, rígido e intertravado), a partir de levantamentos de dados de estudos geotécnicos e de tráfego, gentilmente fornecidos pela Prefeitura de Araucária, os quais foram tratados e utilizados para dimensionamento estrutural de cada tipo proposto e feito isso foram realizados os respectivos levantamentos dos custos, sendo possível fazer um comparativo das três soluções, sob as mesmas condições de implantação.

Desta forma, dentro das condições de implantação analisadas, após elaboração dos dimensionamentos e levantamento de custos, o pavimento intertravado se mostrou menos oneroso do que os demais (flexível e rígido). Porém devido a sua pouca utilização no âmbito da pavimentação rodoviária) e empresas que atuem com essa metodologia, a execução desse tipo de pavimento poderia ser contenciosa. Neste sentido, o pavimento flexível, mostra-se mais interessante, tendo em vista, a sua ampla aplicação em todo país, dispondo de mão de obra qualificada e empresas capacitadas para uma execução mais assertiva e alinhada. Já quando se trata de pavimento rígido, para que seus custos com manutenção e conservação sejam menores ao longo dos anos, o que é um dos pontos mais favoráveis para essa metodologia de pavimentação, é necessário que a execução desse tipo de serviço seja realizada de maneira adequada e controlada, com muita precisão e conhecimento. Ainda assim, apesar de apresentar o maior custo de implantação, o pavimento rígido costuma ter vida útil mais longa. Neste trabalho, projetou-se todos os tipos de pavimento para um tráfego de 20 anos, afim de compatibilizar as soluções. Entretanto, salienta-se os pavimentos de concreto costumam ter vida útil sem apresentar defeitos estruturais severos mais longa que os pavimentos flexíveis. Há de se considerar ainda, que a exequibilidade do pavimento de concreto e de camadas cimentadas em geral é prejudicada pelo tempo chuvoso da região em que Araucária se localiza. Ou seja, esse tipo de estrutura não pode ficar exposta a determinadas ações climáticas, e podendo onerar ainda mais a obra de

implantação, uma vez que essa deverá ser paralisada até que o tempo se mantenha estável.

Ademais, destaca-se que muitas variáveis foram desconsideradas para a elaboração desse trabalho. Para facilitar a comparação, foram idealizadas situações perfeitas, o que na prática é muito difícil de ocorrer. Como exemplo disso, pode-se citar que foram considerados todos os demais projetos como iguais para as três formas de estruturas de pavimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

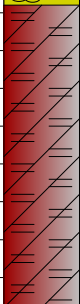
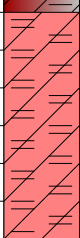
- 1 - Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 9781:2013. Peças de concreto para pavimentação - Especificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2013
- 2 - BERNUCCI, L.B. et al. - Pavimentação Asfáltica – Formação Básica para Engenheiros. 3ª ed. Rio de Janeiro: Imprinta, 2010, 504 p.
- 3 - CARVALHO, Marcos D. - Estudo Técnico – Pavimentação com peças pré-moldadas de concreto. Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, São Paulo, 1998.
- 4 - CRUZ, Luiz M. - Pavimento intertravado de concreto: estudo dos elementos e métodos de dimensionamento. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Ciências em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2003, 281 p.
- 5 - DENATRAN. Departamento Nacional de Trânsito. Portaria nº 63, de 31 de março de 2009. Brasília, 2009.
- 6 - DER/PR. Departamento de Estradas de Rodagem do Paraná – DER/PR. Diretoria Técnica – Coordenação de Custo e Orçamento. Informativo nº 001/2021 – DER/DT/CCO. Curitiba, 2021.
- 7 - DER/PR. Departamento de Estradas de Rodagem do Paraná – DER/PR. Diretoria Técnica – Coordenação de Custo e Orçamento. Metodologia para elaboração de orçamentos – Instrução 001/2016 – DER/PR. Curitiba, 2006.
- 8 - DNIT. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de pavimentação, 3. Ed. – Rio de Janeiro, 2006. 274p (IPR. Publ. 719).
- 9 - DNIT. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de pavimentos rígidos**, 2. Ed. – Rio de Janeiro, 2005. 234p (IPR. Publ. 714).

- 10 - DNIT. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Geral. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **NORMA DNIT 139/2010 – ES Pavimentação – Sub-base estabilizada granulometricamente – Especificação de Serviço.** Rio de Janeiro, 2010. 8p.
- 11 - IDD: Material didático da disciplina Estudos Geotécnicos ministrada pelo Professor Paulo Sergio Peterlini. Curitiba, Pr, 2018a.
- 12 - IDD: Material didático da disciplina de Estudos de Tráfego ministrada pelo Professor Paulo Sergio Peterlini. IDD, Curitiba, 2018b.
- 13 - IDD: Material didático da disciplina de Pavimentos Flexíveis ministrada pelo Professor Paulo Sergio Peterlini. IDD, Curitiba, 2018c.
- 14 - IDD: Material didático da disciplina Projeto de Pavimento Rígido ministrada pelo Professor Carlos Robert Giublin. Curitiba, 2018d.
- 15 - IDD: Material didático da disciplina de Conservação Rodoviária ministrada pelo Professor Rafael Teixeira. Curitiba, 2018e.
- 16 - MACHADO, R. **Estudo Aplicado da Solução de Projeto de Pavimentação para Pátio de Estacionamento de Ônibus.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Infraestrutura) – Centro de Engenharias da Mobilidade – Campus Joinville, Universidade Federal de Santa Catarina. Joinville, 2015, volume único, 95p.
- 17 - MACIEL, Anderson Brum, **Dossiê Técnico - Pavimentos Intertravados.** SENAI Virgílio Lunardi, Santa Rosa, 2007. 22 p.
- 18 - MARCHIONI, M. **Desenvolvimento de técnicas para caracterização de concreto seco utilizado na fabricação de peças de concreto para pavimentação intertravada.** Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica, Engenharia de Construção Civil e Urbana, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015.
- 19 - MPPR. **Ministério Público do Paraná. Mapa de Araucária.** Disponível em: <https://planejamento.mppr.mp.br/arquivos/Image/mapas/perfil_municipios/araucaria_parana_alfinete.png>. Acesso em: 07 de ago. de 2021.

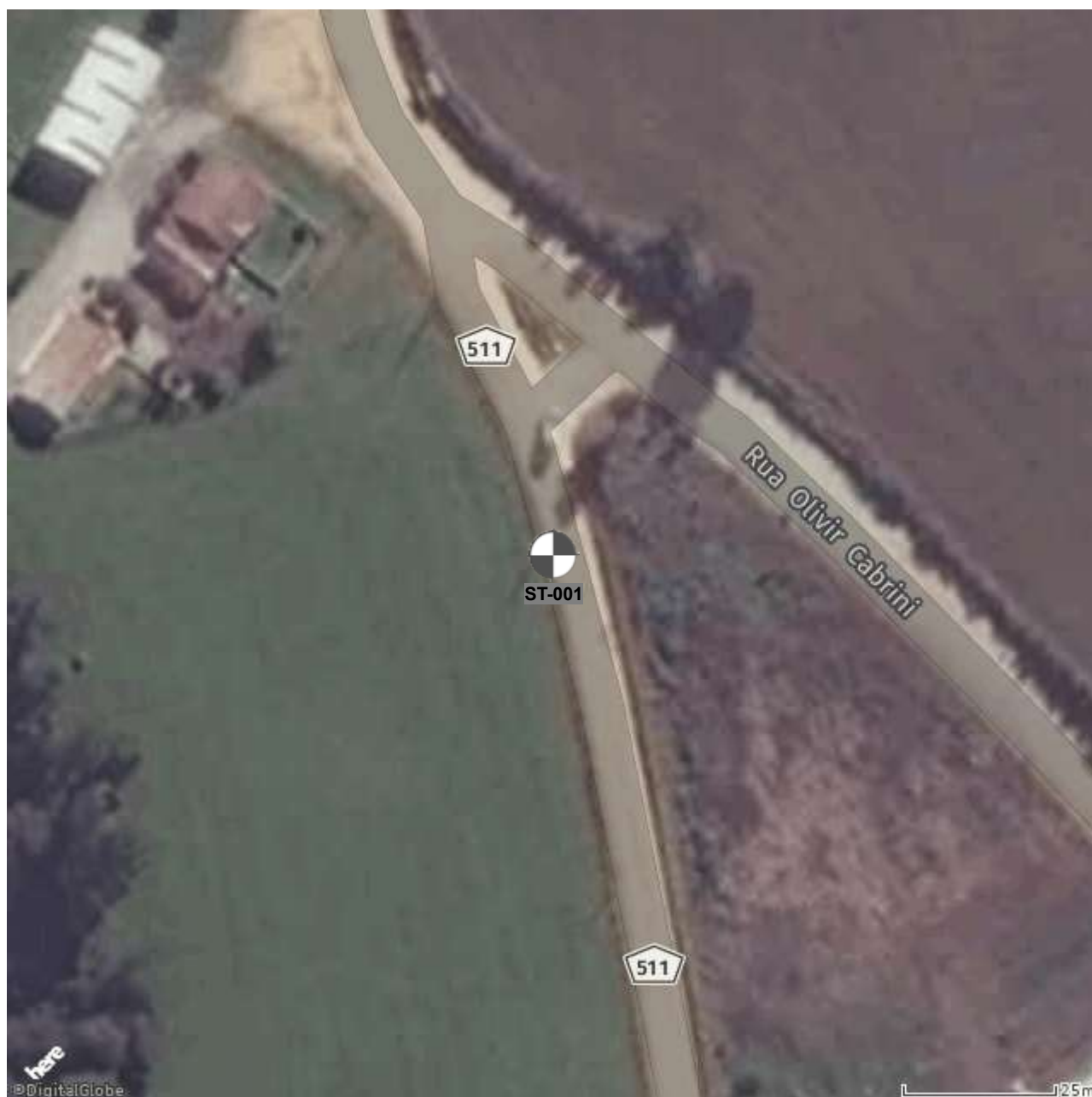
- 20 - MÜLLER, Rodrigo M. **Avaliação de transmissão de esforços em pavimentos intertravados de blocos de concreto.** Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Ciências em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2005, 256 p.
- 21 - PORTLAND, Associação Brasileira de Cimento. **Manual de Pavimento Intertravado.** Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, São Paulo, 2010. 36p.

- **APÊNDICES**

APÊNDICE A

		PARANÁ SOLOS				0021/18	
		Sondagem de Reconhecimento a Trado				ST-001	
		Cliente: Prefeitura de Araucária				Página 1/1	
		Obra: Sondagem e Coleta de Amostras				Data 05/11/2018	
		Local: Estrada Lagoa Grande, Araucária-PR				05/11/2018	
Escala vertical: 1:20		Cota da boca do furo: 0,00 m		Avanço por Trado			
		Revestimento: 0,00 m		Início	10 min	20 min	30 min
		Nível d'água: Ausente		-	-	-	-
Perfuração: TH-Trado Helicoidal				Coordenadas: 25,686222°S; 49,444194°O; WGS84			
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Cota (m)	Perfil	Prof. (m)	Classificação do Material		
Ausente (06/11/2018)	TH	0,00		0,00	Cascalho		
		0,18		0,18	Silte argiloso plástico, variegado / vermelho		
		1,00		1,00	Silte argiloso pouco plástico, laranja		
		1,60		1,60	LIMITE DE SONDAGEM		
Estrada do Cerne KM 21 Nº 21011, Centro Campo Magro - PR		Resp. Técnico Marcos Gonçalves Junior Engenheiro Civil - CREA PR-152117/D					

	PARANÁ SOLOS		0021/18
	Localização de Sondagem		Escala 1:1.016,98
	Cliente: Prefeitura de Araucária Obra: Sondagem e Coleta de Amostras		Página 1/1
	Local: Estrada Lagoa Grande, Araucária-PR		Data 05/11/2018 05/11/2018



ST-001	25,686222°S; 49,444194°O; WGS84; Cota 0,00 m	
	Estrada do Cerne KM 21 Nº 21011, Centro Campo Magro - PR	Resp. Técnico <u>Marcos Gonçalves Junior</u> Engenheiro Civil - CREA PR-152117/D

QUADRO RESUMO DE ENSAIOS

OBRA		Estrada da Lagoa Grande							
INTERESSADO: Prefeitura Municipal de Araucária					TRECHO:		DATA	05/12/2018	
Ponto		ST 01							
Lado		L.D.							
Coordenada									
Amostra		AD 01							
MATERIAL		SILTE							
		ARGILOSO							
CARACTERIZAÇÃO	% PASSANDO NAS PENEIRAS	3"							
		2 1/2"							
		2"							
		1 1/2"							
		1"							
		3/4"							
		1/2"	100,0						
		3/8"	99,9						
		Nº4	98,7						
		Nº10	96,9						
		Nº40	80,2						
		Nº200	65,6						
	L.L.		41						
	L.P.		34						
	I.P.		7						
	I.G.		6						
CLASSIFICAÇÃO T.R.B.		A-5							
CLASSIFICAÇÃO S.U.C.S.		M L							
Energia de compactação		Normal							
COMPACTAÇÃO	COMPACTAÇÃO	D. máx. (g/cm³)	1,647						
		hot (%)	18,0						
		EXPANSÃO (%)	3,0						
		ISC (%)	4,8						
UNIDADE NATURAL (%)		21,5							

PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass.

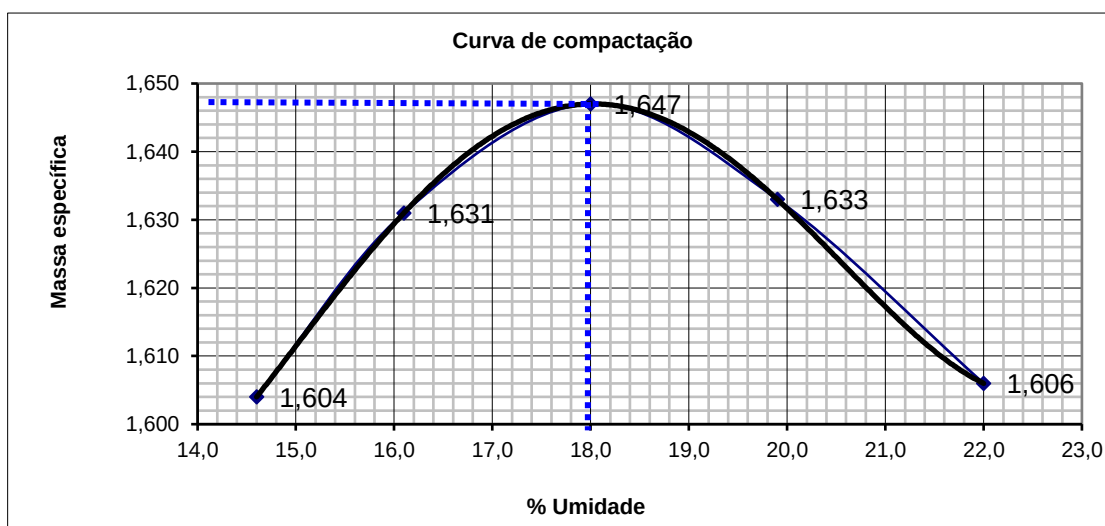
MARCOS GONCALVES JUNIOR
Engenheiro CIVIL CREA: PR 152117/D

Curitiba, 05 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-01 - Silte Argiloso Laranja
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

Peso das amostras (g)	5000	Energia de Compactação					Normal
CILINDRO N.º		224	52	11	46	41	
H ₂ O acrescentada (g)		500	600	700	800	900	
Peso cil.+solo úmido (g)		7490	7585	9530	9275	8685	
Peso cilindro (g)		3665	3635	5470	5180	4625	
Volume cilindro(cm ³)		2081	2085	2090	2091	2072	
Peso solo úmido (g)		3825	3950	4060	4095	4060	
Massa espe.aparente (g/cm³)		1,838	1,894	1,943	1,958	1,959	

CILINDRO N.º	224	52	11	46	41
Cápsula n.º	16	15	162	289	138
Peso cápsula (g)	101,24	108,66	99,51	102,16	94,26
Peso cápsula + solo úmido (g)	543,70	545,19	527,40	522,77	524,64
Peso cápsula + solo seco (g)	487,30	484,51	462,14	453,02	447,10
Peso H ₂ O (g)	56,40	60,68	65,26	69,75	77,54
Peso do solo seco (g)	386,06	375,85	362,63	350,86	352,84
Umidade (%)	14,6	16,1	18,0	19,9	22,0
Massa espe. aparente seca (g./cm³)	1,604	1,631	1,647	1,633	1,606

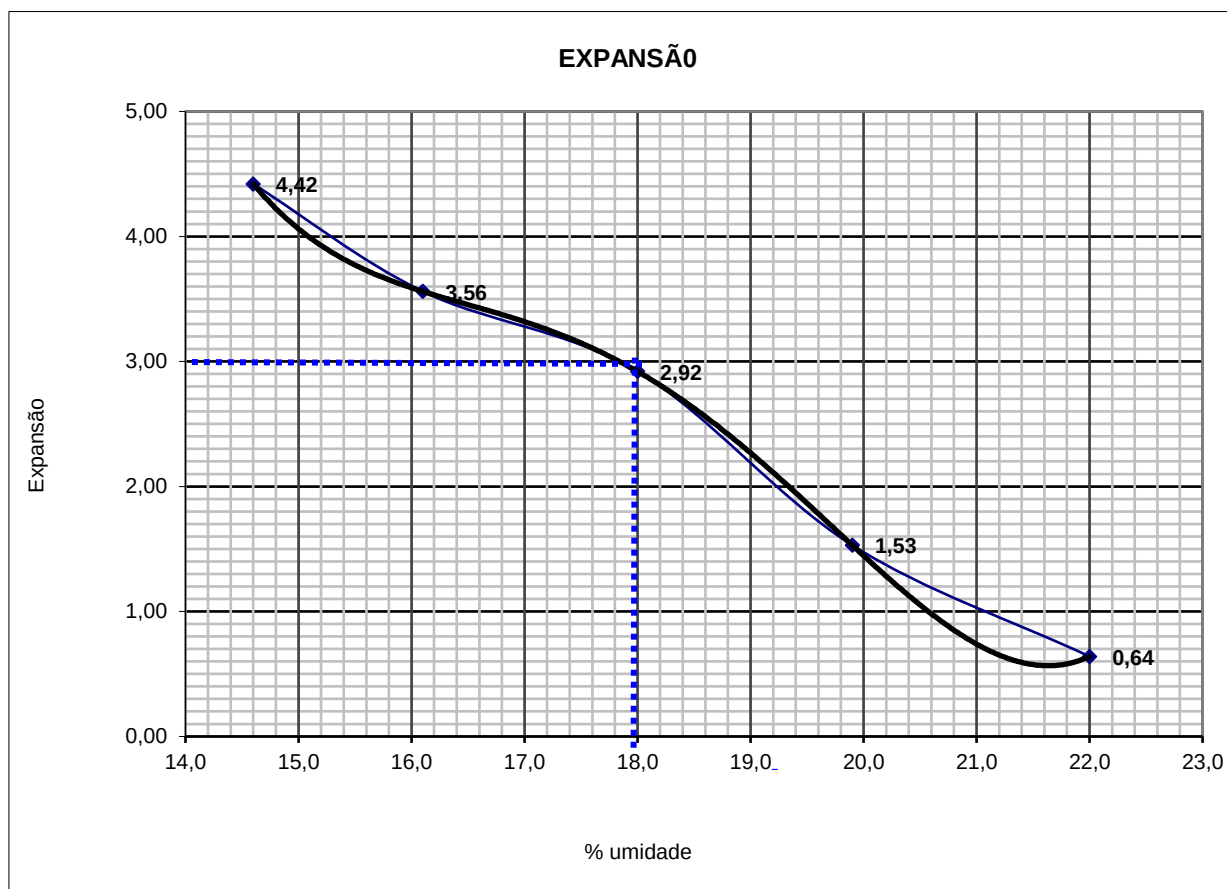


Massa espe. Aparente seca máxima (g/cm ³)	1,647
Umidade ótima (%)	18,0

Curitiba, 03 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-01 - Silte Argiloso Laranja
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

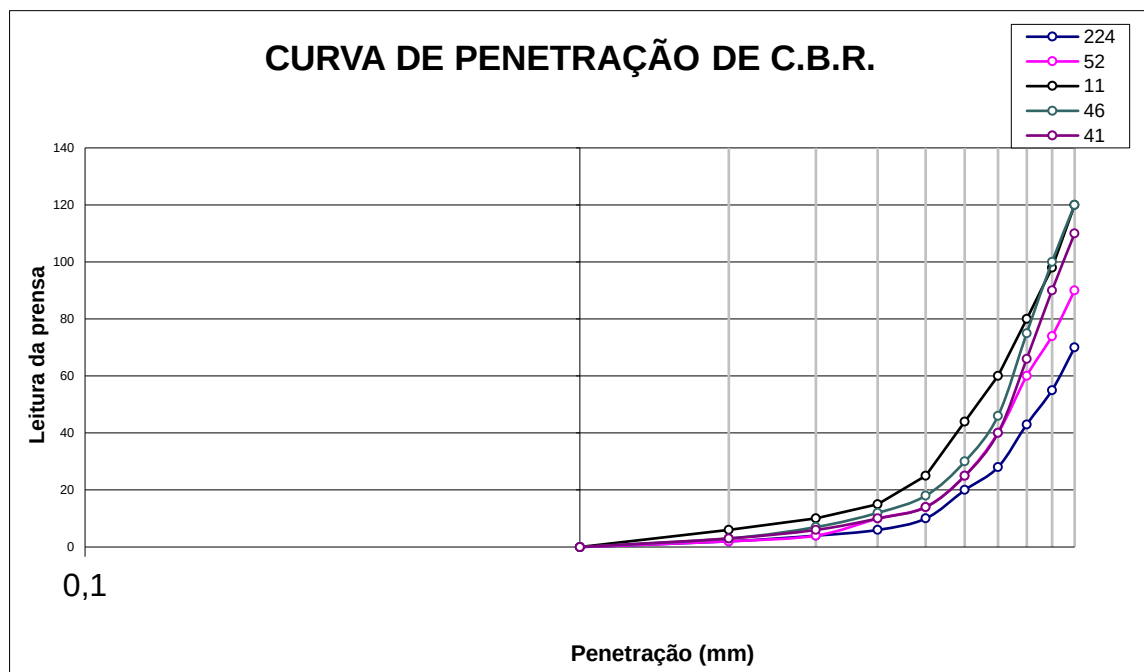
DETERMINAÇÃO DA EXPANSÃO					Alt.CP.(mm)	114
CILINDRO N.º	224	52	11	46	41	
Data da leitura inicial	12/11/18	12/11/18	12/11/18	12/11/18	12/11/18	12/11/18
Leitura inicial	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Data da leitura final	16/11/18	16/11/18	16/11/18	16/11/18	16/11/18	16/11/18
Leitura final	6,04	5,06	4,33	2,74	1,73	
Expansão (%)	4,42	3,56	2,92	1,53	0,64	
Umidade (%)	14,6	16,1	18,0	19,9	22,0	
					Úmidade ótima	18,0



Expansão (%)	3,0
--------------	-----

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-01 - Silte Argiloso Laranja
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

PENETRAÇÃO			Fator da prensa 0,085				
CILINDRO N.º			224	52	11	46	41
Carga padrão (kg)	Tempo (min.)	Penetração (mm)	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura
			0	0	0	0	0
	0,30"	0,63	2	2	6	3	3
	1' : 00"	1,27	4	4	10	7	6
	1' : 30"	1,90	6	10	15	12	10
1,350	2' : 00"	2,54	10	14	25	18	14
	3' : 00"	3,81	20	25	44	30	25
2,050	4' : 00"	5,08	28	40	60	46	40
	6' : 00"	7,62	43	60	80	75	66
	8' : 00"	10,16	55	74	98	100	90
	10' : 00"	12,70	70	90	120	120	110
C.B.R. (2,54)			1,2	1,7	3,0	2,2	1,7
C.B.R. (5,08)			2,3	3,2	4,8	3,7	3,2
C.B.R.			2,3	3,2	4,8	3,7	3,2

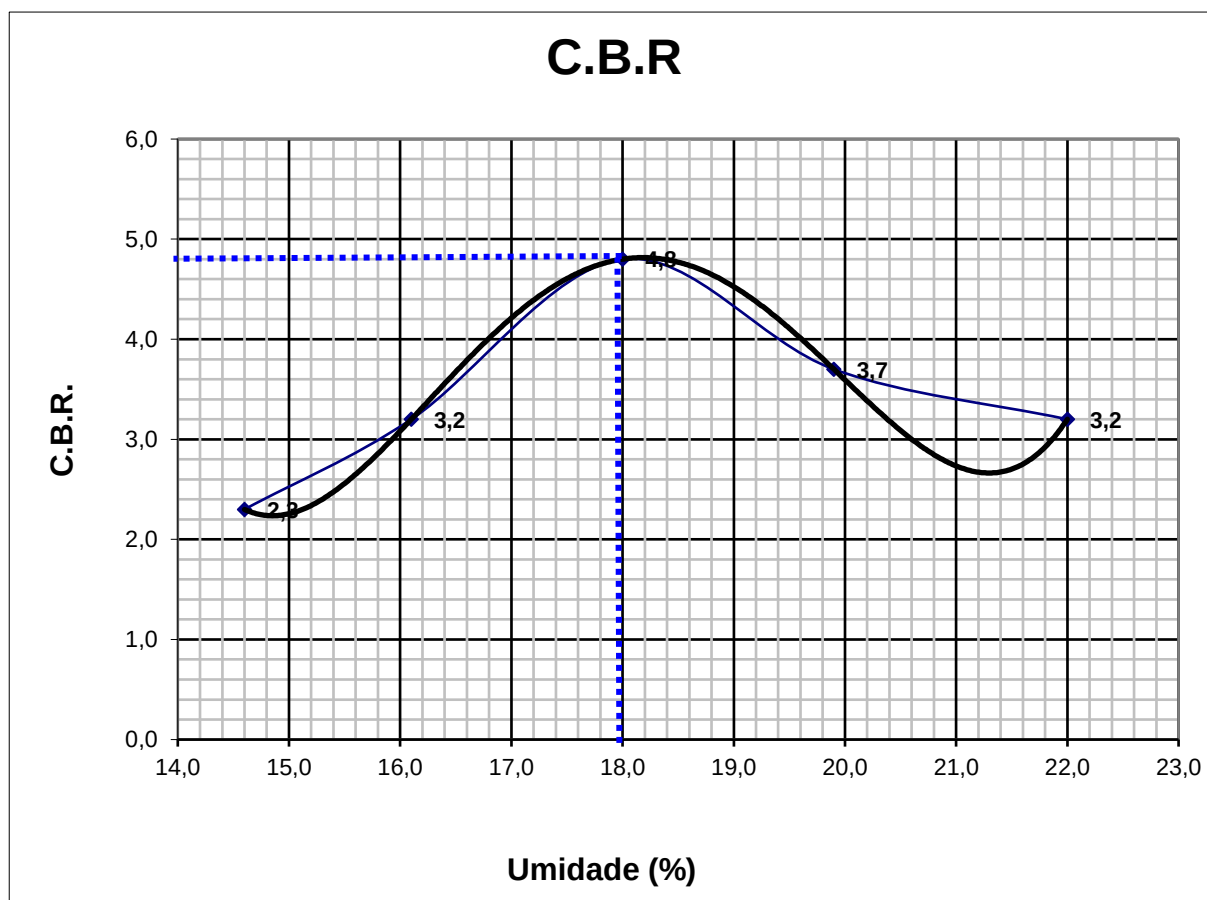


Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Obra:	Estrada Lagoa Grande
Amostra:	Amostra ST-01 - Silte Argiloso Laranja
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

DETERMINAÇÃO DO C.B.R.

CILINDRO N.º	224	52	11	46	41
C.B.R.	2,3	3,2	4,8	3,7	3,2
Umidade (%)	14,6	16,1	18,0	19,9	22,0

Umidade ótima (%)	Massa específica aparente seca máxima(g/cm ³)	Expansão (%)	C.B.R.
18,0	1,647	3	4,8



C.B.R. 4,8

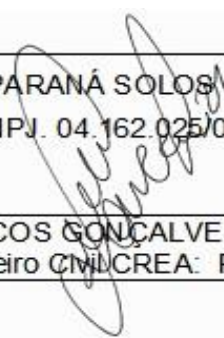
RELATÓRIO

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-01 - Silte Argiloso Laranja
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

DETERMINAÇÃO DA COMPACTAÇÃO E C.B.R. DNER ME 49/94

Energia aplicada	Normal
Umidade ótima (%)	18,0
Massa espe.apa. Seca máxima (g/cm ³)	1,647
Expansão (%)	3,0
C.B.R. / I.S.C (%)	4,8

PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass. 

MARCOS GONÇALVES JUNIOR
Engenheiro CMLCREA: PR 152117/D

Cutitiba, 05 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-01 - Silte Argiloso Laranja
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA SIMPLES - MÉTODO DNER-ME 80-84

PENEIRAMENTO GROSSO

Amostra total úmida (g)	1451,2
Solo seco retido peneira n.º 10 (g)	43,8
Solo úmido passado peneira n.º 10 (g)	1407,4
Solo seco passado peneira n.º 10 (g)	1357,7
Amostra total seca (g)	1401,5

PENEIRAS		RETIDO (g)	PASSADO (g)	% PASSANDO	% RETIDA
POL.	mm				
3-1/2"	88,9		1401,50	100,0	0,0
3"	76,2		1401,50	100,0	0,0
2-1/2"	63,5		1401,50	100,0	0,0
2"	50,8		1401,50	100,0	0,0
1-1/2"	38,1		1401,50	100,0	0,0
1-1/4"	31,7		1401,50	100,0	0,0
1"	25,4		1401,50	100,0	0,0
3/4"	19,1		1401,50	100,0	0,0
1/2"	12,7		1401,50	100,0	0,0
3/8"	9,52	2,0	1399,50	99,9	0,1
N.º 4	4,76	15,6	1383,90	98,7	1,1
N.º 10	2,00	26,2	1357,70	96,9	1,9

PENEIRAMENTO FINO

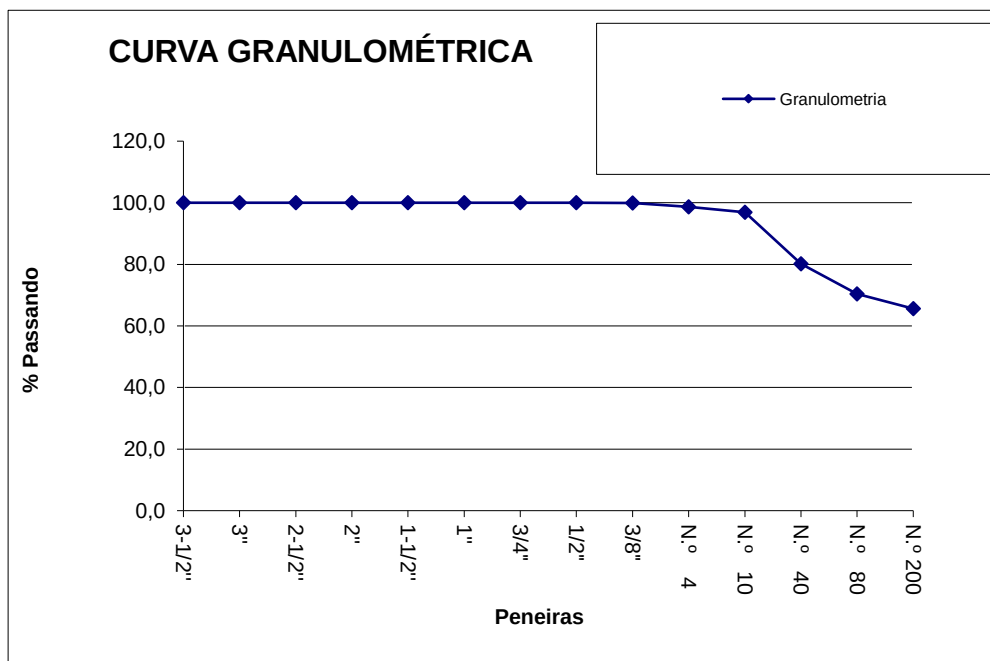
Solo úmido passado peneira n.º 10 (g)	150,2
Solo seco passado peneira n.º 10 (g)	144,8
Umidade higroscópica (%)	3,7

PENEIRAS		RETIDO (g)	PASSADO (g)	% PARCIAL PASSADA	% PARCIAL RETIDA	% TOTAL PASSADA	% TOTAL RETIDA
POL.	mm						
N.º 40	0,42	24,9	119,90	82,8	17,2	80,2	16,7
N.º 80	0,177	14,7	105,20	72,7	10,2	70,4	9,8
N.º 200	0,074	7,2	98,00	67,7	5,0	65,6	4,8

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-01 - Silte Argiloso Laranja
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA

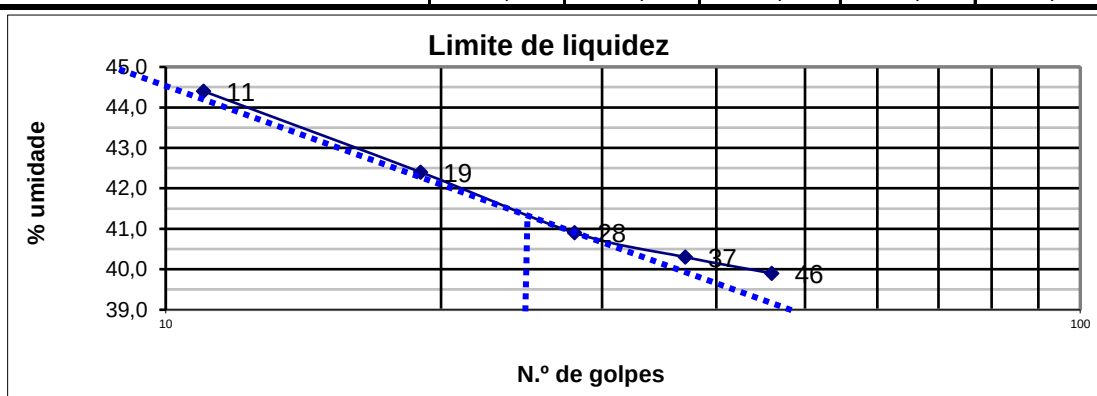
cáp. n.º	26	57	62
cáp + solo úmido (g)	69,29	69,43	69,64
cáp + solo seco (g)	67,57	67,81	68,08
tara (g)	19,80	24,99	24,86
Peso da água (g)	1,72	1,62	1,56
peso solo seco (g)	47,77	42,82	43,22
% D'água	3,60	3,78	3,61
Média higroscópica (%)	3,66		



Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-01 - Silte Argiloso Laranja
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

LIMITE DE LIQUIDEZ DNER-ME 44-71

cáp. n.º	15	151	196	28	185	
tara (g)	13,12	10,66	10,48	10,62	10,22	
cáp + solo úmido (g)	27,28	26,29	24,67	25,24	23,58	
cáp + solo seco (g)	23,24	21,80	20,55	20,89	19,47	
Num.de golpes	46	37	28	19	11	
Peso D'água (g)	4,04	4,49	4,12	4,35	4,11	
peso solo seco (g)	10,12	11,14	10,07	10,27	9,25	
% D'água	39,9	40,3	40,9	42,4	44,4	


LIMITE DE PLASTICIDADE DNER-ME 82-63

N.º DE PONTOS	4			MÉDIA	33,5	
cáp. n.º	10	307	150	233	318	
tara (g)	6,87	6,89	8,34	9,28	6,86	
cáp + solo úmido (g)	8,67	9,18	10,78	11,70	8,89	
cáp + solo seco (g)	8,23	8,59	10,17	11,09	8,38	
Peso D'água (g)	0,44	0,59	0,61	0,61	0,51	
peso solo seco (g)	1,36	1,70	1,83	1,81	1,52	
% D'água	32,35	34,71	33,33	33,70	33,55	
TOLERÂNCIA	MAX. 35,18			MIN. 31,83		

LIMITE DE LIQUIDEZ	41
LIMITE DE PLASTICIDADE	34

ÍNDICE DE PLASTICIDADE	7
------------------------	---

RELATÓRIO

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-01 - Silte Argiloso Laranja
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

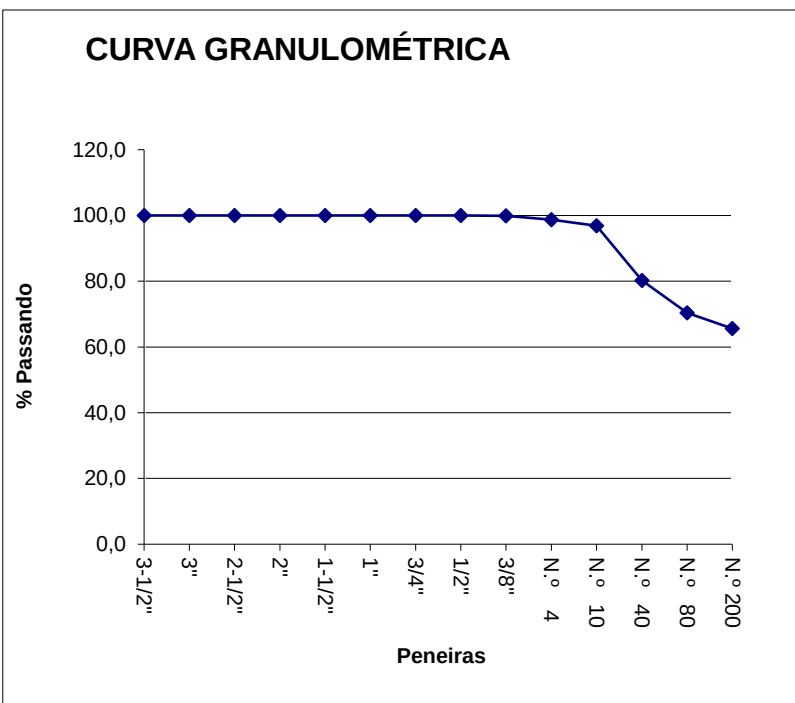
CARACTERIZAÇÃO DE AMOSTRA - DNER-ME 80-84 / DNER-ME 44-71 / DNER-ME 82-63

Limite de liquidez (%)	41
Limite de plasticidade (%)	34
Índice de plasticidade	7
Índice de grupo	6
Classificação T.R.B.	A- 5
Classificação unificada	M L

GRANULOMETRIA

PENEIRAS		%
POL.	mm	
3-1/2"	88,9	100,0
3"	76,2	100,0
2-1/2"	63,5	100,0
2"	50,8	100,0
1-1/2"	38,1	100,0
1"	25,4	100,0
3/4"	19,1	100,0
1/2"	12,7	100,0
3/8"	9,52	99,9
N.º 4	4,76	98,7
N.º 10	2,00	96,9
N.º 40	0,42	80,2
N.º 80	0,177	70,4
N.º 200	0,074	65,6

CURVA GRANULOMÉTRICA



PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass.

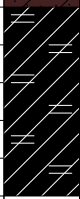
MARCOS GONÇALVES JUNIOR
Engenheiro CREA: PR 152117/D

Curitiba, 05 de dezembro de 2018

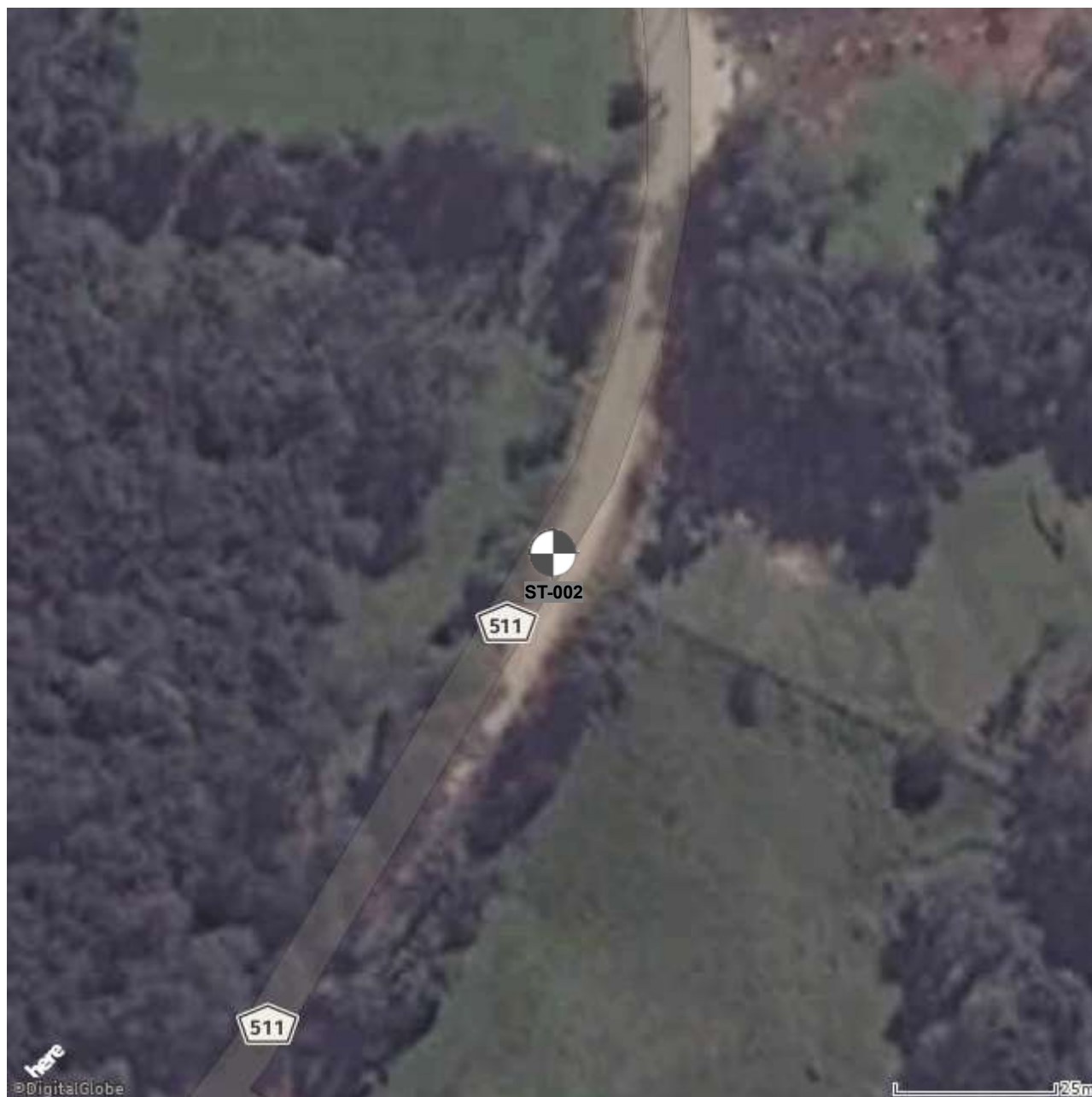
Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-01 - Silte Argiloso Laranja
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

FOTOS DA AMOSTRA



		PARANÁ SOLOS				0021/18	
		Sondagem de Reconhecimento a Trado				ST-002	
		Cliente: Prefeitura de Araucária				Página 1/1	
		Obra: Sondagem e Coleta de Amostras				Data 05/11/2018	
		Local: Estrada Lagoa Grande, Araucária-PR				05/11/2018	
Escala vertical: 1:20		Cota da boca do furo: 0,00 m		Avanço por Trado			
		Revestimento: 0,00 m		Início	10 min	20 min	30 min
		Nível d'água: Ausente		-	-	-	-
Perfuração: TH-Trado Helicoidal				Coordenadas: 25,687972°S; 49,444139°O; WGS84			
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Cota (m)	Perfil	Prof. (m)	Classificação do Material		
Ausente (06/11/2018)	TH	0,00		0,00	Areia com cascalho		
		0,15		0,15	Areia argilosa pouco plástica, marrom		
		1,10		1,10	Argila siltosa plástica, preta		
		1,60		1,60	LIMITE DE SONDAGEM		
Estrada do Cerne KM 21 Nº 21011, Centro Campo Magro - PR		Resp. Técnico Marcos Gonçalves Junior Engenheiro Civil - CREA PR-152117/D					

	PARANÁ SOLOS	0021/18
	Localização de Sondagem	Escala 1:1.016,97
	Cliente: Prefeitura de Araucária Obra: Sondagem e Coleta de Amostras Local: Estrada Lagoa Grande, Araucária-PR	Página 1/1 Data 05/11/2018 05/11/2018



ST-002	25,687972°S; 49,444139°O; WGS84; Cota 0,00 m	
	Estrada do Cerne KM 21 Nº 21011, Centro Campo Magro - PR	Resp. Técnico <u>Marcos Gonçalves Junior</u> Engenheiro Civil - CREA PR-152117/D

QUADRO RESUMO DE ENSAIOS

OBRA		Estrada da Lagoa Grande							
INTERESSADO: Prefeitura Municipal de Araucária					TRECHO:		DATA	05/12/2018	
Ponto		ST 02							
Lado		L.E.							
Coordenada									
Amostra		AD 02							
MATERIAL		ARGILA							
		SILTOSA							
CARACTERIZAÇÃO	% PASSANDO NAS PENEIRAS	3"							
		2 1/2"							
		2"							
		1 1/2"							
		1"							
		3/4"							
		1/2"	100,0						
		3/8"	100,0						
		Nº4	99,9						
		Nº10	99,0						
		Nº40	84,3						
		Nº200	60,3						
	L.L.		36						
	L.P.		5						
	I.P.		11						
	I.G.		5						
CLASSIFICAÇÃO T.R.B.		A-6							
CLASSIFICAÇÃO S.U.C.S.		M L							
Energia de compactação		Normal							
COMPACTAÇÃO	COMPACTAÇÃO	D. máx. (g/cm³)	1,602						
		hot (%)	21,4						
		EXPANSÃO (%)	0,5						
		ISC (%)	12,6						
UNIDADE NATURAL (%)		27							

PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass.

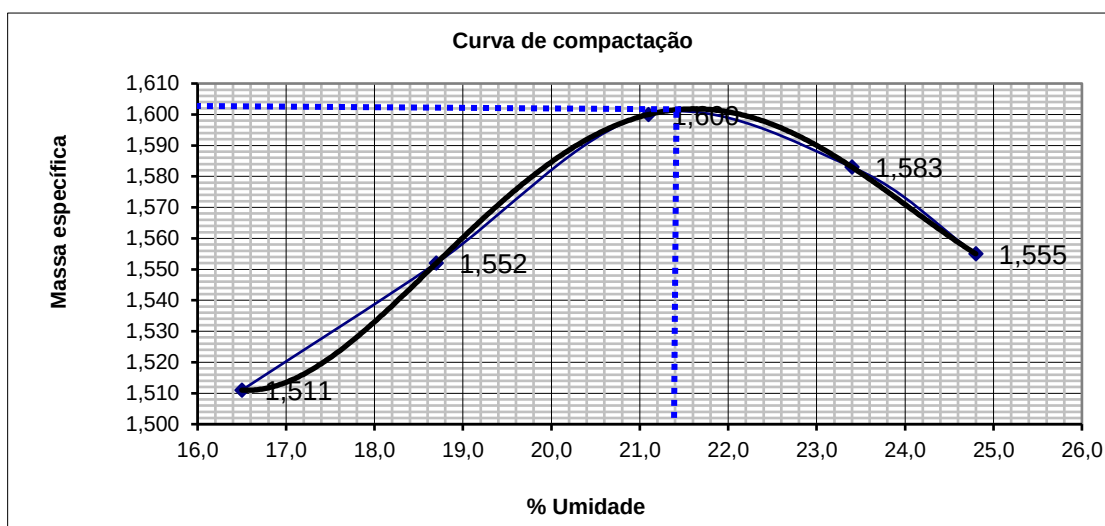
MARCOS GONCALVES JUNIOR
Engenheiro CIVIL CREA: PR 152117/D

Curitiba, 05 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-02 - Argila Siltosa Preta
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

Peso das amostras (g)	5000	Energia de Compactação					Normal
CILINDRO N.º		58	95	10	206	104	
H ₂ O acrescentada (g)		300	400	500	600	700	
Peso cil.+solo úmido (g)		7250	7605	8580	7870	9430	
Peso cilindro (g)		3560	3710	4585	3760	5385	
Volume cilindro(cm ³)		2097	2115	2063	2104	2084	
Peso solo úmido (g)		3690	3895	3995	4110	4045	
Massa espe.aparente (g/cm³)		1,760	1,842	1,937	1,953	1,941	

CILINDRO N.º	58	95	10	206	104
Cápsula n.º	350	127	152	355	80
Peso cápsula (g)	101,59	99,90	105,39	101,42	111,52
Peso cápsula + solo úmido (g)	535,73	528,50	537,28	540,75	529,23
Peso cápsula + solo seco (g)	474,24	460,98	462,10	457,40	446,15
Peso H ₂ O (g)	61,49	67,52	75,18	83,35	83,08
Peso do solo seco (g)	372,65	361,08	356,71	355,98	334,63
Umidade (%)	16,5	18,7	21,1	23,4	24,8
Massa espe. aparente seca (g./cm³)	1,511	1,552	1,600	1,583	1,555



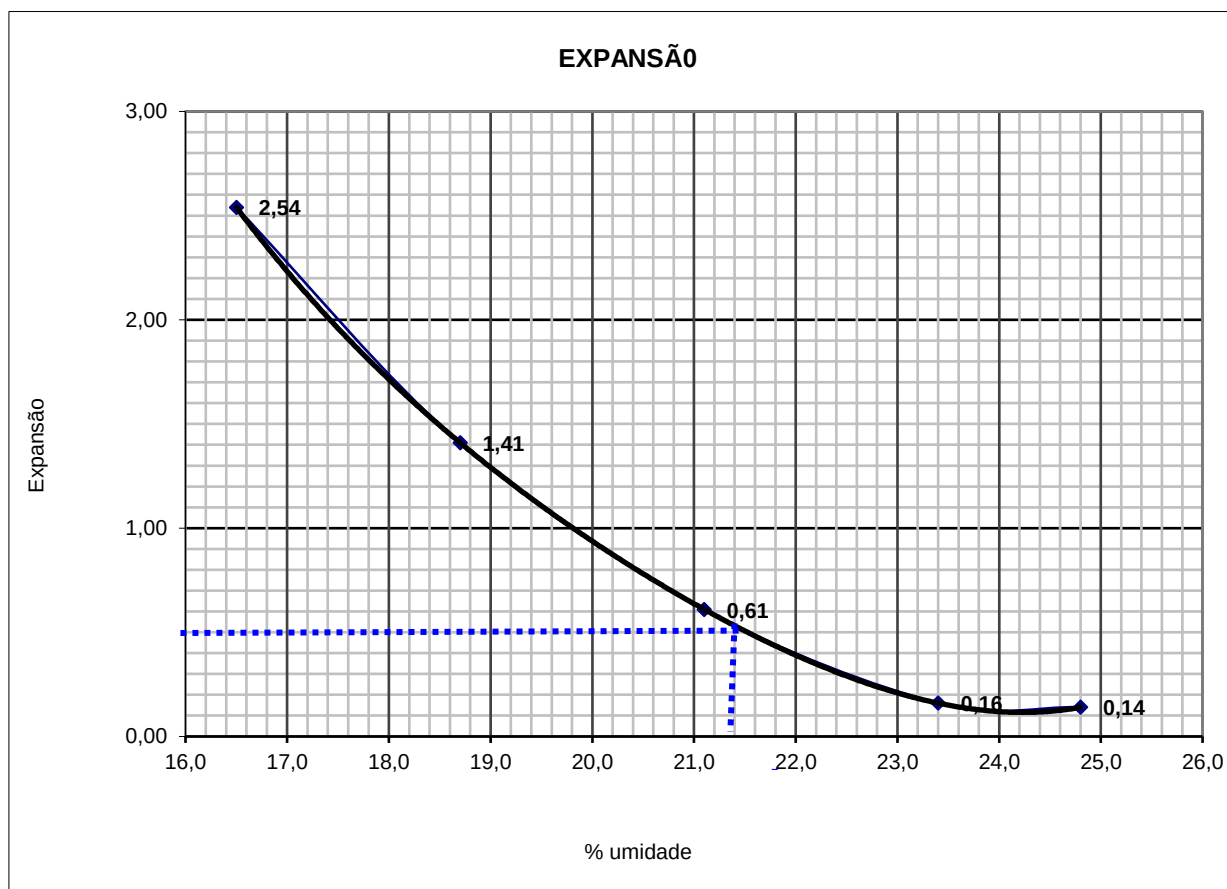
Massa espe. Aparente seca máxima (g/cm ³)	1,602
Umidade ótima (%)	21,4

Curitiba, 03 de dezembro de 2018

Interessado: Prefeitura Municipal de Araucária

Amostra: Obra: Estrada Lagoa Grande
Amostra ST-02 - Argila Siltosa Preta
Profundidade: 1,60m
Amostra Deformada
Amostra Coletada a trado

DETERMINAÇÃO DA EXPANSÃO					Alt.CP.(mm)	114
CILINDRO N.º	58	95	10	206	104	
Data da leitura inicial	14/11/18	14/11/18	14/11/18	14/11/18	14/11/18	14/11/18
Leitura inicial	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Data da leitura final	18/11/18	18/11/18	18/11/18	18/11/18	18/11/18	18/11/18
Leitura final	3,90	2,61	1,69	1,18	1,16	1,16
Expansão (%)	2,54	1,41	0,61	0,16	0,14	
Umidade (%)	16,5	18,7	21,1	23,4	24,8	
					Úmidade ótima	21,4

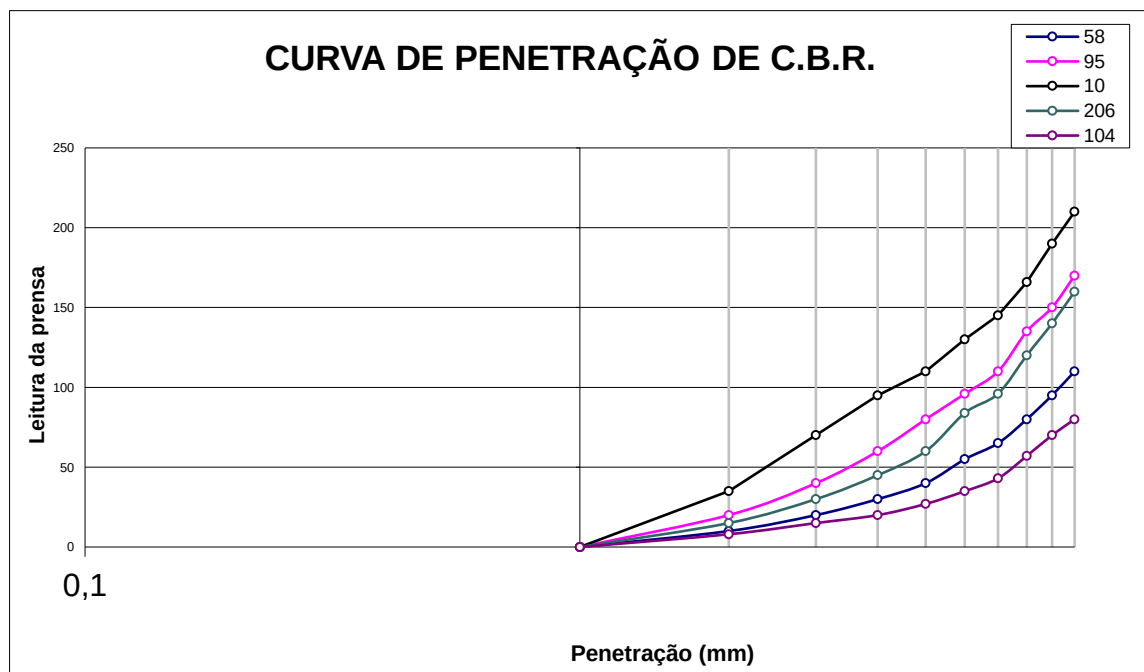


Expansão (%)

0,5

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-02 - Argila Siltosa Preta
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

PENETRAÇÃO			Fator da prensa 0,085				
CILINDRO N.º			58	95	10	206	104
Carga padrão (kg)	Tempo (min.)	Penetração (mm)	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura
			0	0	0	0	0
	0,30"	0,63	10	20	35	15	8
	1' : 00"	1,27	20	40	70	30	15
	1' : 30"	1,90	30	60	95	45	20
1,350	2' : 00"	2,54	40	80	110	60	27
	3' : 00"	3,81	55	96	130	84	35
2,050	4' : 00"	5,08	65	110	145	96	43
	6' : 00"	7,62	80	135	166	120	57
	8' : 00"	10,16	95	150	190	140	70
	10' : 00"	12,70	110	170	210	160	80
C.B.R. (2.54)			4,8	9,7	13,3	7,3	3,3
C.B.R. (5,08)			5,2	8,9	11,7	7,7	3,5
C.B.R.			5,2	9,7	13,3	7,7	3,5

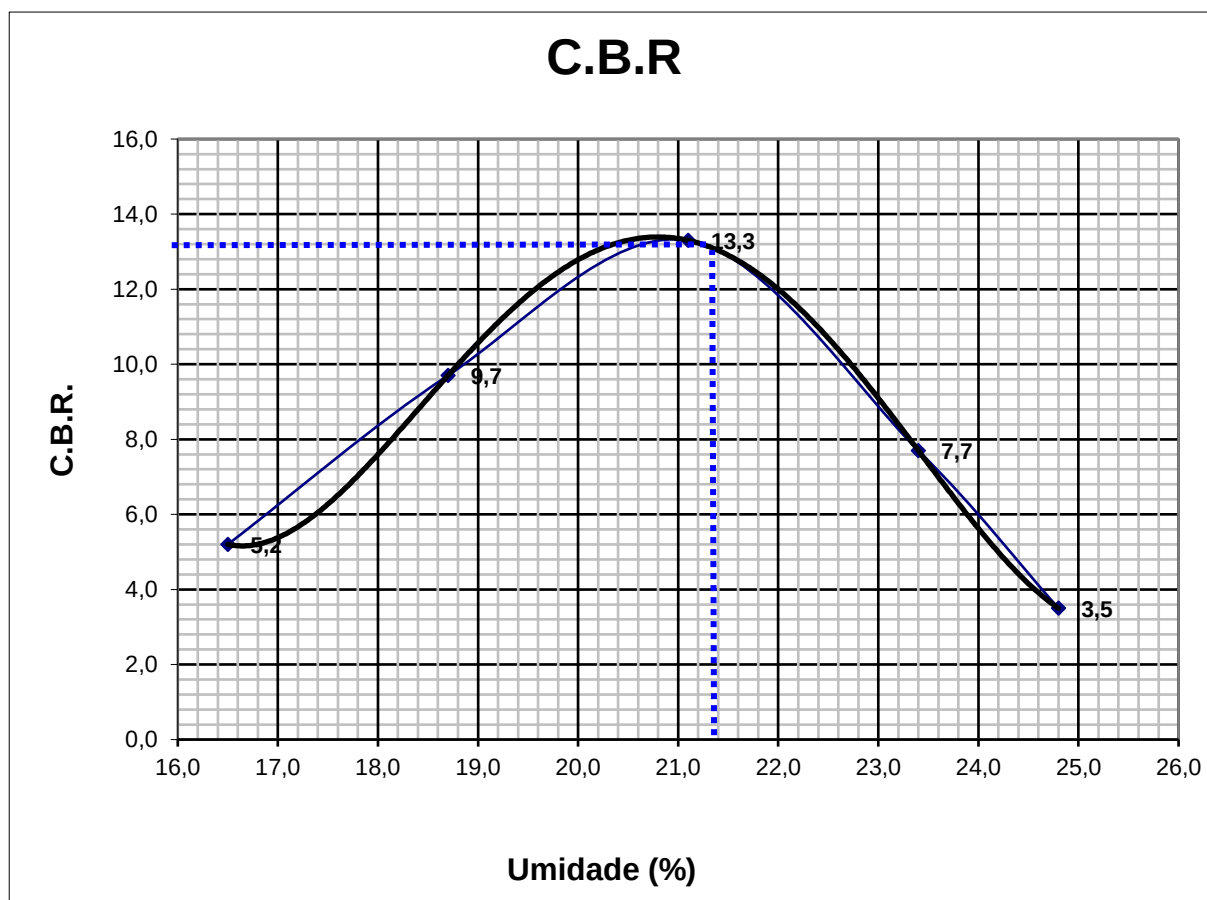


Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-02 - Argila Siltosa Preta
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

DETERMINAÇÃO DO C.B.R.

CILINDRO N.º	58	95	10	206	104
C.B.R.	5,2	9,7	13,3	7,7	3,5
Umidade (%)	16,5	18,7	21,1	23,4	24,8

Umidade ótima (%)	Massa específica aparente seca máxima(g/cm ³)	Expansão (%)	C.B.R
21,4	1,602	0,5	12,6



C.B.R. 12,6

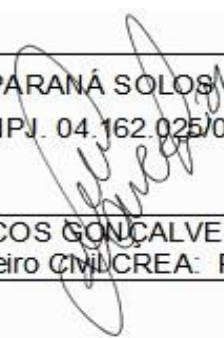
RELATÓRIO

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-02 - Argila Siltosa Preta
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

DETERMINAÇÃO DA COMPACTAÇÃO E C.B.R. DNER ME 49/94

Energia aplicada	Normal
Umidade ótima (%)	21,4
Massa espe.apa. Seca máxima (g/cm ³)	1,602
Expansão (%)	0,5
C.B.R. / I.S.C (%)	12,6

PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass. 

MARCOS GONÇALVES JUNIOR
Engenheiro CMLCREA: PR 152117/D

Cutitiba, 05 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-02 - Argila Siltosa Preta
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA SIMPLES - MÉTODO DNER-ME 80-84

PENEIRAMENTO GROSSO

Amostra total úmida (g)	1478,8
Solo seco retido peneira n.º 10 (g)	13,7
Solo úmido passado peneira n.º 10 (g)	1465,1
Solo seco passado peneira n.º 10 (g)	1404,7
Amostra total seca (g)	1418,4

PENEIRAS		RETIDO (g)	PASSADO (g)	% PASSANDO	% RETIDA
POL.	mm				
3-1/2"	88,9		1418,40	100,0	0,0
3"	76,2		1418,40	100,0	0,0
2-1/2"	63,5		1418,40	100,0	0,0
2"	50,8		1418,40	100,0	0,0
1-1/2"	38,1		1418,40	100,0	0,0
1-1/4"	31,7		1418,40	100,0	0,0
1"	25,4		1418,40	100,0	0,0
3/4"	19,1		1418,40	100,0	0,0
1/2"	12,7		1418,40	100,0	0,0
3/8"	9,52		1418,40	100,0	0,0
N.º 4	4,76	1,8	1416,60	99,9	0,1
N.º 10	2,00	11,9	1404,70	99,0	0,8

PENEIRAMENTO FINO

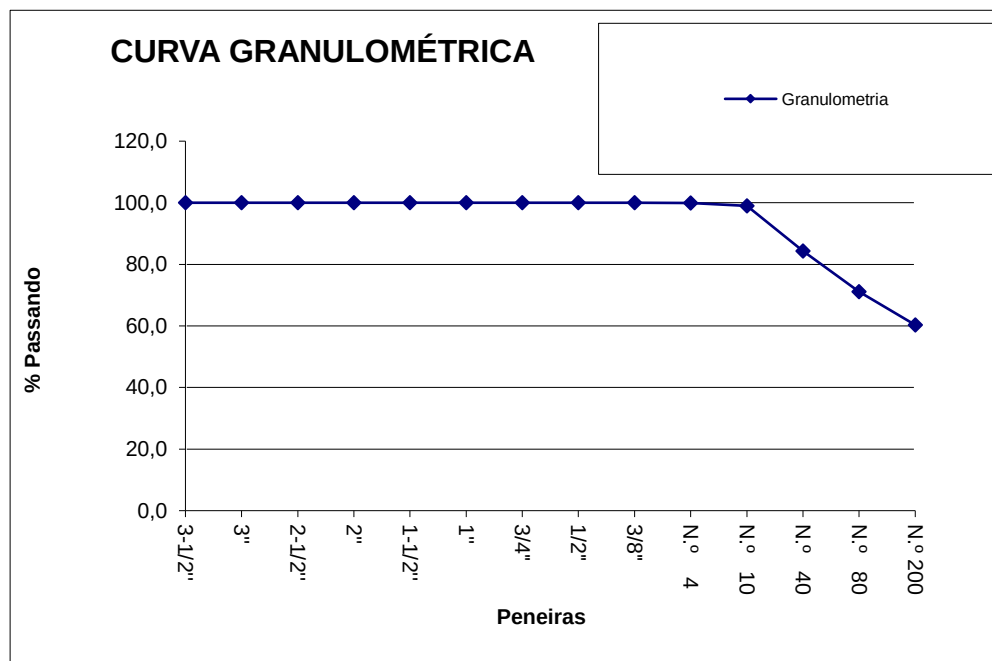
Solo úmido passado peneira n.º 10 (g)	150,3
Solo seco passado peneira n.º 10 (g)	144,1
Umidade higroscópica (%)	4,3

PENEIRAS		RETIDO (g)	PASSADO (g)	% PARCIAL PASSADA	% PARCIAL RETIDA	% TOTAL PASSADA	% TOTAL RETIDA
POL.	mm						
N.º 40	0,42	21,3	122,80	85,2	14,8	84,3	14,7
N.º 80	0,177	19,3	103,50	71,8	13,4	71,1	13,2
N.º 200	0,074	15,8	87,70	60,9	11,0	60,3	10,8

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-02 - Argila Siltosa Preta
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA

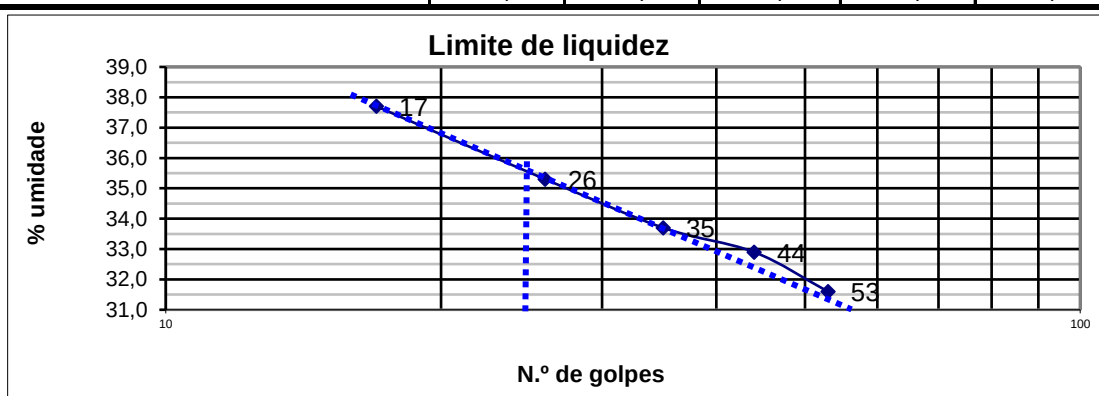
cáp. n.º	36	73	34
cáp + solo úmido (g)	68,94	69,73	68,13
cáp + solo seco (g)	66,94	67,65	66,41
tara (g)	19,66	18,82	27,50
Peso da água (g)	2,00	2,08	1,72
peso solo seco (g)	47,28	48,83	38,91
% D'água	4,23	4,26	4,42
Média higroscópica (%)	4,30		



Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-02 - Argila Siltosa Preta
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

LIMITE DE LIQUIDEZ DNER-ME 44-71

cáp. n.º	48	63	149	165	374	
tara (g)	10,51	10,74	10,76	10,88	10,78	
cáp + solo úmido (g)	25,67	26,47	25,03	26,16	25,86	
cáp + solo seco (g)	22,03	22,58	21,43	22,17	21,73	
Num.de golpes	53	44	35	26	17	
Peso D'água (g)	3,64	3,89	3,60	3,99	4,13	
peso solo seco (g)	11,52	11,84	10,67	11,29	10,95	
% D'água	31,6	32,9	33,7	35,3	37,7	



LIMITE DE PLASTICIDADE DNER-ME 82-63

N.º DE PONTOS	4			MÉDIA	25,0	
cáp. n.º	28	10	103	80	138	
tara (g)	10,62	10,75	12,05	10,36	11,59	
cáp + solo úmido (g)	13,21	13,62	14,91	13,29	14,54	
cáp + solo seco (g)	12,69	13,04	14,34	12,71	13,96	
Peso D'água (g)	0,52	0,58	0,57	0,58	0,58	
peso solo seco (g)	2,07	2,29	2,29	2,35	2,37	
% D'água	25,12	25,33	24,89	24,68	24,47	
TOLERÂNCIA	MAX. 26,25			MIN. 23,75		

LIMITE DE LIQUIDEZ	36
LIMITE DE PLASTICIDADE	25

ÍNDICE DE PLASTICIDADE	11
------------------------	----

RELATÓRIO

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-02 - Argila Siltosa Preta
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

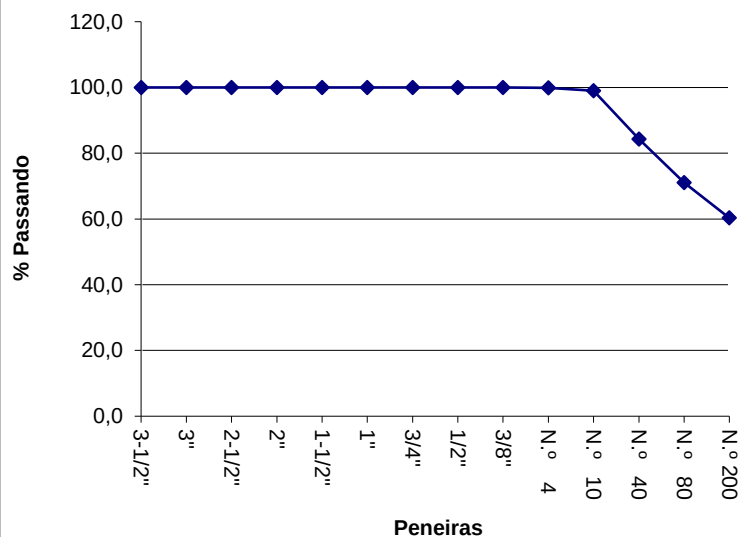
CARACTERIZAÇÃO DE AMOSTRA - DNER-ME 80-84 / DNER-ME 44-71 / DNER-ME 82-63

Limite de liquidez (%)	36
Limite de plasticidade (%)	25
Índice de plasticidade	11
Índice de grupo	5
Classificação T.R.B.	A- 6
Classificação unificada	M L

GRANULOMETRIA

PENEIRAS		%
POL.	mm	
3-1/2"	88,9	100,0
3"	76,2	100,0
2-1/2"	63,5	100,0
2"	50,8	100,0
1-1/2"	38,1	100,0
1"	25,4	100,0
3/4"	19,1	100,0
1/2"	12,7	100,0
3/8"	9,52	100,0
N.º 4	4,76	99,9
N.º 10	2,00	99,0
N.º 40	0,42	84,3
N.º 80	0,177	71,1
N.º 200	0,074	60,3

CURVA GRANULOMÉTRICA



PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass.

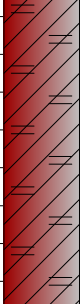
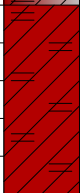
MARCOS GONÇALVES JUNIOR
Engenheiro CREA: PR 152117/D

Curitiba, 05 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-02 - Argila Siltosa Preta
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

FOTOS DA AMOSTRA



		PARANÁ SOLOS				0021/18	
		Sondagem de Reconhecimento a Trado				ST-003	
		Cliente: Prefeitura de Araucária				Página 1/1	
		Obra: Sondagem e Coleta de Amostras				Data 05/11/2018	
		Local: Estrada Lagoa Grande, Araucária-PR				05/11/2018	
Escala vertical: 1:20		Cota da boca do furo: 0,00 m		Avanço por Trado			
		Revestimento: 0,00 m		Início	10 min	20 min	30 min
		Nível d'água: Ausente		-	-	-	-
Perfuração: TH-Trado Helicoidal				Coordenadas: 25,689417°S; 49,44525°O; WGS84			
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Cota (m)	Perfil	Prof. (m)	Classificação do Material		
Ausente (06/11/2018)	TH	0,00		0,00	Areia com cascalho		
		0,25		0,25	Argila siltosa plástica, variegada / vermelha		
		1,10		1,10	Argila siltosa plástica, vermelha		
		1,60		1,60	LIMITE DE SONDAGEM		
Estrada do Cerne KM 21 Nº 21011, Centro Campo Magro - PR					Resp. Técnico Marcos Gonçalves Junior Engenheiro Civil - CREA PR-152117/D		

QUADRO RESUMO DE ENSAIOS

OBRA		Estrada da Lagoa Grande							
INTERESSADO: Prefeitura Municipal de Araucária					TRECHO:		DATA	05/12/2018	
Ponto		ST 03							
Lado		L.D.							
Coordenada									
Amostra		AD 03							
MATERIAL		ARGILA							
		SILTOSA							
CARACTERIZAÇÃO	% PASSANDO NAS PENEIRAS	3"							
		2 1/2"							
		2"							
		1 1/2"							
		1"							
		3/4"	100,0						
		1/2"	99,7						
		3/8"	99,3						
		Nº4	98,9						
		Nº10	98,4						
		Nº40	89,5						
		Nº200	78,8						
	L.L.		54						
	L.P.		35						
	I.P.		19						
	I.G.		14						
CLASSIFICAÇÃO T.R.B.		A-7-5							
CLASSIFICAÇÃO S.U.C.S.		M H							
Energia de compactação		Normal							
COMPACTAÇÃO	COMPACTAÇÃO	D. máx. (g/cm³)	1,576						
		hot (%)	22,8						
		EXPANSÃO (%)	1,2						
		ISC (%)	10,4						
UNIDADE NATURAL (%)		30,0							

PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass.

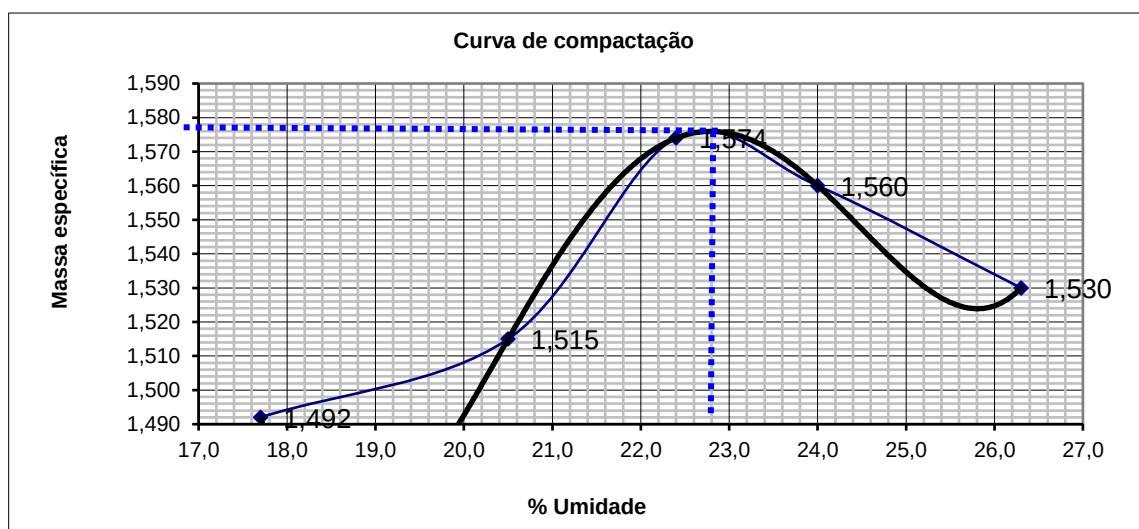
MARCOS GONCALVES JUNIOR
Engenheiro CIVIL CREA: PR 152117/D

Curitiba, 05 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-03 -Argila Siltosa Vermelha
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

Peso das amostras (g)	5000	Energia de Compactação					Normal
CILINDRO N.º		112	72	91	100	139	
H ₂ O acrescentada (g)		500	600	700	800	900	
Peso cil.+solo úmido (g)		9015	8460	7640	8660	8630	
Peso cilindro (g)		5365	4660	3660	4635	4635	
Volume cilindro(cm ³)		2079	2081	2066	2081	2068	
Peso solo úmido (g)		3650	3800	3980	4025	3995	
Massa espe.aparente (g/cm³)		1,756	1,826	1,926	1,934	1,932	

CILINDRO N.º	112	72	91	100	139
Cápsula n.º	16	38	167	31	355
Peso cápsula (g)	106,23	103,60	106,86	104,08	101,44
Peso cápsula + solo úmido (g)	521,02	523,75	511,99	559,42	541,56
Peso cápsula + solo seco (g)	458,67	452,40	437,77	471,36	449,79
Peso H ₂ O (g)	62,35	71,35	74,22	88,06	91,77
Peso do solo seco (g)	352,44	348,80	330,91	367,28	348,35
Umidade (%)	17,7	20,5	22,4	24,0	26,3
Massa espe. aparente seca (g./cm³)	1,492	1,515	1,574	1,560	1,530

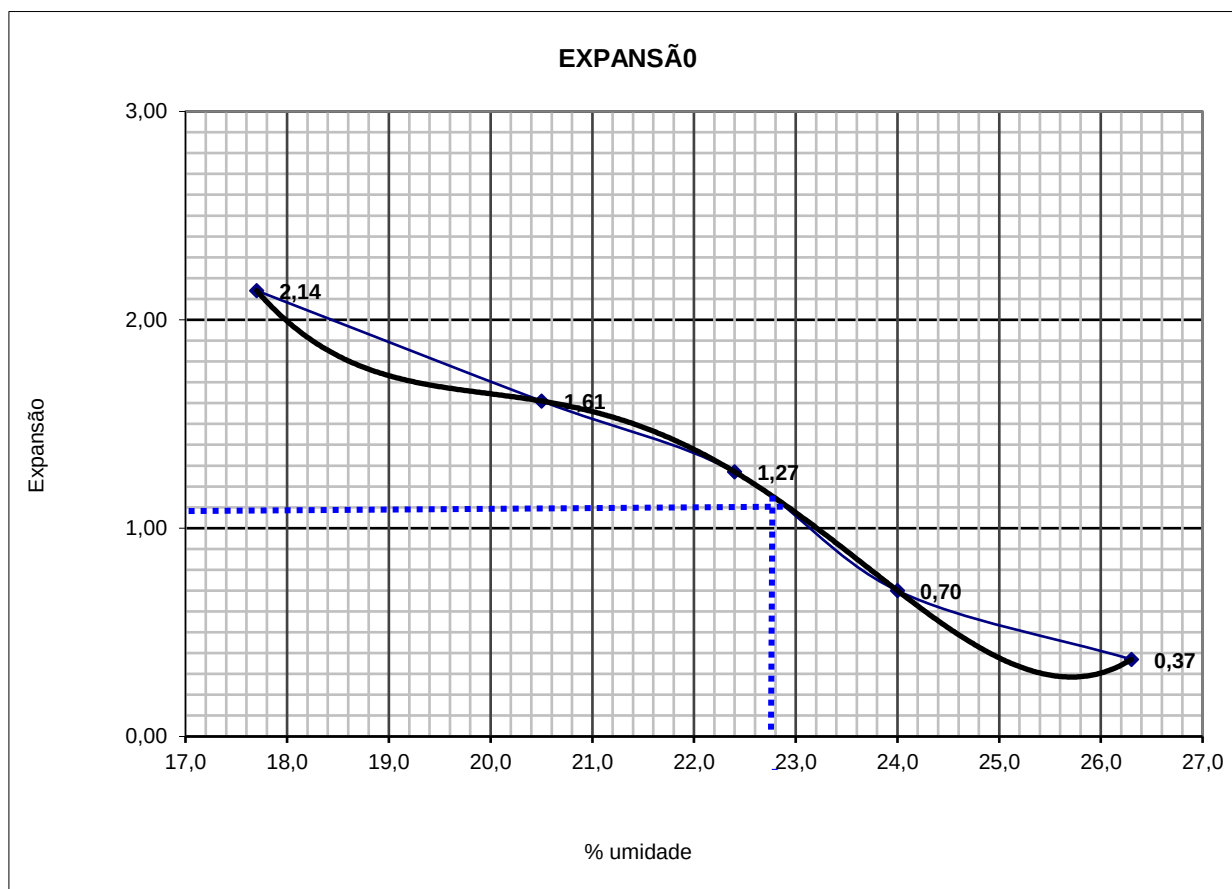


Massa espe. Aparente seca máxima (g/cm ³)	1,576
Umidade ótima (%)	22,8

Curitiba, 03 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-03 -Argila Siltosa Vermelha
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

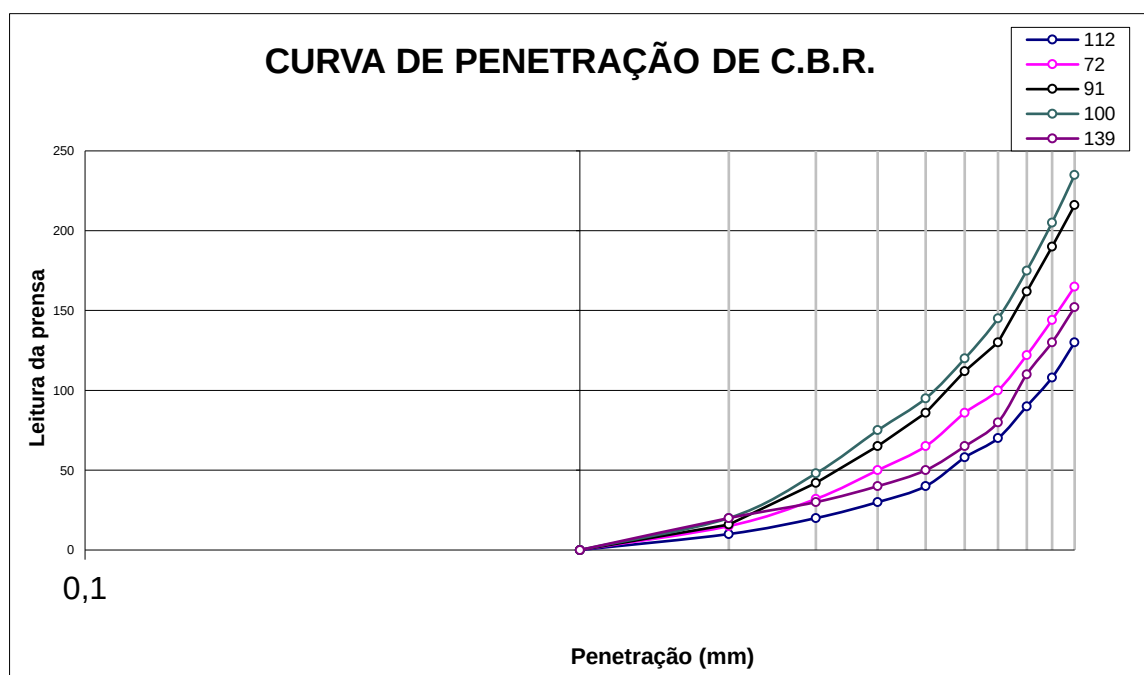
DETERMINAÇÃO DA EXPANSÃO					Alt.CP.(mm)	114
CILINDRO N.º	112	72	91	100	139	
Data da leitura inicial	12/11/18	12/11/18	12/11/18	12/11/18	12/11/18	12/11/18
Leitura inicial	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Data da leitura final	16/11/18	16/11/18	16/11/18	16/11/18	16/11/18	16/11/18
Leitura final	3,44	2,83	2,45	1,80	1,42	
Expansão (%)	2,14	1,61	1,27	0,70	0,37	
Umidade (%)	17,7	20,5	22,4	24,0	26,3	
					Úmidade ótima	22,8



Expansão (%)	1,2
--------------	-----

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-03 -Argila Siltosa Vermelha
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

PENETRAÇÃO			Fator da prensa 0,085				
CILINDRO N.º			112	72	91	100	139
Carga padrão (kg)	Tempo (min.)	Penetração (mm)	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura
			0	0	0	0	0
	0,30"	0,63	10	15	16	20	20
	1' : 00"	1,27	20	32	42	48	30
	1' : 30"	1,90	30	50	65	75	40
1,350	2' : 00"	2,54	40	65	86	95	50
	3' : 00"	3,81	58	86	112	120	65
2,050	4' : 00"	5,08	70	100	130	145	80
	6' : 00"	7,62	90	122	162	175	110
	8' : 00"	10,16	108	144	190	205	130
	10' : 00"	12,70	130	165	216	235	152
C.B.R. (2.54)			4,8	7,9	10,4	11,5	6,0
C.B.R. (5,08)			5,6	8,1	10,5	11,7	6,4
C.B.R.			5,6	8,1	10,5	11,7	6,4

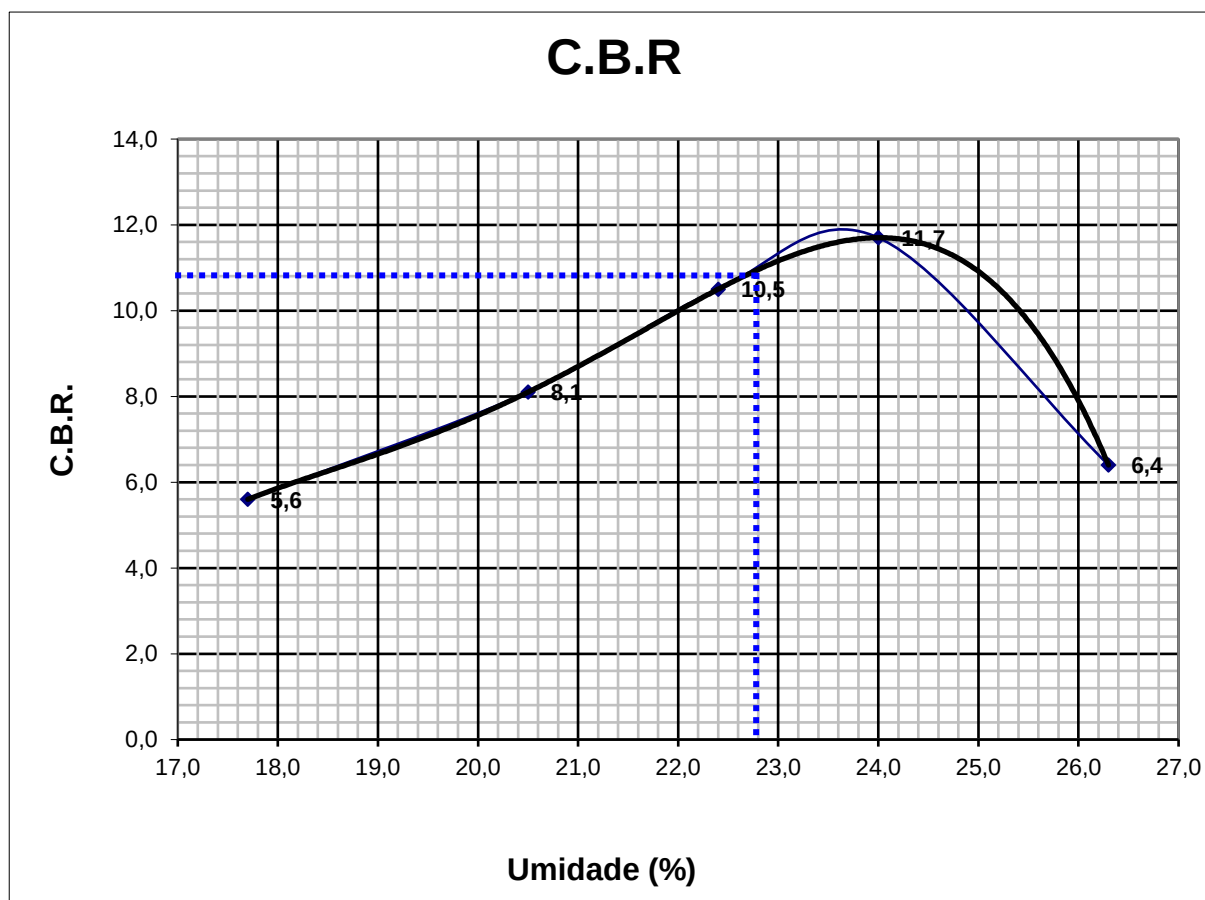


Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-03 -Argila Siltosa Vermelha
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

DETERMINAÇÃO DO C.B.R.

CILINDRO N.º	112	72	91	100	139
C.B.R.	5,6	8,1	10,5	11,7	6,4
Umidade (%)	17,7	20,5	22,4	24,0	26,3

Umidade ótima (%)	Massa específica aparente seca máxima(g/cm ³)	Expansão (%)	C.B.R
22,8	1,576	1,2	10,4



C.B.R. 10,4

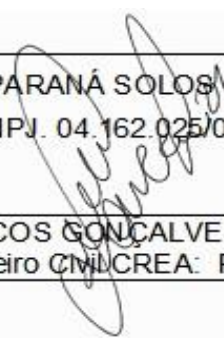
RELATÓRIO

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-03 -Argila Siltosa Vermelha
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

DETERMINAÇÃO DA COMPACTAÇÃO E C.B.R. DNER ME 49/94

Energia aplicada	Normal
Umidade ótima (%)	22,8
Massa espe.apa. Seca máxima (g/cm ³)	1,576
Expansão (%)	1,2
C.B.R. / I.S.C (%)	10,4

PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass. 

MARCOS GONÇALVES JUNIOR
Engenheiro CMLCREA: PR 152117/D

Cutitiba, 06 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-03 - Argila Siltosa Vermelha
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA SIMPLES - MÉTODO DNER-ME 80-84

PENEIRAMENTO GROSSO

Amostra total úmida (g)	1361,6
Solo seco retido peneira n.º 10 (g)	21,2
Solo úmido passado peneira n.º 10 (g)	1340,4
Solo seco passado peneira n.º 10 (g)	1301,4
Amostra total seca (g)	1322,6

PENEIRAS		RETIDO (g)	PASSADO (g)	% PASSANDO	% RETIDA
POL.	mm				
3-1/2"	88,9		1322,60	100,0	0,0
3"	76,2		1322,60	100,0	0,0
2-1/2"	63,5		1322,60	100,0	0,0
2"	50,8		1322,60	100,0	0,0
1-1/2"	38,1		1322,60	100,0	0,0
1-1/4"	31,7		1322,60	100,0	0,0
1"	25,4		1322,60	100,0	0,0
3/4"	19,1		1322,60	100,0	0,0
1/2"	12,7	3,6	1319,00	99,7	0,3
3/8"	9,52	5,6	1313,40	99,3	0,4
N.º 4	4,76	5,2	1308,20	98,9	0,4
N.º 10	2,00	6,8	1301,40	98,4	0,5

PENEIRAMENTO FINO

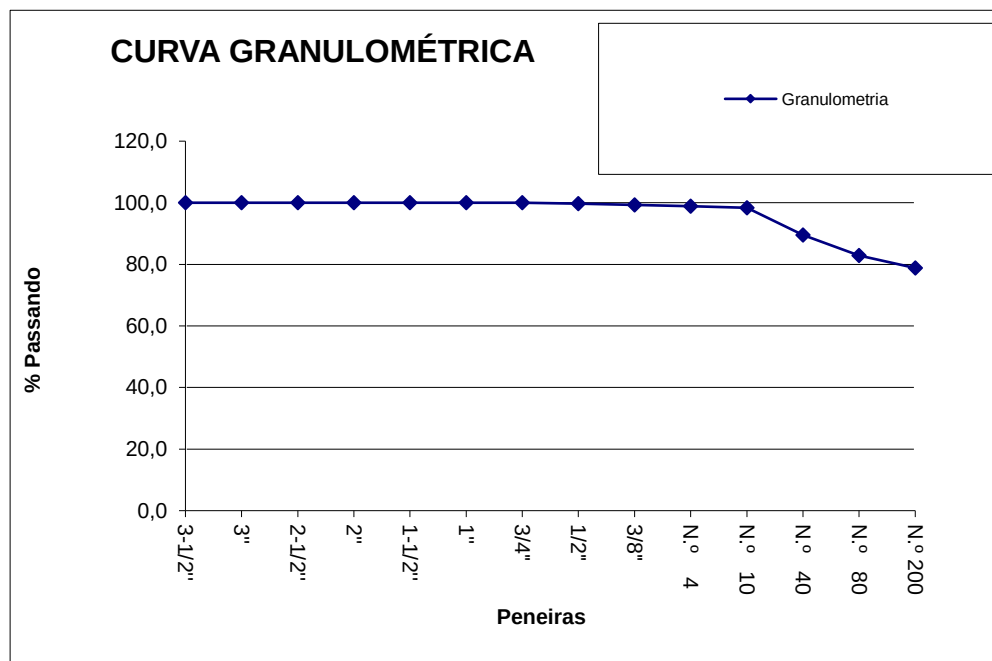
Solo úmido passado peneira n.º 10 (g)	150,3
Solo seco passado peneira n.º 10 (g)	145,9
Umidade higroscópica (%)	3,0

PENEIRAS		RETIDO (g)	PASSADO (g)	% PARCIAL PASSADA	% PARCIAL RETIDA	% TOTAL PASSADA	% TOTAL RETIDA
POL.	mm						
N.º 40	0,42	13,2	132,70	91,0	9,0	89,5	8,9
N.º 80	0,177	9,8	122,90	84,2	6,7	82,9	6,6
N.º 200	0,074	6,1	116,80	80,1	4,2	78,8	4,1

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-03 - Argila Siltosa Vermelha
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA

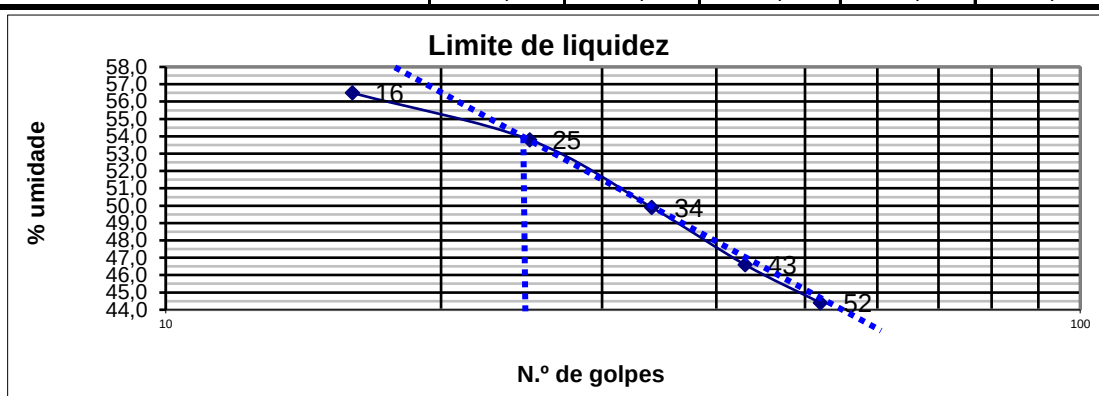
cáp. n.º	65	311	28
cáp + solo úmido (g)	69,74	69,50	69,95
cáp + solo seco (g)	68,29	68,01	68,71
tara (g)	21,60	17,25	26,59
Peso da água (g)	1,45	1,49	1,24
peso solo seco (g)	46,69	50,76	42,12
% D'água	3,11	2,94	2,94
Média higroscópica (%)	3,00		



Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-03 - Argila Siltosa Vermelha
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

LIMITE DE LIQUIDEZ DNER-ME 44-71

cáp. n.º	22	87	365	88	124	
tara (g)	10,77	8,53	10,86	10,71	9,22	
cáp + solo úmido (g)	22,91	19,73	22,12	22,46	22,07	
cáp + solo seco (g)	19,18	16,17	18,37	18,35	17,43	
Num.de golpes	52	43	34	25	16	
Peso D'água (g)	3,73	3,56	3,75	4,11	4,64	
peso solo seco (g)	8,41	7,64	7,51	7,64	8,21	
% D'água	44,4	46,6	49,9	53,8	56,5	


LIMITE DE PLASTICIDADE DNER-ME 82-63

N.º DE PONTOS	4			MÉDIA	34,7	
cáp. n.º	112	90	281	150	133	
tara (g)	8,65	11,47	6,99	8,35	11,31	
cáp + solo úmido (g)	10,73	13,55	9,38	10,49	13,44	
cáp + solo seco (g)	10,20	13,01	8,76	9,94	12,90	
Peso D'água (g)	0,53	0,54	0,62	0,55	0,54	
peso solo seco (g)	1,55	1,54	1,77	1,59	1,59	
% D'água	34,19	35,06	35,03	34,59	33,96	
TOLERÂNCIA	MAX. 36,44			MIN. 32,97		

LIMITE DE LIQUIDEZ	54
LIMITE DE PLASTICIDADE	35

ÍNDICE DE PLASTICIDADE	19
------------------------	----

RELATÓRIO

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-03 - Argila Siltosa Vermelha
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

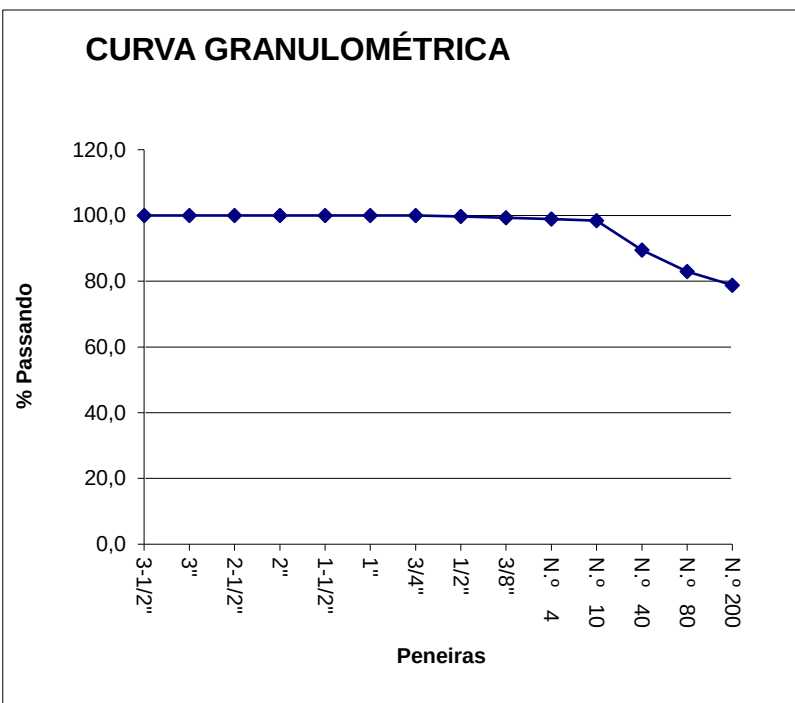
CARACTERIZAÇÃO DE AMOSTRA - DNER-ME 80-84 / DNER-ME 44-71 / DNER-ME 82-63

Limite de liquidez (%)	54
Limite de plasticidade (%)	35
Índice de plasticidade	19
Índice de grupo	14
Classificação T.R.B.	A- 7-5
Classificação unificada	M H

GRANULOMETRIA

PENEIRAS		%
POL.	mm	
3-1/2"	88,9	100,0
3"	76,2	100,0
2-1/2"	63,5	100,0
2"	50,8	100,0
1-1/2"	38,1	100,0
1"	25,4	100,0
3/4"	19,1	100,0
1/2"	12,7	99,7
3/8"	9,52	99,3
N.º 4	4,76	98,9
N.º 10	2,00	98,4
N.º 40	0,42	89,5
N.º 80	0,177	82,9
N.º 200	0,074	78,8

CURVA GRANULOMÉTRICA



PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass.

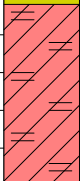
MARCOS GONÇALVES JUNIOR
Engenheiro CREA: PR 152117/D

Curitiba, 06 de dezembro de 2018

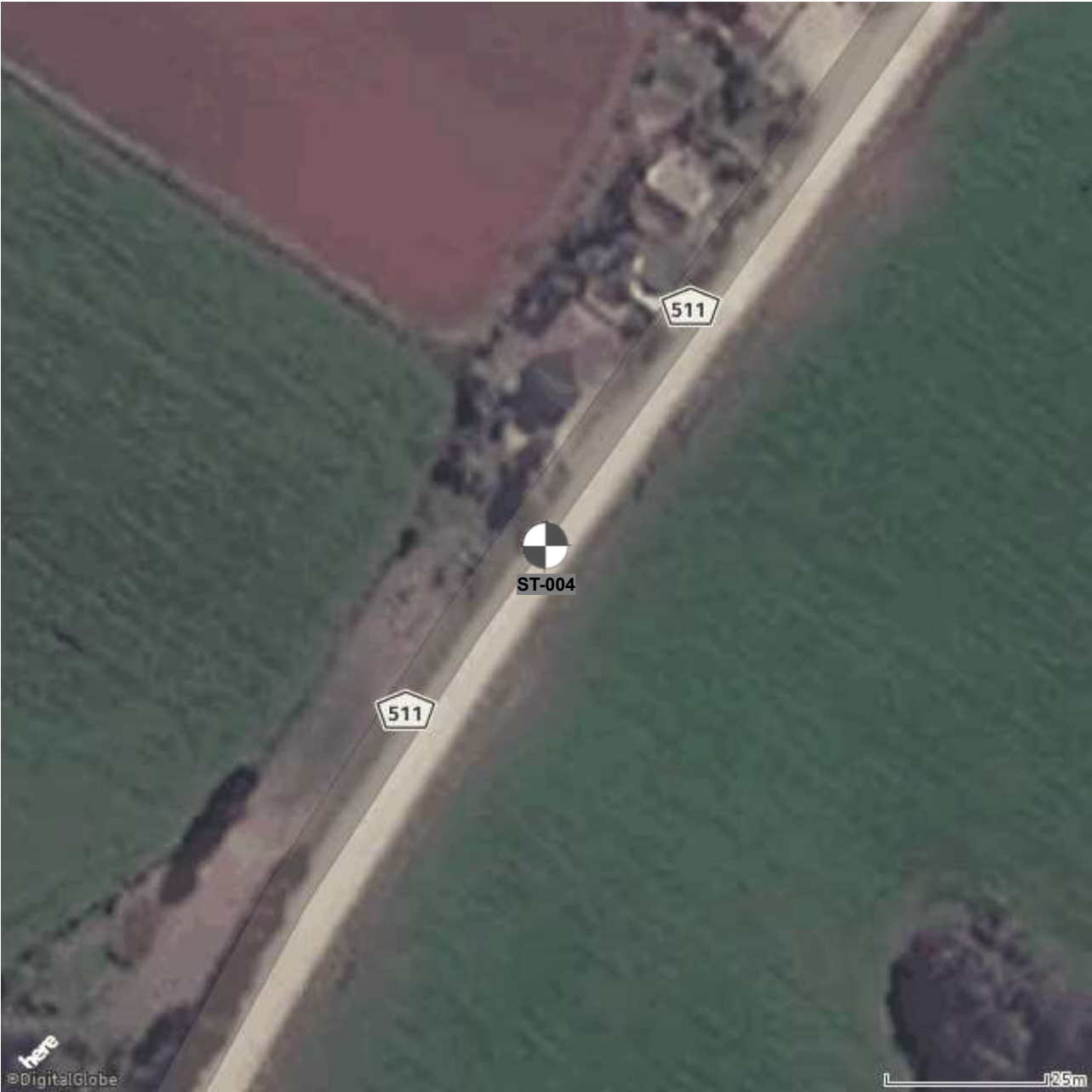
Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-03 - Argila Siltosa Vermelha
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

FOTOS DA AMOSTRA



		PARANÁ SOLOS				0021/18	
		Sondagem de Reconhecimento a Trado				ST-004	
		Cliente: Prefeitura de Araucária				Página 1/1	
		Obra: Sondagem e Coleta de Amostras				Data 05/11/2018	
		Local: Estrada Lagoa Grande, Araucária-PR				05/11/2018	
Escala vertical: 1:20		Cota da boca do furo: 0,00 m		Avanço por Trado			
		Revestimento: 0,00 m		Início	10 min	20 min	30 min
		Nível d'água: Ausente		-	-	-	-
Perfuração: TH-Trado Helicoidal				Coordenadas: 25,690889°S; 49,446333°O; WGS84			
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Cota (m)	Perfil	Prof. (m)	Classificação do Material		
Ausente (06/11/2018)	TH	0,00		0,00	Areia com cascalho		
		0,12		0,12	Argila siltosa plástica, laranja variegada		
		0,60		0,60	Areia argilosa pouco plástica, marrom		
		0,80		0,80	Argila siltosa plástica, marrom escura		
		1,60		1,60	LIMITE DE SONDAGEM		
Estrada do Cerne KM 21 Nº 21011, Centro Campo Magro - PR					Resp. Técnico Marcos Gonçalves Junior Engenheiro Civil - CREA PR-152117/D		

	PARANÁ SOLOS	0021/18
	Localização de Sondagem	Escala 1:1.016,94
	Cliente: Prefeitura de Araucária	Página 1/1
	Obra: Sondagem e Coleta de Amostras	Data 05/11/2018
	Local: Estrada Lagoa Grande, Araucária-PR	05/11/2018



ST-004	25,690889°S; 49,446333°O; WGS84; Cota 0,00 m
Estrada do Cerne KM 21 Nº 21011, Centro Campo Magro - PR	Resp. Técnico <u>Marcos Gonçalves Junior</u> Engenheiro Civil - CREA PR-152117/D

QUADRO RESUMO DE ENSAIOS

OBRA		Estrada da Lagoa Grande							
INTERESSADO: Prefeitura Municipal de Araucária					TRECHO:		DATA	05/12/2018	
Ponto		ST 04							
Lado		L.E.							
Coordenada									
Amostra		AD 04							
MATERIAL		ARGILA							
		SILTOSA							
CARACTERIZAÇÃO	% PASSANDO NAS PENEIRAS	3"							
		2 1/2"							
		2"							
		1 1/2"							
		1"							
		3/4"							
		1/2"							
		3/8"	100,0						
		Nº4	99,9						
		Nº10	99,7						
		Nº40	90,0						
		Nº200	72,5						
	L.L.		55						
	L.P.		37						
	I.P.		18						
	I.G.		13						
CLASSIFICAÇÃO T.R.B.		A-7-5							
CLASSIFICAÇÃO S.U.C.S.		M H							
Energia de compactação		Normal							
COMPACTAÇÃO	COMPACTAÇÃO	D. máx. (g/cm³)	1,517						
		hot (%)	24,0						
		EXPANSÃO (%)	0,4						
		ISC (%)	17,5						
UNIDADE NATURAL (%)		34,0							

PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass.

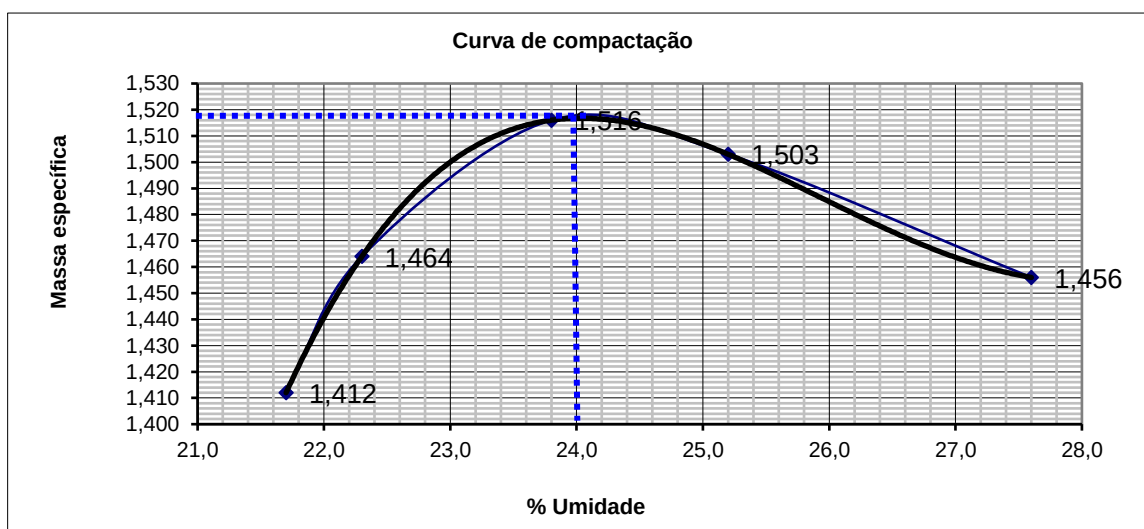
MARCOS GONCALVES JUNIOR
Engenheiro CIVIL CREA: PR 152117/D

Curitiba, 05 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-04 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

Peso das amostras (g)	5000	Energia de Compactação					Normal
CILINDRO N.º		64	19	76	51	88	
H ₂ O acrescentada (g)		500	600	700	800	900	
Peso cil.+solo úmido (g)		8885	9025	8490	7560	7515	
Peso cilindro (g)		5370	5310	4665	3645	3655	
Volume cilindro(cm ³)		2045	2074	2038	2080	2078	
Peso solo úmido (g)		3515	3715	3825	3915	3860	
Massa espe.aparente (g/cm³)		1,719	1,791	1,877	1,882	1,858	

CILINDRO N.º	64	19	76	51	88
Cápsula n.º	15	302	206	31	127
Peso cápsula (g)	108,58	96,70	92,92	104,04	97,28
Peso cápsula + solo úmido (g)	553,71	523,34	526,31	577,55	530,04
Peso cápsula + solo seco (g)	474,48	445,50	442,90	482,10	436,46
Peso H ₂ O (g)	79,23	77,84	83,41	95,45	93,58
Peso do solo seco (g)	365,90	348,80	349,98	378,06	339,18
Umidade (%)	21,7	22,3	23,8	25,2	27,6
Massa espe. aparente seca (g./cm³)	1,412	1,464	1,516	1,503	1,456

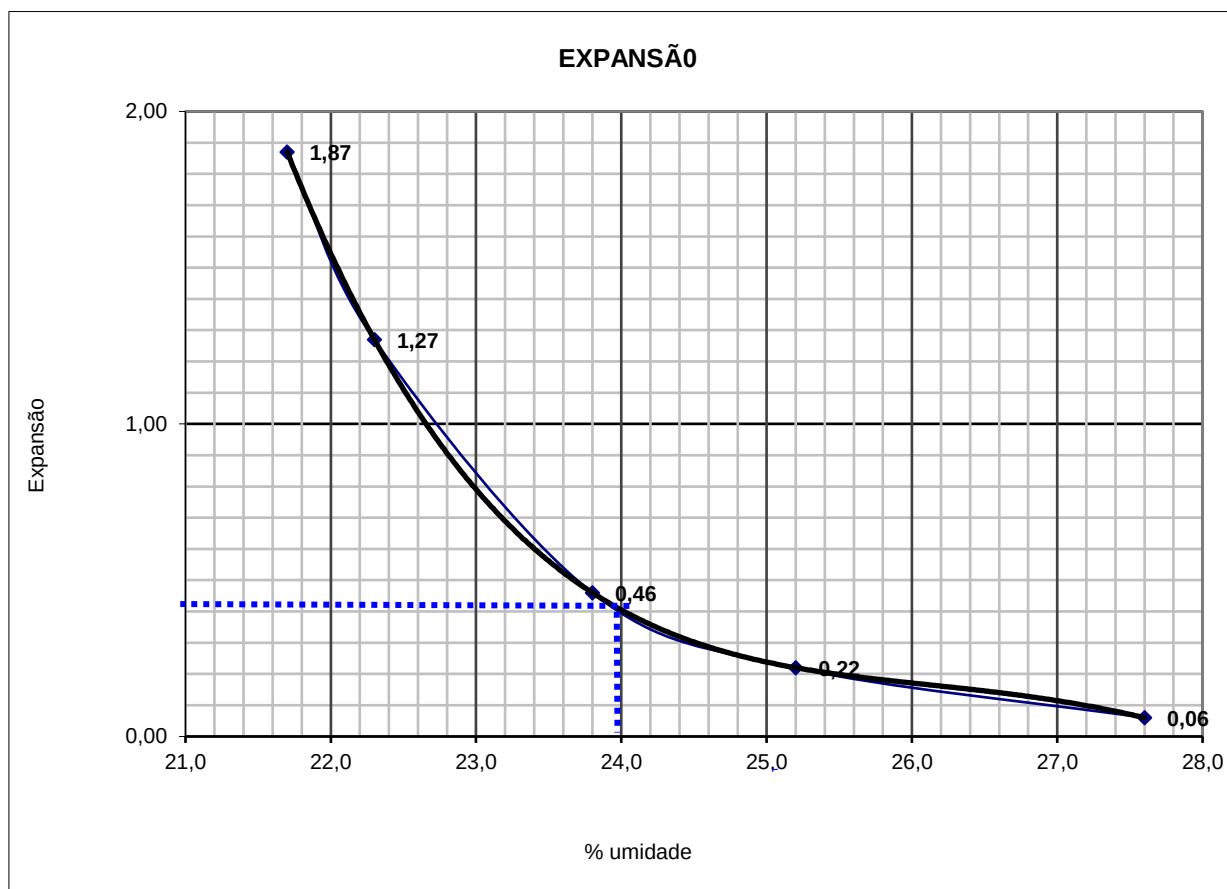


Massa espe. Aparente seca máxima (g/cm ³)	1,517
Umidade ótima (%)	24,0

Curitiba, 03 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-04 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

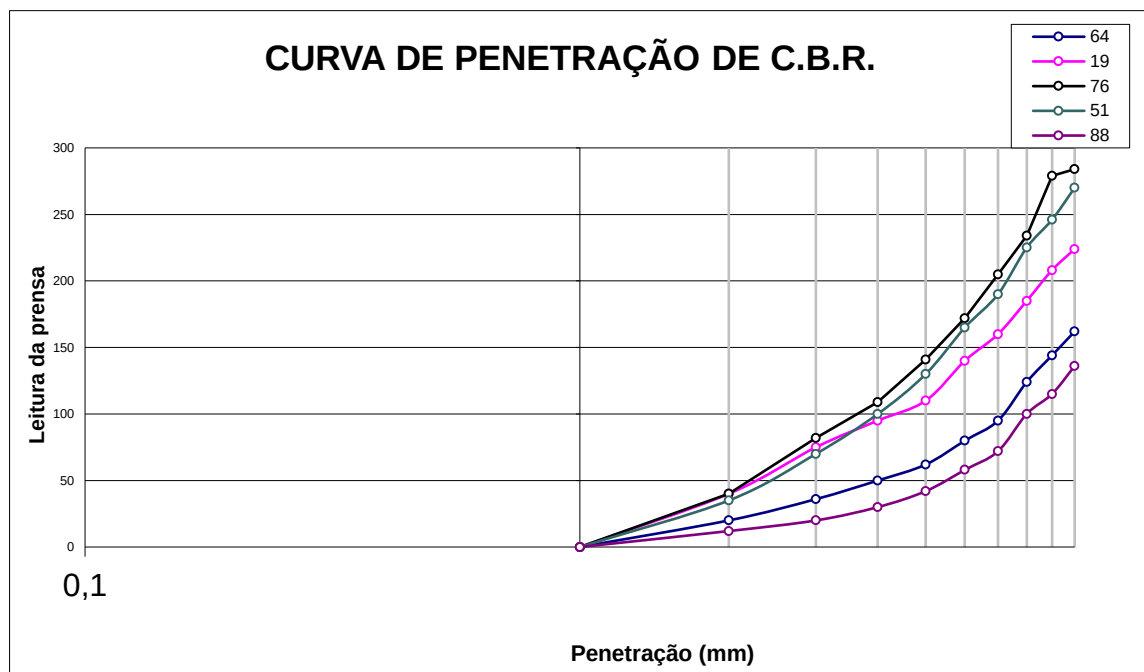
DETERMINAÇÃO DA EXPANSÃO					Alt.CP.(mm)	114
CILINDRO N.º	64	19	76	51	88	
Data da leitura inicial	14/11/18	14/11/18	14/11/18	14/11/18	14/11/18	14/11/18
Leitura inicial	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Data da leitura final	18/11/18	18/11/18	18/11/18	18/11/18	18/11/18	18/11/18
Leitura final	3,13	2,45	1,53	1,25	1,07	
Expansão (%)	1,87	1,27	0,46	0,22	0,06	
Umidade (%)	21,7	22,3	23,8	25,2	27,6	
					Úmidade ótima	24,0



Expansão (%)	0,4
--------------	-----

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-04 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

PENETRAÇÃO			Fator da prensa 0,085				
CILINDRO N.º			64	19	76	51	88
Carga padrão (kg)	Tempo (min.)	Penetração (mm)	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura
			0	0	0	0	0
	0,30"	0,63	20	40	40	35	12
	1' : 00"	1,27	36	75	82	70	20
	1' : 30"	1,90	50	95	109	100	30
1,350	2' : 00"	2,54	62	110	141	130	42
	3' : 00"	3,81	80	140	172	165	58
2,050	4' : 00"	5,08	95	160	205	190	72
	6' : 00"	7,62	124	185	234	225	100
	8' : 00"	10,16	144	208	279	246	115
	10' : 00"	12,70	162	224	284	270	136
C.B.R. (2.54)			7,5	13,3	17,0	15,7	5,1
C.B.R. (5,08)			7,7	12,9	16,5	15,3	5,8
C.B.R.			7,7	13,3	17,0	15,7	5,8

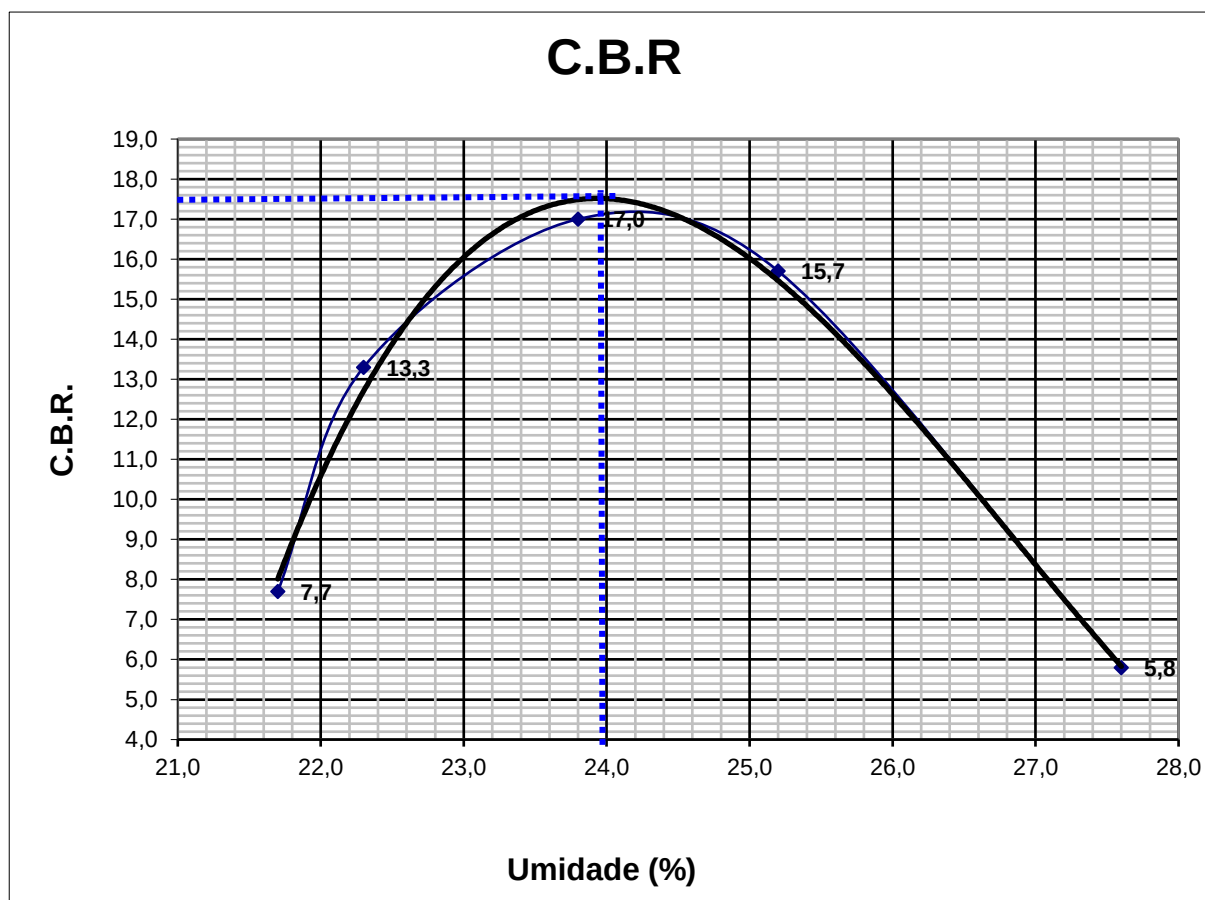


Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-04 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

DETERMINAÇÃO DO C.B.R.

CILINDRO N.º	64	19	76	51	88
C.B.R.	7,7	13,3	17,0	15,7	5,8
Umidade (%)	21,7	22,3	23,8	25,2	27,6

Umidade ótima (%)	Massa específica aparente seca máxima (g/cm ³)	Expansão (%)	C.B.R
24,0	1,517	0,4	17,5



C.B.R. 17,5

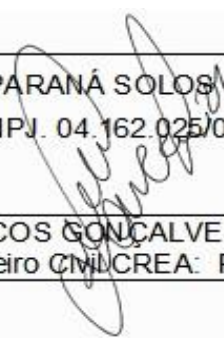
RELATÓRIO

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-04 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

DETERMINAÇÃO DA COMPACTAÇÃO E C.B.R. DNER ME 49/94

Energia aplicada	Normal
Umidade ótima (%)	24,0
Massa espe.apa. Seca máxima (g/cm ³)	1,517
Expansão (%)	0,4
C.B.R. / I.S.C (%)	17,5

PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass. 

MARCOS GONÇALVES JUNIOR
Engenheiro CREA: PR 152117/D

Cutitiba, 06 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-04 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA SIMPLES - MÉTODO DNER-ME 80-84

PENEIRAMENTO GROSSO

Amostra total úmida (g)	963,4
Solo seco retido peneira n.º 10 (g)	2,5
Solo úmido passado peneira n.º 10 (g)	960,9
Solo seco passado peneira n.º 10 (g)	914,4
Amostra total seca (g)	916,9

PENEIRAS		RETIDO (g)	PASSADO (g)	% PASSANDO	% RETIDA
POL.	mm				
3-1/2"	88,9		916,90	100,0	0,0
3"	76,2		916,90	100,0	0,0
2-1/2"	63,5		916,90	100,0	0,0
2"	50,8		916,90	100,0	0,0
1-1/2"	38,1		916,90	100,0	0,0
1-1/4"	31,7		916,90	100,0	0,0
1"	25,4		916,90	100,0	0,0
3/4"	19,1		916,90	100,0	0,0
1/2"	12,7		916,90	100,0	0,0
3/8"	9,52		916,90	100,0	0,0
N.º 4	4,76	0,6	916,30	99,9	0,1
N.º 10	2,00	1,9	914,40	99,7	0,2

PENEIRAMENTO FINO

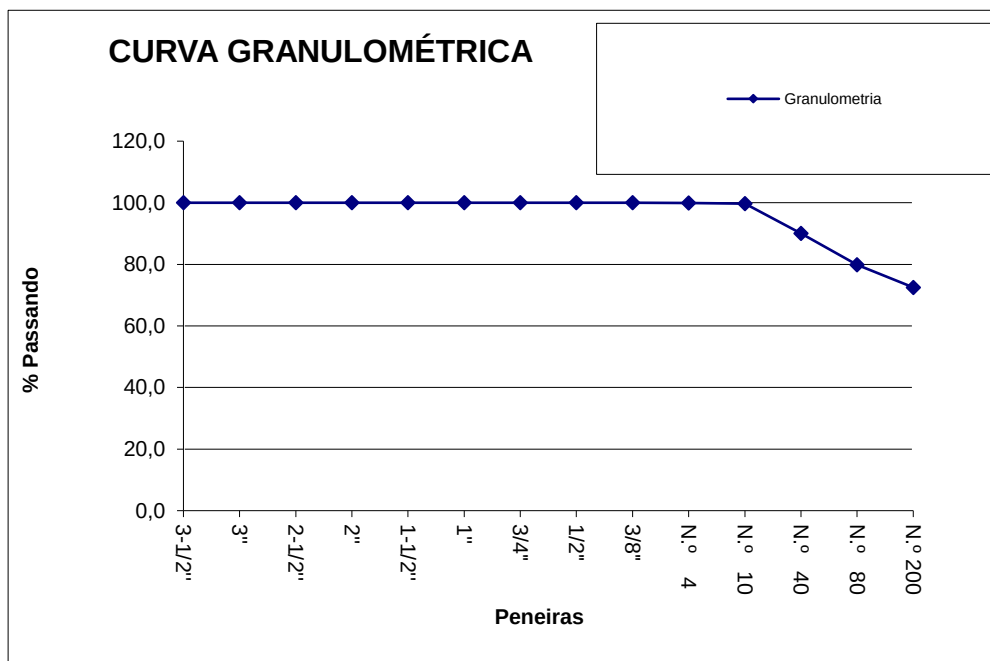
Solo úmido passado peneira n.º 10 (g)	150,2
Solo seco passado peneira n.º 10 (g)	142,9
Umidade higroscópica (%)	5,1

PENEIRAS		RETIDO (g)	PASSADO (g)	% PARCIAL PASSADA	% PARCIAL RETIDA	% TOTAL PASSADA	% TOTAL RETIDA
POL.	mm						
N.º 40	0,42	13,9	129,00	90,3	9,7	90,0	9,7
N.º 80	0,177	14,6	114,40	80,1	10,2	79,9	10,1
N.º 200	0,074	10,5	103,90	72,7	7,3	72,5	7,4

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-04 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA

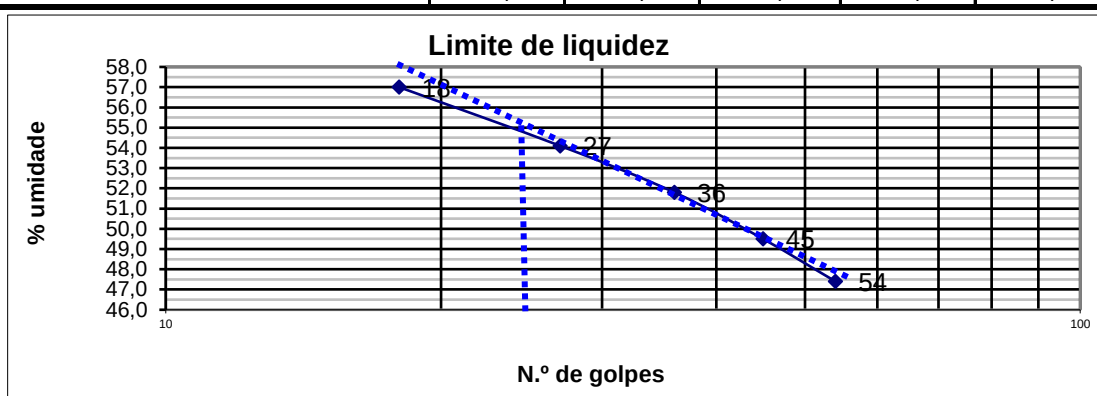
cáp. n.º	166	54	447
cáp + solo úmido (g)	60,89	60,25	60,20
cáp + solo seco (g)	59,31	58,44	58,61
tara (g)	27,70	23,07	27,55
Peso da água (g)	1,58	1,81	1,59
peso solo seco (g)	31,61	35,37	31,06
% D'água	5,00	5,12	5,12
Média higroscópica (%)	5,08		



Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-04 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

LIMITE DE LIQUIDEZ DNER-ME 44-71

cáp. n.º	223	335	237	220	291	
tara (g)	6,53	6,23	6,66	6,30	6,73	
cáp + solo úmido (g)	20,55	20,25	20,82	20,60	19,43	
cáp + solo seco (g)	16,04	15,61	15,99	15,58	14,82	
Num.de golpes	54	45	36	27	18	
Peso D'água (g)	4,51	4,64	4,83	5,02	4,61	
peso solo seco (g)	9,51	9,38	9,33	9,28	8,09	
% D'água	47,4	49,5	51,8	54,1	57,0	



LIMITE DE PLASTICIDADE DNER-ME 82-63

N.º DE PONTOS	4			MÉDIA	37,4	
cáp. n.º	142	42	136	63	133	
tara (g)	12,53	11,86	11,61	11,68	11,3	
cáp + solo úmido (g)	14,89	14,52	14,42	14,26	14,30	
cáp + solo seco (g)	14,24	13,80	13,66	13,56	13,52	
Peso D'água (g)	0,65	0,72	0,76	0,70	0,78	
peso solo seco (g)	1,71	1,94	2,05	1,88	2,22	
% D'água	38,01	37,11	37,07	37,23	35,14	
TOLERÂNCIA	MAX. 39,27			MIN. 35,53		

LIMITE DE LIQUIDEZ	55
LIMITE DE PLASTICIDADE	37

ÍNDICE DE PLASTICIDADE	18
------------------------	----

RELATÓRIO

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-04 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

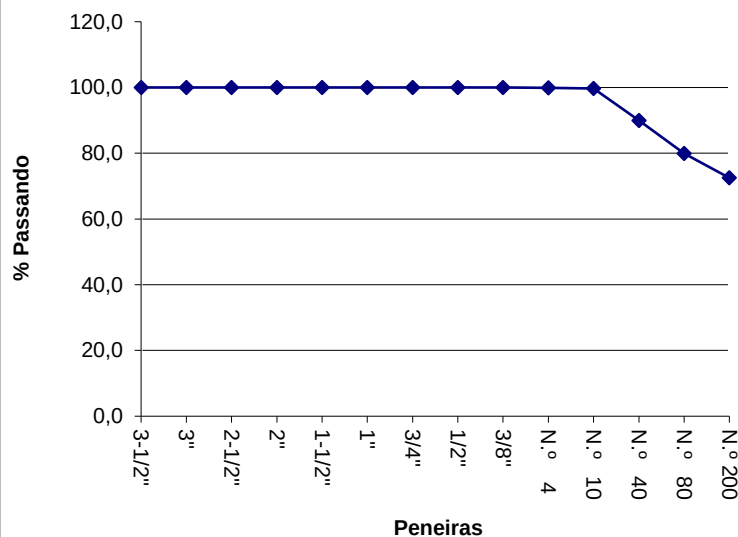
CARACTERIZAÇÃO DE AMOSTRA - DNER-ME 80-84 / DNER-ME 44-71 / DNER-ME 82-63

Limite de liquidez (%)	55
Limite de plasticidade (%)	37
Índice de plasticidade	18
Índice de grupo	13
Classificação T.R.B.	A- 7-5
Classificação unificada	M H

GRANULOMETRIA

PENEIRAS		%
POL.	mm	
3-1/2"	88,9	100,0
3"	76,2	100,0
2-1/2"	63,5	100,0
2"	50,8	100,0
1-1/2"	38,1	100,0
1"	25,4	100,0
3/4"	19,1	100,0
1/2"	12,7	100,0
3/8"	9,52	100,0
N.º 4	4,76	99,9
N.º 10	2,00	99,7
N.º 40	0,42	90,0
N.º 80	0,177	79,9
N.º 200	0,074	72,5

CURVA GRANULOMÉTRICA



PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass.

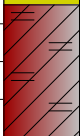
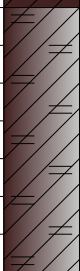
MARCOS GONÇALVES JUNIOR
Engenheiro CREA: PR 152117/D

Curitiba, 06 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-04 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

FOTOS DA AMOSTRA



		PARANÁ SOLOS				0021/18	
		Sondagem de Reconhecimento a Trado				ST-005	
		Cliente: Prefeitura de Araucária				Página 1/1	
		Obra: Sondagem e Coleta de Amostras				Data 05/11/2018	
		Local: Estrada Lagoa Grande, Araucária-PR				05/11/2018	
Escala vertical: 1:20		Cota da boca do furo: 0,00 m		Avanço por Trado			
		Revestimento: 0,00 m		Início	10 min	20 min	30 min
		Nível d'água: Ausente		-	-	-	-
Perfuração: TH-Trado Helicoidal				Coordenadas: 25,6925°S; 49,447222°O			
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Cota (m)	Perfil	Prof. (m)	Classificação do Material		
Ausente (06/11/2018)	TH	0,00		0,00	Cascalho		
				0,15	Argila siltosa plástica, variegada / vermelha		
				0,50	Argila siltosa plástica, marrom		
				0,90	Argila siltosa plástica, variegada / marrom		
				1,60	LIMITE DE SONDAGEM		
Estrada do Cerne KM 21 Nº 21011, Centro Campo Magro - PR		Resp. Técnico <u>Marcos Gonçalves Junior</u> Engenheiro Civil - CREA PR-152117/D					

QUADRO RESUMO DE ENSAIOS

OBRA		Estrada da Lagoa Grande							
INTERESSADO: Prefeitura Municipal de Araucária					TRECHO:		DATA	05/12/2018	
Ponto		ST 05							
Lado		L.D							
Coordenada									
Amostra		AD 05							
MATERIAL		ARGILA							
		SILTOSA							
CARACTERIZAÇÃO	% PASSANDO NAS PENEIRAS	3"							
		2 1/2"							
		2"							
		1 1/2"							
		1"							
		3/4"	100,0						
		1/2"	99,2						
		3/8"	99,2						
		Nº4	98,9						
		Nº10	97,2						
		Nº40	86,2						
		Nº200	75,5						
	L.L.		4						
	L.P.		32						
	I.P.		12						
	I.G.		9						
	CLASSIFICAÇÃO T.R.B.		A-7-5						
CLASSIFICAÇÃO S.U.C.S.		M L							
Energia de compactação		Normal							
COMPACTAÇÃO	COMPACTAÇÃO	D. máx. (g/cm³)	1,610						
		hot (%)	21,8						
		EXPANSÃO (%)	0,7						
		ISC (%)	10,4						
		UNIDADE NATURAL (%)	28,1						

PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass.

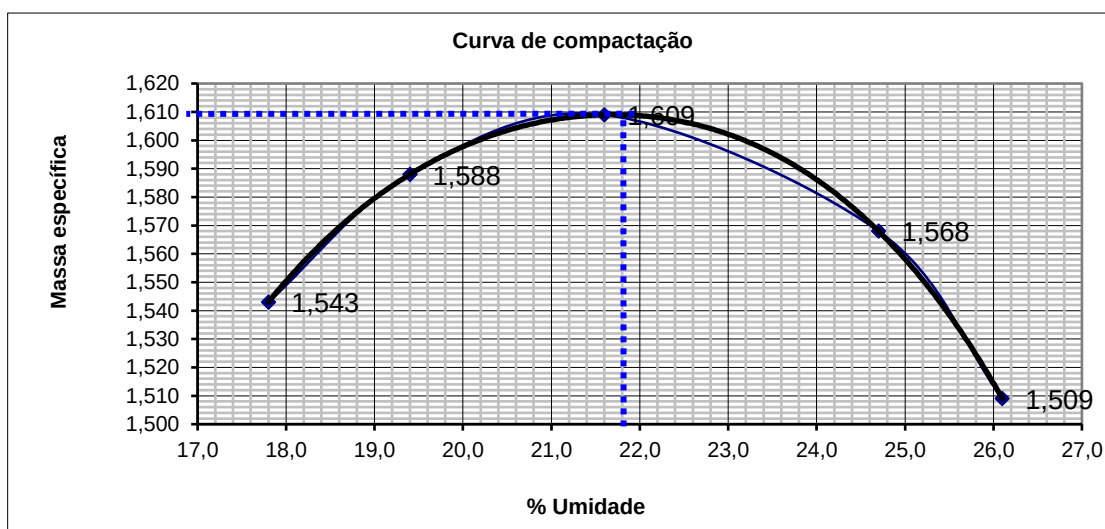
MARCOS GONCALVES JUNIOR
Engenheiro CIVIL CREA: PR 152117/D

Curitiba, 05 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-05 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

Peso das amostras (g)	5000	Energia de Compactação					Normal
CILINDRO N.º		37	220	142	155	32	
H ₂ O acrescentada (g)		300	400	500	600	700	
Peso cil.+solo úmido (g)		7510	7605	8625	9375	7610	
Peso cilindro (g)		3685	3655	4630	5335	3645	
Volume cilindro(cm ³)		2104	2083	2042	2067	2084	
Peso solo úmido (g)		3825	3950	3995	4040	3965	
Massa espe.aparente (g/cm³)		1,818	1,896	1,956	1,955	1,903	

CILINDRO N.º	37	220	142	155	32
Cápsula n.º	235	112	222	16	13
Peso cápsula (g)	92,54	89,56	102,89	106,23	95,92
Peso cápsula + solo úmido (g)	535,92	521,10	545,95	529,85	524,95
Peso cápsula + solo seco (g)	468,92	450,94	467,31	445,93	436,04
Peso H ₂ O (g)	67,00	70,16	78,64	83,92	88,91
Peso do solo seco (g)	376,38	361,38	364,42	339,70	340,12
Umidade (%)	17,8	19,4	21,6	24,7	26,1
Massa espe. aparente seca (g./cm³)	1,543	1,588	1,609	1,568	1,509

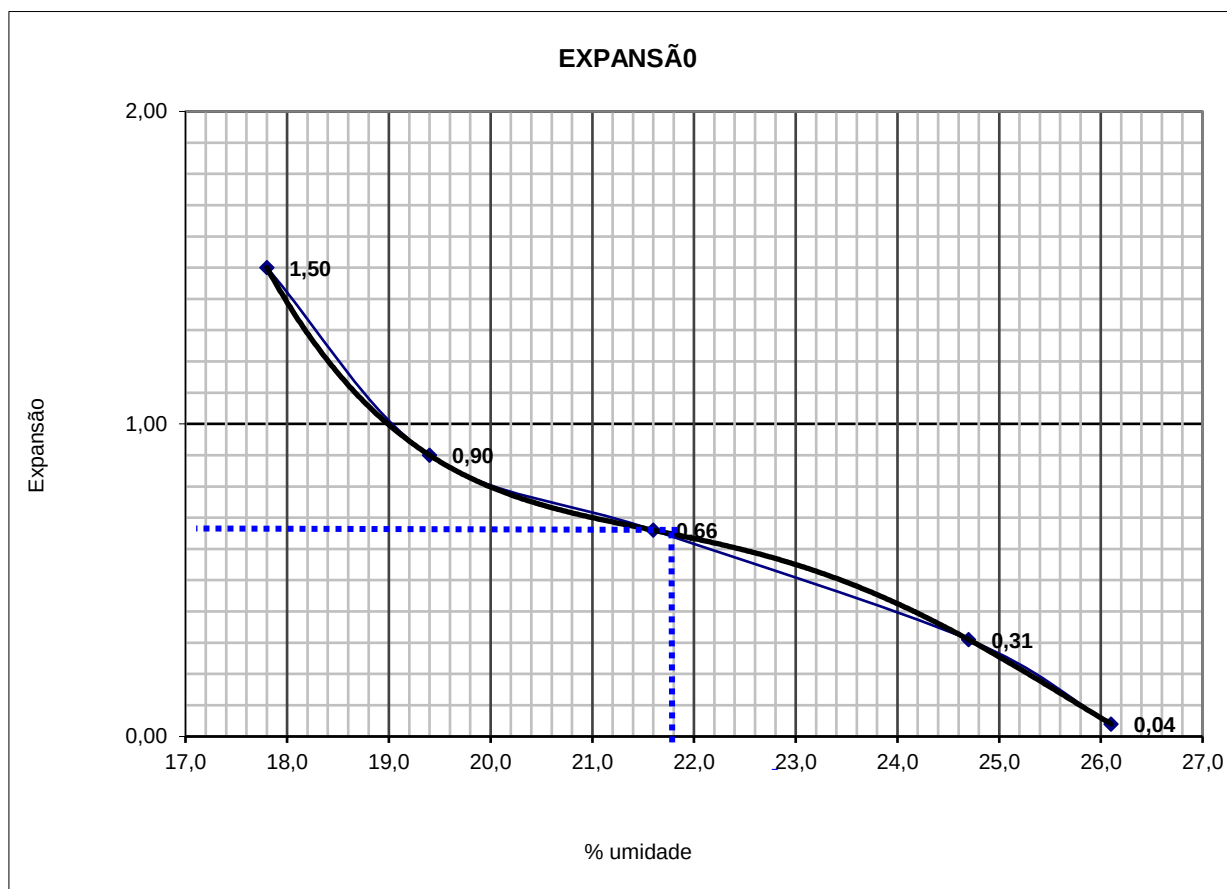


Massa espe. Aparente seca máxima (g/cm ³)	1,610
Umidade ótima (%)	21,8

Curitiba, 03 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-05 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

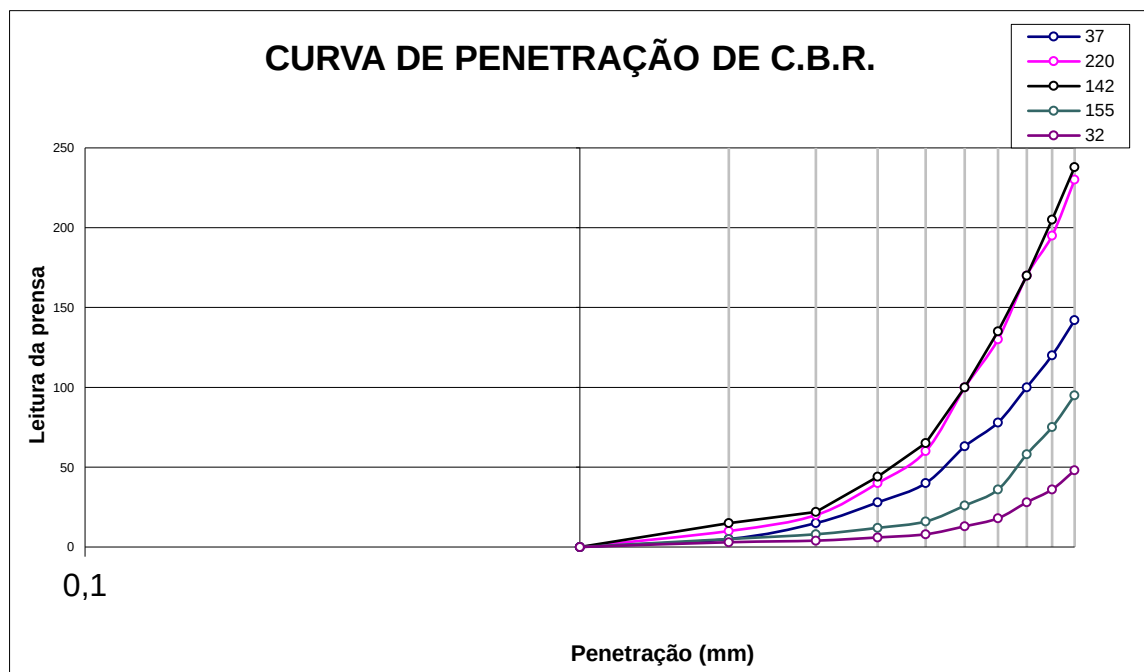
DETERMINAÇÃO DA EXPANSÃO					Alt.CP.(mm)	114
CILINDRO N.º	37	220	142	155	32	
Data da leitura inicial	15/11/18	15/11/18	15/11/18	15/11/18	15/11/18	15/11/18
Leitura inicial	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Data da leitura final	19/11/18	19/11/18	19/11/18	19/11/18	19/11/18	19/11/18
Leitura final	2,71	2,03	1,75	1,35	1,04	
Expansão (%)	1,50	0,90	0,66	0,31	0,04	
Umidade (%)	17,8	19,4	21,6	24,7	26,1	
					Úmidade ótima	21,8



Expansão (%)	0,7
--------------	-----

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-05 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

PENETRAÇÃO			Fator da prensa 0,085				
CILINDRO N.º			37	220	142	155	32
Carga padrão (kg)	Tempo (min.)	Penetração (mm)	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura
			0	0	0	0	0
	0,30"	0,63	5	10	15	5	3
	1' : 00"	1,27	15	20	22	8	4
	1' : 30"	1,90	28	40	44	12	6
1,350	2' : 00"	2,54	40	60	65	16	8
	3' : 00"	3,81	63	100	100	26	13
2,050	4' : 00"	5,08	78	130	135	36	18
	6' : 00"	7,62	100	170	170	58	28
	8' : 00"	10,16	120	195	205	75	36
	10' : 00"	12,70	142	230	238	95	48
C.B.R. (2.54)			4,8	7,3	7,9	1,9	1,0
C.B.R. (5,08)			6,3	10,5	10,9	2,9	1,5
C.B.R.			6,3	10,5	10,9	2,9	1,5

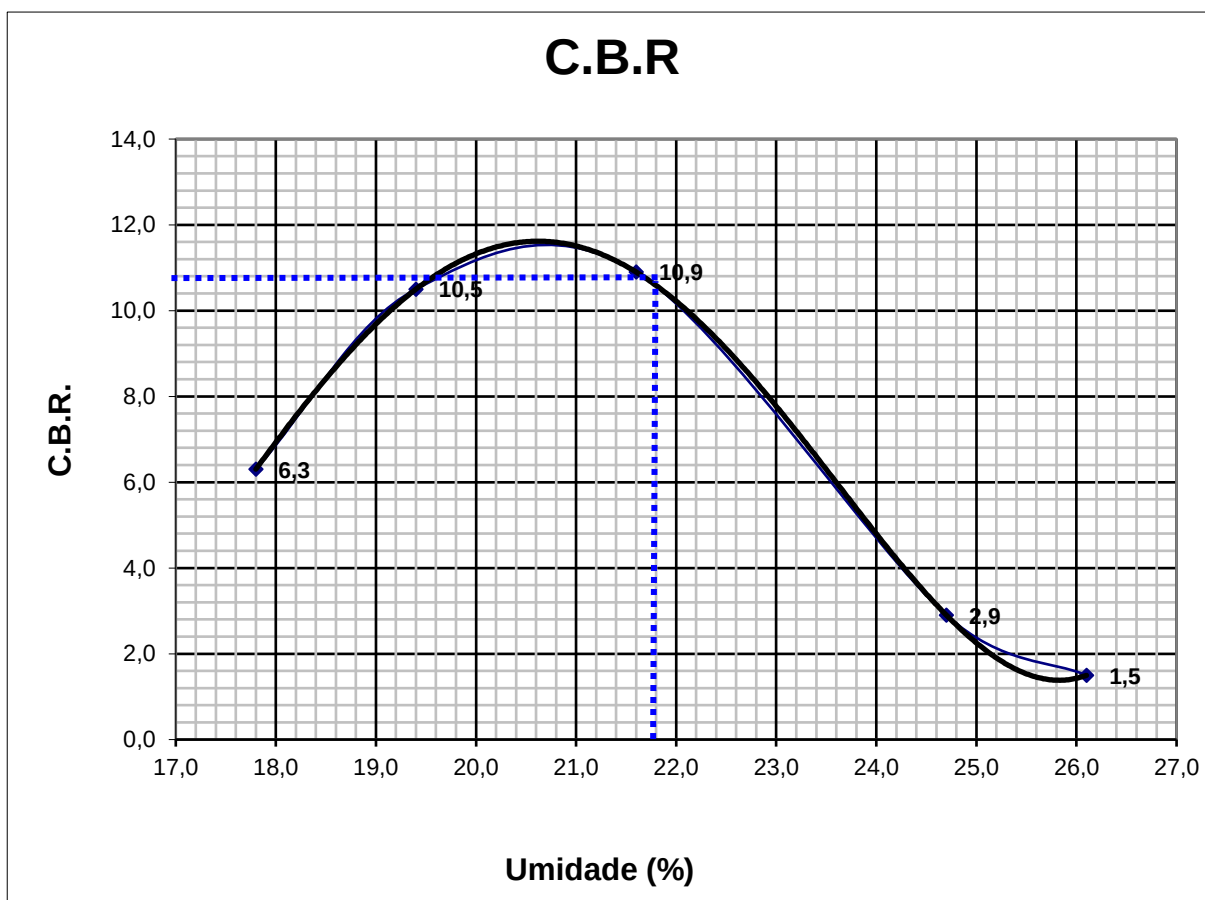


Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-05 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

DETERMINAÇÃO DO C.B.R.

CILINDRO N.º	37	220	142	155	32
C.B.R.	6,3	10,5	10,9	2,9	1,5
Umidade (%)	17,8	19,4	21,6	24,7	26,1

Umidade ótima (%)	Massa específica aparente seca máxima(g/cm ³)	Expansão (%)	C.B.R
21,8	1,61	0,7	10,4



C.B.R. 10,4

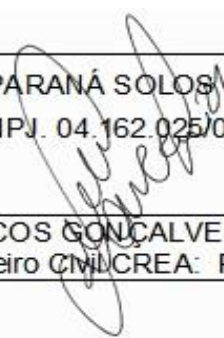
RELATÓRIO

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-05 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

DETERMINAÇÃO DA COMPACTAÇÃO E C.B.R. DNER ME 49/94

Energia aplicada	Normal
Umidade ótima (%)	21,8
Massa espe.apa. Seca máxima (g/cm ³)	1,610
Expansão (%)	0,7
C.B.R. / I.S.C (%)	10,4

PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass. 

MARCOS GONÇALVES JUNIOR
Engenheiro CMLCREA: PR 152117/D

Cutitiba, 06 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-05 - Argilo Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA SIMPLES - MÉTODO DNER-ME 80-84
PENEIRAMENTO GROSSO

Amostra total úmida (g)	1413,7
Solo seco retido peneira n.º 10 (g)	37,1
Solo úmido passado peneira n.º 10 (g)	1376,6
Solo seco passado peneira n.º 10 (g)	1298,9
Amostra total seca (g)	1336,0

PENEIRAS		RETIDO (g)	PASSADO (g)	% PASSANDO	% RETIDA
POL.	mm				
3-1/2"	88,9		1336,00	100,0	0,0
3"	76,2		1336,00	100,0	0,0
2-1/2"	63,5		1336,00	100,0	0,0
2"	50,8		1336,00	100,0	0,0
1-1/2"	38,1		1336,00	100,0	0,0
1-1/4"	31,7		1336,00	100,0	0,0
1"	25,4		1336,00	100,0	0,0
3/4"	19,1		1336,00	100,0	0,0
1/2"	12,7	10,2	1325,80	99,2	0,8
3/8"	9,52	0,0	1325,80	99,2	0,0
N.º 4	4,76	4,6	1321,20	98,9	0,3
N.º 10	2,00	22,3	1298,90	97,2	1,7

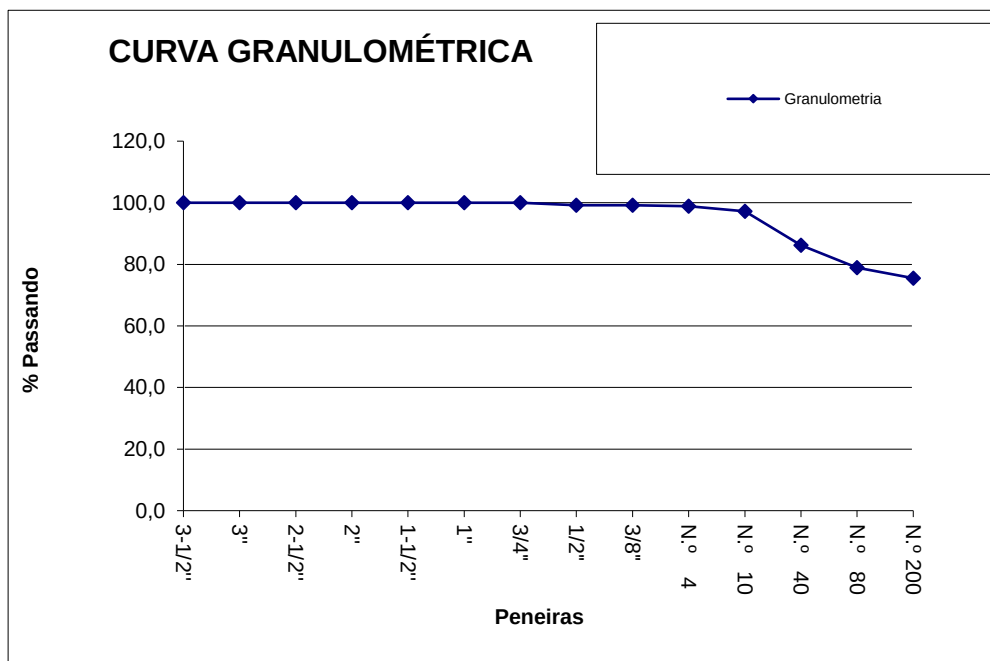
PENEIRAMENTO FINO

Solo úmido passado peneira n.º 10 (g)					150,0		
Solo seco passado peneira n.º 10 (g)					141,5		
Umidade higroscópica (%)					6,0		
PENEIRAS		RETIDO (g)	PASSADO (g)	% PARCIAL PASSADA	% PARCIAL RETIDA	% TOTAL PASSADA	% TOTAL RETIDA
POL.	mm						
N.º 40	0,42	16,0	125,50	88,7	11,3	86,2	11,0
N.º 80	0,177	10,6	114,90	81,2	7,5	78,9	7,3
N.º 200	0,074	5,0	109,90	77,7	3,5	75,5	3,4

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-05 - Argilo Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA

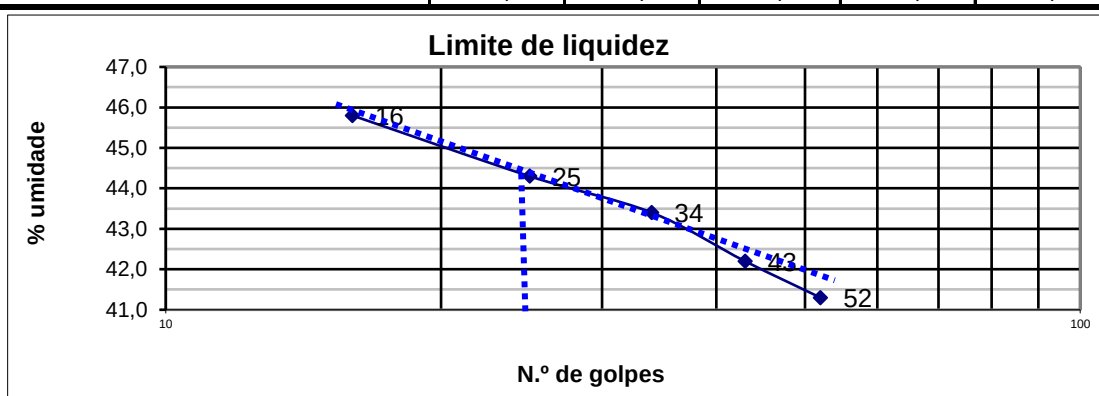
cáp. n.º	496	49	200
cáp + solo úmido (g)	63,68	69,57	64,98
cáp + solo seco (g)	62,31	65,74	63,57
tara (g)	27,71	27,35	28,43
Peso da água (g)	1,37	3,83	1,41
peso solo seco (g)	34,60	38,39	35,14
% D'água	3,96	9,98	4,01
Média higroscópica (%)	5,98		



Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-05 - Argilo Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

LIMITE DE LIQUIDEZ DNER-ME 44-71

cáp. n.º	36	711	174	67	283	
tara (g)	10,12	9,17	10,49	12,11	9,01	
cáp + solo úmido (g)	24,09	23,55	24,93	25,33	24,44	
cáp + solo seco (g)	20,01	19,28	20,56	21,27	19,59	
Num.de golpes	52	43	34	25	16	
Peso D'água (g)	4,08	4,27	4,37	4,06	4,85	
peso solo seco (g)	9,89	10,11	10,07	9,16	10,58	
% D'água	41,3	42,2	43,4	44,3	45,8	


LIMITE DE PLASTICIDADE DNER-ME 82-63

N.º DE PONTOS	4				MÉDIA	32,1
cáp. n.º	65	59	124	256	233	
tara (g)	10,88	10,8	9,22	9,13	9,28	
cáp + solo úmido (g)	13,24	13,31	11,80	11,60	11,79	
cáp + solo seco (g)	12,67	12,70	11,17	11,00	11,17	
Peso D'água (g)	0,57	0,61	0,63	0,60	0,62	
peso solo seco (g)	1,79	1,90	1,95	1,87	1,89	
% D'água	31,84	32,11	32,31	32,09	32,80	
TOLERÂNCIA	MAX. 33,71			MIN. 30,50		

LIMITE DE LIQUIDEZ	44
LIMITE DE PLASTICIDADE	32

ÍNDICE DE PLASTICIDADE	12
------------------------	----

RELATÓRIO

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-05 - Argilo Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

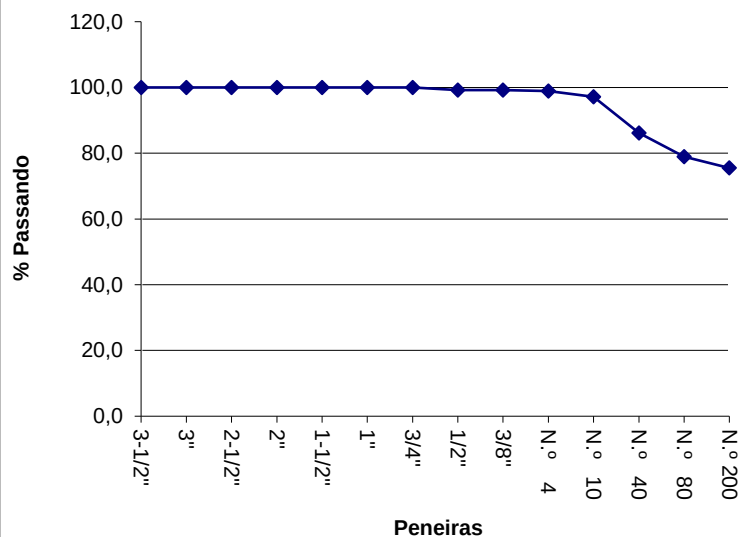
CARACTERIZAÇÃO DE AMOSTRA - DNER-ME 80-84 / DNER-ME 44-71 / DNER-ME 82-63

Limite de liquidez (%)	44
Limite de plasticidade (%)	32
Índice de plasticidade	12
Índice de grupo	9
Classificação T.R.B.	A- 7-5
Classificação unificada	M L

GRANULOMETRIA

PENEIRAS		%
POL.	mm	
3-1/2"	88,9	100,0
3"	76,2	100,0
2-1/2"	63,5	100,0
2"	50,8	100,0
1-1/2"	38,1	100,0
1"	25,4	100,0
3/4"	19,1	100,0
1/2"	12,7	99,2
3/8"	9,52	99,2
N.º 4	4,76	98,9
N.º 10	2,00	97,2
N.º 40	0,42	86,2
N.º 80	0,177	78,9
N.º 200	0,074	75,5

CURVA GRANULOMÉTRICA



PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass.

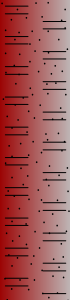
MARCOS GONÇALVES JUNIOR
Engenheiro CREA: PR 152117/D

Curitiba, 06 de dezembro de 2018

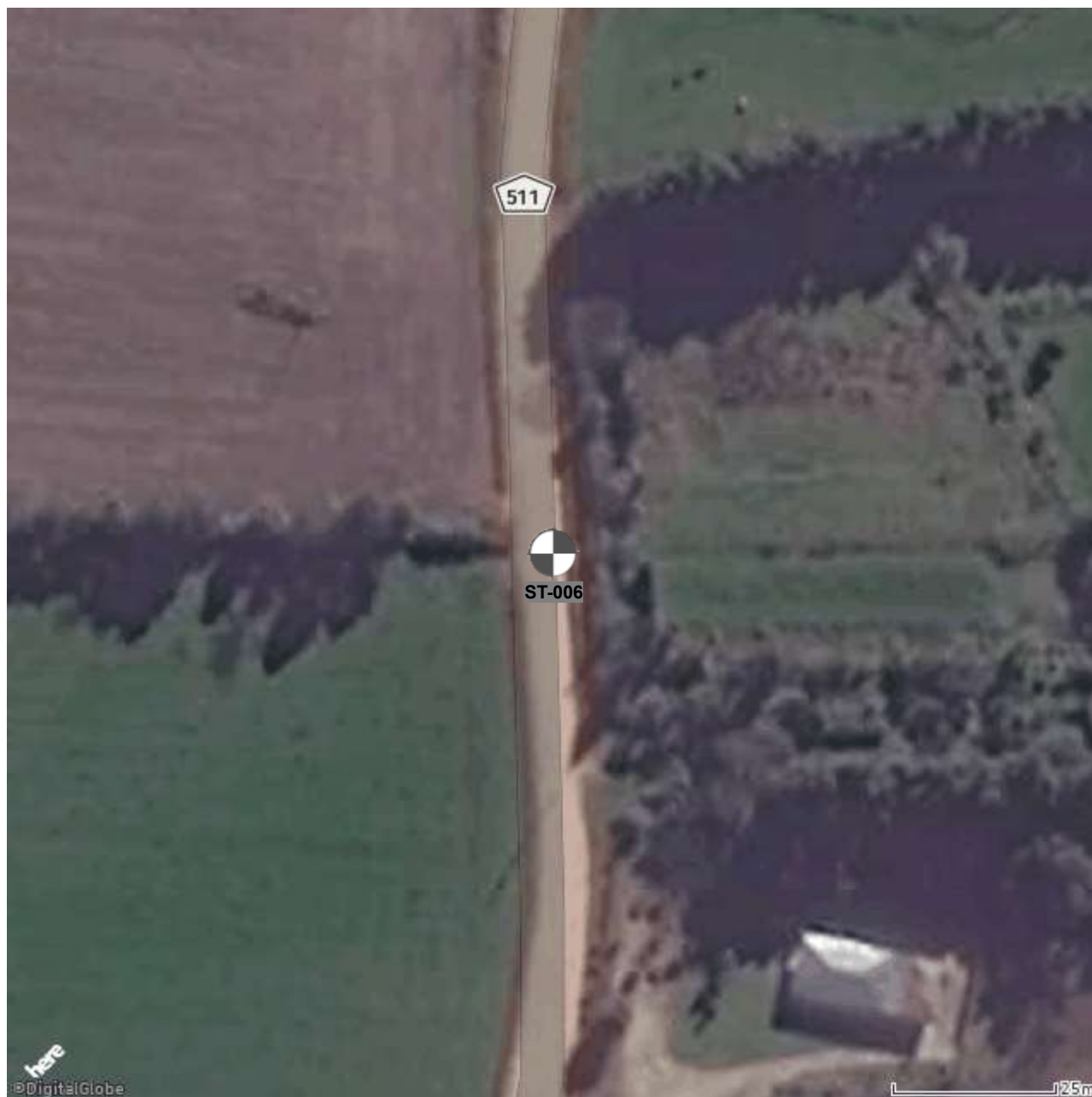
Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-05 - Argilo Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

FOTOS DA AMOSTRA



		PARANÁ SOLOS				0021/18	
		Sondagem de Reconhecimento a Trado				ST-006	
		Cliente: Prefeitura de Araucária				Página 1/1	
		Obra: Sondagem e Coleta de Amostras				Data 05/11/2018	
		Local: Estrada Lagoa Grande, Araucária-PR				05/11/2018	
Escala vertical: 1:20		Cota da boca do furo: 0,00 m		Avanço por Trado			
		Revestimento: 0,00 m		Início	10 min	20 min	30 min
		Nível d'água: Ausente		-	-	-	-
Perfuração: TH-Trado Helicoidal				Coordenadas: 25,694278°S; 49,447417°O; WGS84			
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Cota (m)	Perfil	Prof. (m)	Classificação do Material		
Ausente (06/11/2018)	TH	0,00		0,00	Cascalho		
				0,10	Argila siltosa plástica, vermelha		
				0,80	Silte arenoso pouco plástica, variegado / vermelho		
				1,60	LIMITE DE SONDAAGEM		
Estrada do Cerne KM 21 Nº 21011, Centro Campo Magro - PR		Resp. Técnico Marcos Gonçalves Junior Engenheiro Civil - CREA PR-152117/D					

	PARANÁ SOLOS	0021/18
	Localização de Sondagem	Escala 1:1.016,91
	Cliente: Prefeitura de Araucária Obra: Sondagem e Coleta de Amostras Local: Estrada Lagoa Grande, Araucária-PR	Página 1/1 Data 05/11/2018 05/11/2018



ST-006	25,694278°S; 49,447417°O; WGS84; Cota 0,00 m	
	Estrada do Cerne KM 21 Nº 21011, Centro Campo Magro - PR	Resp. Técnico <u>Marcos Gonçalves Junior</u> Engenheiro Civil - CREA PR-152117/D

QUADRO RESUMO DE ENSAIOS

OBRA		Estrada da Lagoa Grande							
INTERESSADO: Prefeitura Municipal de Araucária					TRECHO:		DATA	05/12/2018	
Ponto		ST 06							
Lado		L.E.							
Coordenada									
Amostra		AD 06							
MATERIAL		SILTE							
		ARENOSO							
CARACTERIZAÇÃO	% PASSANDO NAS PENEIRAS	3"							
		2 1/2"							
		2"							
		1 1/2"							
		1"							
		3/4"							
		1/2"							
		3/8"	100,0						
		Nº4	99,9						
		Nº10	99,3						
		Nº40	91,3						
		Nº200	78,3						
	L.L.		38						
	L.P.		27						
	I.P.		11						
	I.G.		8						
	CLASSIFICAÇÃO T.R.B.		A-6						
	CLASSIFICAÇÃO S.U.C.S.		M L						
	Energia de compactação		Normal						
COMPACTAÇÃO	COMPACTAÇÃO	D. máx. (g/cm³)	1,543						
		hot (%)	22,2						
		EXPANSÃO (%)	2,8						
		ISC (%)	4,2						
UNIDADE NATURAL (%)		29,5							

PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass.

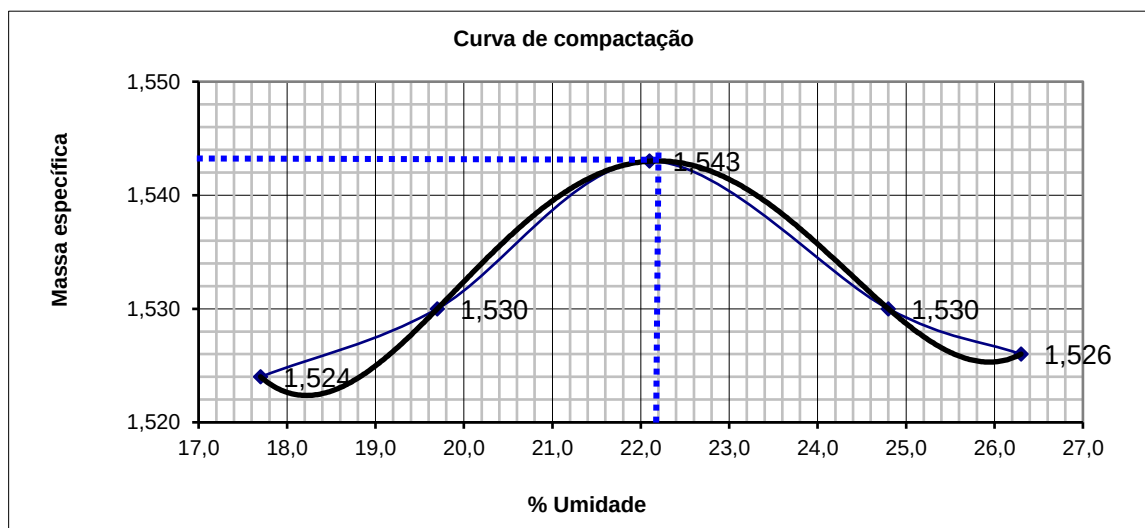
MARCOS GONCALVES JUNIOR
Engenheiro CIVIL CREA: PR 152117/D

Curitiba, 05 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-06 - Silte Argiloso Vermelho
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

Peso das amostras (g)	5000	Energia de Compactação				Normal
CILINDRO N.º		61	69	81	136	43
H ₂ O acrescentada (g)		500	600	700	800	900
Peso cil.+solo úmido (g)		8205	8920	7660	9345	9395
Peso cilindro (g)		4555	5090	3715	5360	5435
Volume cilindro(cm ³)		2035	2092	2094	2086	2055
Peso solo úmido (g)		3650	3830	3945	3985	3960
Massa espe.aparente (g/cm³)		1,794	1,831	1,884	1,910	1,927

CILINDRO N.º	61	69	81	136	43
Cápsula n.º	777	7	157	71	78
Peso cápsula (g)	92,24	98,78	91,01	107,46	95,18
Peso cápsula + solo úmido (g)	536,19	529,67	479,80	530,72	544,24
Peso cápsula + solo seco (g)	469,28	458,71	409,55	446,71	450,68
Peso H ₂ O (g)	66,91	70,96	70,25	84,01	93,56
Peso do solo seco (g)	377,04	359,93	318,54	339,25	355,50
Umidade (%)	17,7	19,7	22,1	24,8	26,3
Massa espe. aparente seca (g./cm³)	1,524	1,530	1,543	1,530	1,526

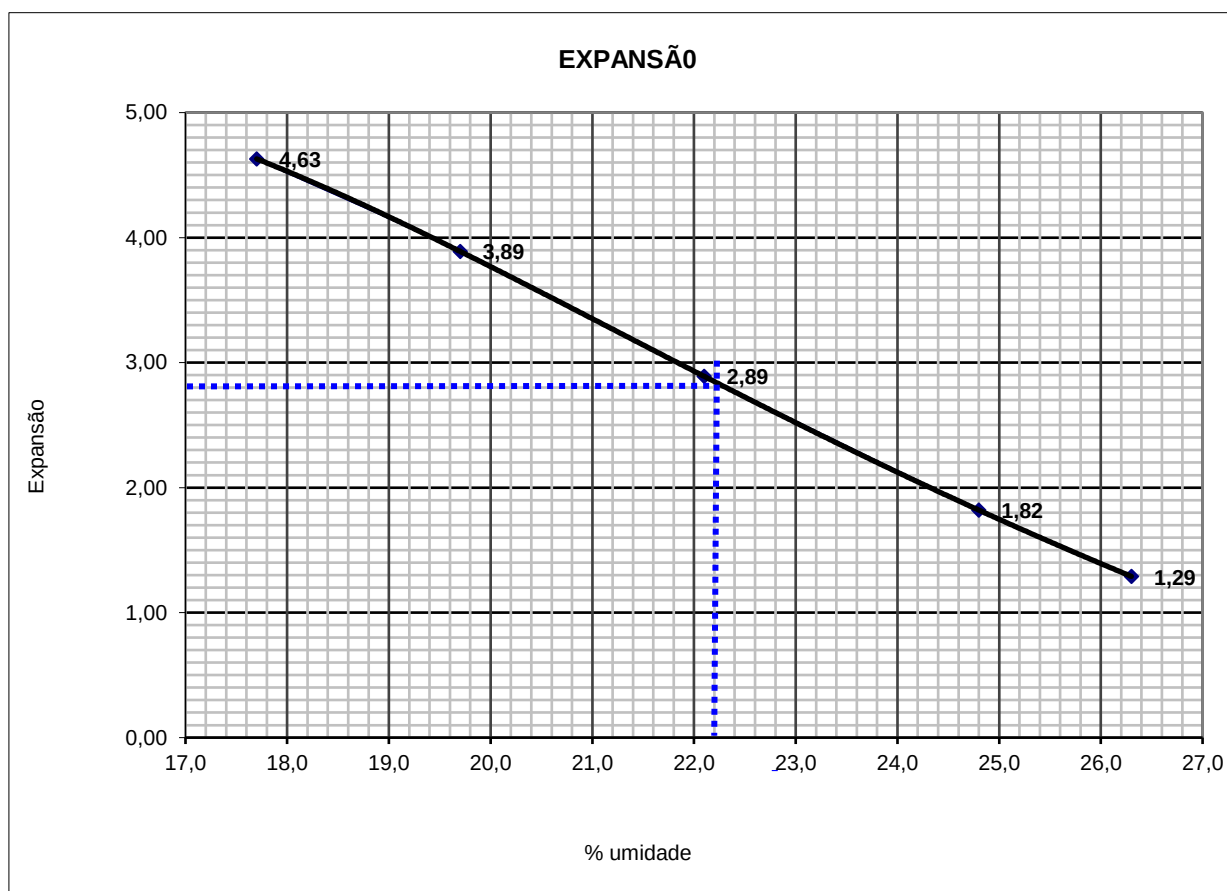


Massa espe. Aparente seca máxima (g/cm ³)	1,543
Umidade ótima (%)	22,2

Curitiba, 03 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-06 - Silte Argiloso Vermelho
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

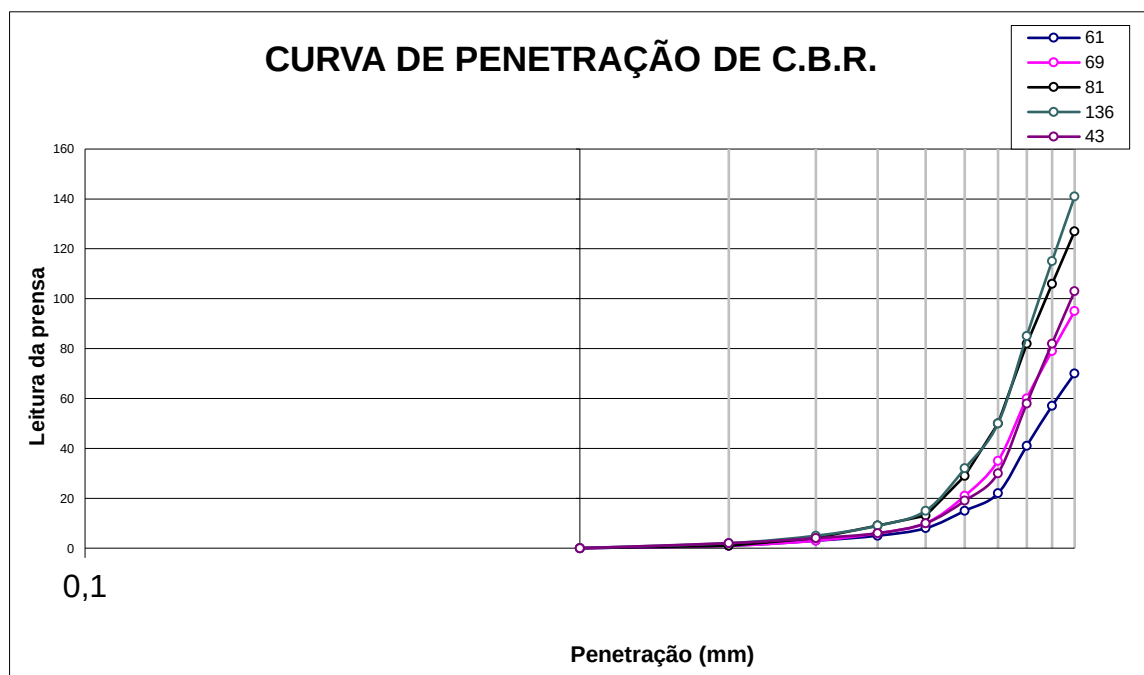
DETERMINAÇÃO DA EXPANSÃO					Alt.CP.(mm)	114
CILINDRO N.º	61	69	81	136	43	
Data da leitura inicial	15/11/18	15/11/18	15/11/18	15/11/18	15/11/18	
Leitura inicial	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Data da leitura final	19/11/18	19/11/18	19/11/18	19/11/18	19/11/18	
Leitura final	6,28	5,43	4,30	3,08	2,47	
Expansão (%)	4,63	3,89	2,89	1,82	1,29	
Umidade (%)	17,7	19,7	22,1	24,8	26,3	
					Úmidade ótima	22,2



Expansão (%)	2,8
--------------	-----

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-06 - Silte Argiloso Vermelho
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

PENETRAÇÃO			Fator da prensa 0,085				
CILINDRO N.º			61	69	81	136	43
Carga padrão (kg)	Tempo (min.)	Penetração (mm)	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura
			0	0	0	0	0
	0,30"	0,63	1	1	1	2	2
	1' : 00"	1,27	3	3	4	5	4
	1' : 30"	1,90	5	6	9	9	6
1,350	2' : 00"	2,54	8	10	13	15	10
	3' : 00"	3,81	15	21	29	32	19
2,050	4' : 00"	5,08	22	35	50	50	30
	6' : 00"	7,62	41	60	82	85	58
	8' : 00"	10,16	57	79	106	115	82
	10' : 00"	12,70	70	95	127	141	103
C.B.R. (2,54)			1,0	1,2	1,6	1,8	1,2
C.B.R. (5,08)			1,8	2,8	4,0	4,0	2,4
C.B.R.			1,8	2,8	4,0	4,0	2,4

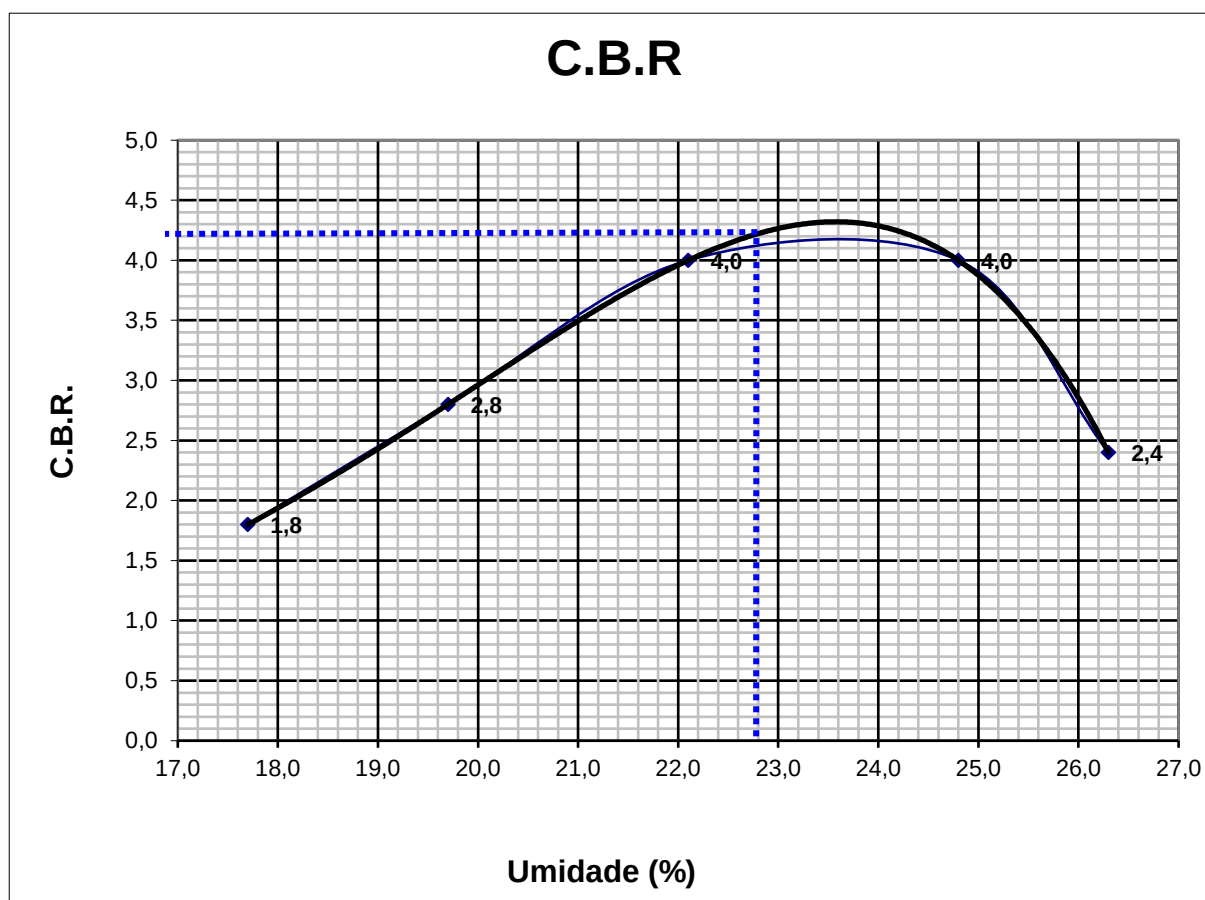


Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-06 - Silte Argiloso Vermelho
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

DETERMINAÇÃO DO C.B.R.

CILINDRO N.º	61	69	81	136	43
C.B.R.	1,8	2,8	4,0	4,0	2,4
Umidade (%)	17,7	19,7	22,1	24,8	26,3

Umidade ótima (%)	Massa específica aparente seca máxima(g/cm³)	Expansão (%)	C.B.R
22,2	1,543	2,8	4,2



C.B.R. 4,2

RELATÓRIO

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-06 - Silte Argiloso Vermelho
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

DETERMINAÇÃO DA COMPACTAÇÃO E C.B.R. DNER ME 49/94

Energia aplicada	Normal
Umidade ótima (%)	22,2
Massa espe.apa. Seca máxima (g/cm ³)	1,543
Expansão (%)	2,8
C.B.R. / I.S.C (%)	4,2

PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass.

MARCOS GONÇALVES JUNIOR
Engenheiro CIVIL CREA: PR 152117/D

Cutitiba, 06 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-06 - Silte Argiloso Vermelho
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA SIMPLES - MÉTODO DNER-ME 80-84
PENEIRAMENTO GROSSO

Amostra total úmida (g)	1358,9
Solo seco retido peneira n.º 10 (g)	8,8
Solo úmido passado peneira n.º 10 (g)	1350,1
Solo seco passado peneira n.º 10 (g)	1310,4
Amostra total seca (g)	1319,2

PENEIRAS		RETIDO (g)	PASSADO (g)	% PASSANDO	% RETIDA
POL.	mm				
3-1/2"	88,9		1319,20	100,0	0,0
3"	76,2		1319,20	100,0	0,0
2-1/2"	63,5		1319,20	100,0	0,0
2"	50,8		1319,20	100,0	0,0
1-1/2"	38,1		1319,20	100,0	0,0
1-1/4"	31,7		1319,20	100,0	0,0
1"	25,4		1319,20	100,0	0,0
3/4"	19,1		1319,20	100,0	0,0
1/2"	12,7		1319,20	100,0	0,0
3/8"	9,52		1319,20	100,0	0,0
N.º 4	4,76	0,8	1318,40	99,9	0,1
N.º 10	2,00	8,0	1310,40	99,3	0,6

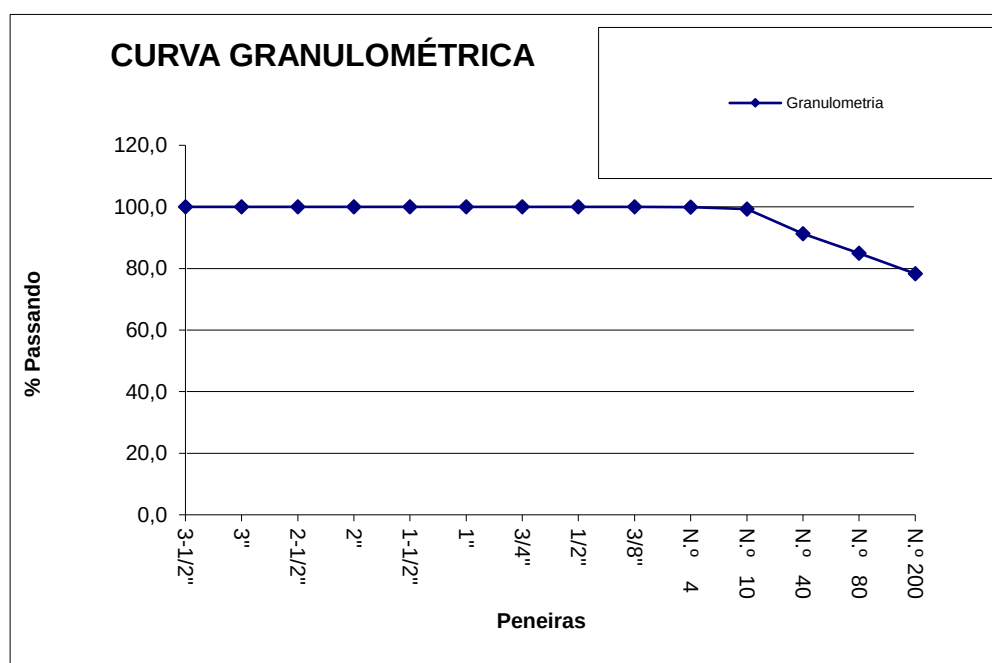
PENEIRAMENTO FINO

Solo úmido passado peneira n.º 10 (g)					150,2		
Solo seco passado peneira n.º 10 (g)					145,8		
Umidade higroscópica (%)					3,0		
PENEIRAS		RETIDO (g)	PASSADO (g)	% PARCIAL PASSADA	% PARCIAL RETIDA	% TOTAL PASSADA	% TOTAL RETIDA
POL.	mm						
N.º 40	0,42	11,8	134,00	91,9	8,1	91,3	8,0
N.º 80	0,177	9,4	124,60	85,5	6,4	84,9	6,4
N.º 200	0,074	9,6	115,00	78,9	6,6	78,3	6,6

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-06 - Silte Argiloso Vermelho
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA

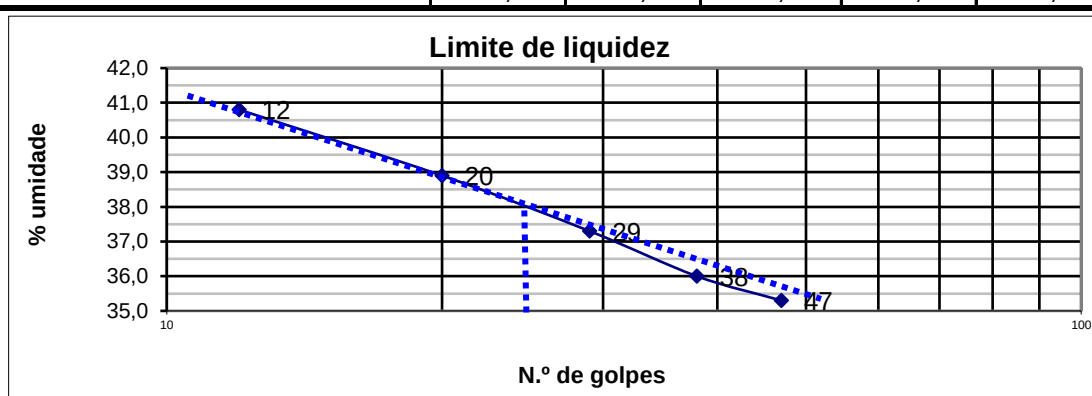
cáp. n.º	153	22	64
cáp + solo úmido (g)	67,92	69,65	67,11
cáp + solo seco (g)	66,48	68,15	65,54
tara (g)	18,82	19,17	13,44
Peso da água (g)	1,44	1,50	1,57
peso solo seco (g)	47,66	48,98	52,10
% D'água	3,02	3,06	3,01
Média higroscópica (%)	3,03		



Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-06 - Silte Argiloso Vermelho
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

LIMITE DE LIQUIDEZ DNER-ME 44-71

cáp. n.º	335	292	220	295	262	
tara (g)	6,22	6,45	6,29	6,48	6,66	
cáp + solo úmido (g)	18,78	20,38	20,61	19,59	20,87	
cáp + solo seco (g)	15,50	16,69	16,72	15,92	16,75	
Num.de golpes	47	38	29	20	12	
Peso D'água (g)	3,28	3,69	3,89	3,67	4,12	
peso solo seco (g)	9,28	10,24	10,43	9,44	10,09	
% D'água	35,3	36,0	37,3	38,9	40,8	



LIMITE DE PLASTICIDADE DNER-ME 82-63

N.º DE PONTOS	4			MÉDIA	27,4	
cáp. n.º	136	200	142	99	136	
tara (g)	12,66	12,18	12,53	13,09	11,6	
cáp + solo úmido (g)	14,50	14,13	14,47	14,83	13,27	
cáp + solo seco (g)	14,11	13,70	14,04	14,47	12,90	
Peso D'água (g)	0,39	0,43	0,43	0,36	0,37	
peso solo seco (g)	1,45	1,52	1,51	1,38	1,30	
% D'água	26,90	28,29	28,48	26,09	28,46	
TOLERÂNCIA	MAX. 28,77			MIN. 26,03		

LIMITE DE LIQUIDEZ	38
LIMITE DE PLASTICIDADE	27

ÍNDICE DE PLASTICIDADE	11
------------------------	----

RELATÓRIO

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-06 - Silte Argiloso Vermelho
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

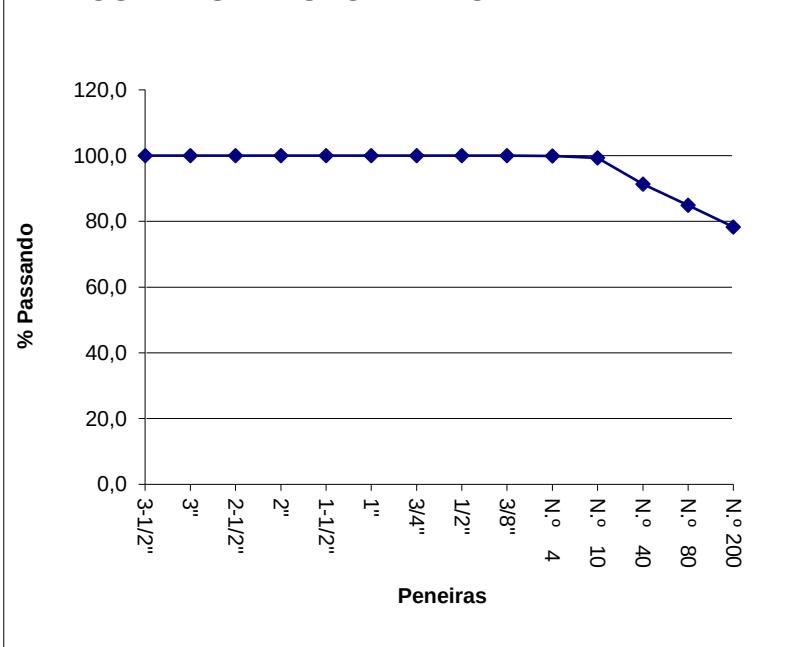
CARACTERIZAÇÃO DE AMOSTRA - DNER-ME 80-84 / DNER-ME 44-71 / DNER-ME 82-63

Limite de liquidez (%)	38
Limite de plasticidade (%)	27
Índice de plasticidade	11
Índice de grupo	8
Classificação T.R.B.	A- 6
Classificação unificada	M L

GRANULOMETRIA

PENEIRAS		%
POL.	mm	
3-1/2"	88,9	100,0
3"	76,2	100,0
2-1/2"	63,5	100,0
2"	50,8	100,0
1-1/2"	38,1	100,0
1"	25,4	100,0
3/4"	19,1	100,0
1/2"	12,7	100,0
3/8"	9,52	100,0
N.º 4	4,76	99,9
N.º 10	2,00	99,3
N.º 40	0,42	91,3
N.º 80	0,177	84,9
N.º 200	0,074	78,3

CURVA GRANULOMÉTRICA



PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass.

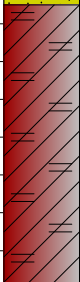
MARCOS GONÇALVES JUNIOR
Engenheiro Civil CREA: PR 152117/D

Curitiba, 06 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-06 - Silte Argiloso Vermelho
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

FOTOS DA AMOSTRA



		PARANÁ SOLOS				0021/18	
		Sondagem de Reconhecimento a Trado				ST-007	
		Cliente: Prefeitura de Araucária				Página 1/1	
		Obra: Sondagem e Coleta de Amostras				Data 05/11/2018	
		Local: Estrada Lagoa Grande, Araucária-PR				05/11/2018	
Escala vertical: 1:20		Cota da boca do furo: 0,00 m		Avanço por Trado			
		Revestimento: 0,00 m		Início	10 min	20 min	30 min
		Nível d'água: Ausente		-	-	-	-
Perfuração: TH-Trado Helicoidal				Coordenadas: 25,696056°S; 49,447778°O; WGS84			
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Cota (m)	Perfil	Prof. (m)	Classificação do Material		
Ausente (06/11/2018)	TH	0,00		0,00	Areia com cascalho		
		0,15		0,15	Argila siltosa plástica, variegada / vermelha		
		0,90		0,90	Argila siltosa plástica, marrom		
		1,60		1,60	LIMITE DE SONDAGEM		
Estrada do Cerne KM 21 Nº 21011, Centro Campo Magro - PR					Resp. Técnico Marcos Gonçalves Junior Engenheiro Civil - CREA PR-152117/D		

	PARANÁ SOLOS		0021/18
	Localização de Sondagem		Escala 1:1.016,90
	Cliente: Prefeitura de Araucária Obra: Sondagem e Coleta de Amostras		Página 1/1
	Local: Estrada Lagoa Grande, Araucária-PR		Data 05/11/2018 05/11/2018



ST-007	25,696056°S; 49,447778°O; WGS84; Cota 0,00 m	
	Estrada do Cerne KM 21 Nº 21011, Centro Campo Magro - PR	Resp. Técnico <u>Marcos Gonçalves Junior</u> Engenheiro Civil - CREA PR-152117/D

QUADRO RESUMO DE ENSAIOS

OBRA		Estrada da Lagoa Grande							
INTERESSADO: Prefeitura Municipal de Araucária					TRECHO:		DATA	05/12/2018	
Ponto			ST 07						
Lado			L.D.						
Coordenada									
Amostra			AD 07						
MATERIAL			ARGILA						
			SILTOSA						
CARACTERIZAÇÃO	% PASSANDO NAS PENEIRAS	3"							
		2 1/2"							
		2"							
		1 1/2"							
		1"							
		3/4"							
		1/2"							
		3/8"	100,0						
		Nº4	99,8						
		Nº10	97,7						
		Nº40	89,2						
		Nº200	82,4						
	L.L.		56						
	L.P.		32						
	I.P.		24						
	I.G.		16						
	CLASSIFICAÇÃO T.R.B.			A-7-5					
	CLASSIFICAÇÃO S.U.C.S.			M H					
	Energia de compactação			Normal					
COMPACTAÇÃO	COMPACTAÇÃO		D. máx. (g/cm³)	1,564					
			hot (%)	23,8					
			EXPANSÃO (%)	0,6					
			ISC (%)	9,2					
UNIDADE NATURAL (%)			29,0						

PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass.

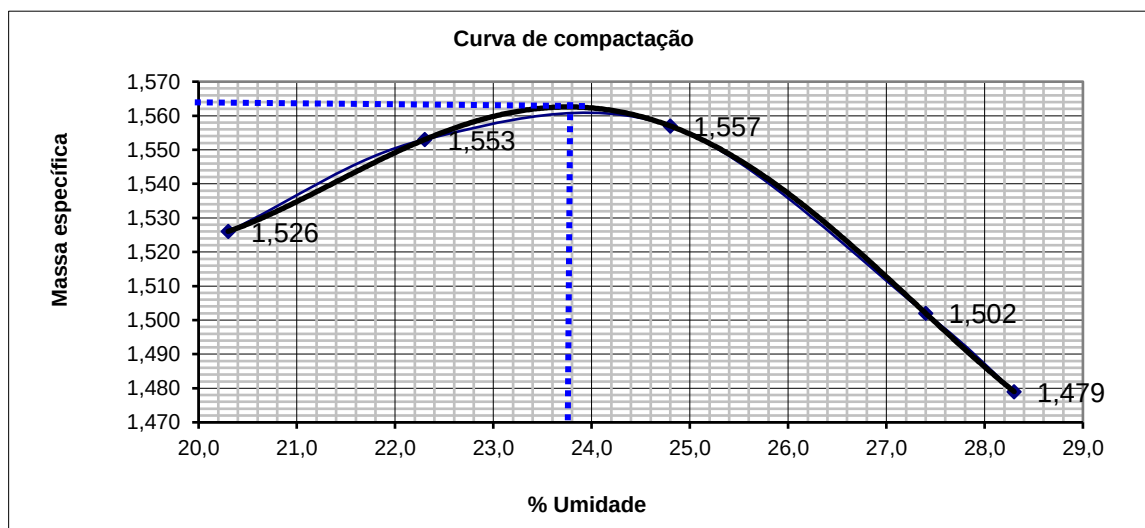
MARCOS GONCALVES JUNIOR
Engenheiro CIVIL CREA: PR 152117/D

Curitiba, 05 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-07 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

Peso das amostras (g)	5000	Energia de Compactação				Normal
CILINDRO N.º		102	29	130	39	40
H ₂ O acrescentada (g)		600	700	800	900	1000
Peso cil.+solo úmido (g)		8495	7645	8630	7705	7650
Peso cilindro (g)		4675	3650	4635	3700	3645
Volume cilindro(cm ³)		2081	2104	2056	2093	2110
Peso solo úmido (g)		3820	3995	3995	4005	4005
Massa espe.aparente (g/cm³)		1,836	1,899	1,943	1,914	1,898

CILINDRO N.º	102	29	130	39	40
Cápsula n.º	25	62	239	138	114
Peso cápsula (g)	104,59	98,81	108,03	94,25	98,09
Peso cápsula + solo úmido (g)	514,24	516,93	567,38	511,22	513,24
Peso cápsula + solo seco (g)	445,06	440,63	475,98	421,45	421,66
Peso H ₂ O (g)	69,18	76,30	91,40	89,77	91,58
Peso do solo seco (g)	340,47	341,82	367,95	327,20	323,57
Umidade (%)	20,3	22,3	24,8	27,4	28,3
Massa espe. aparente seca (g./cm³)	1,526	1,553	1,557	1,502	1,479

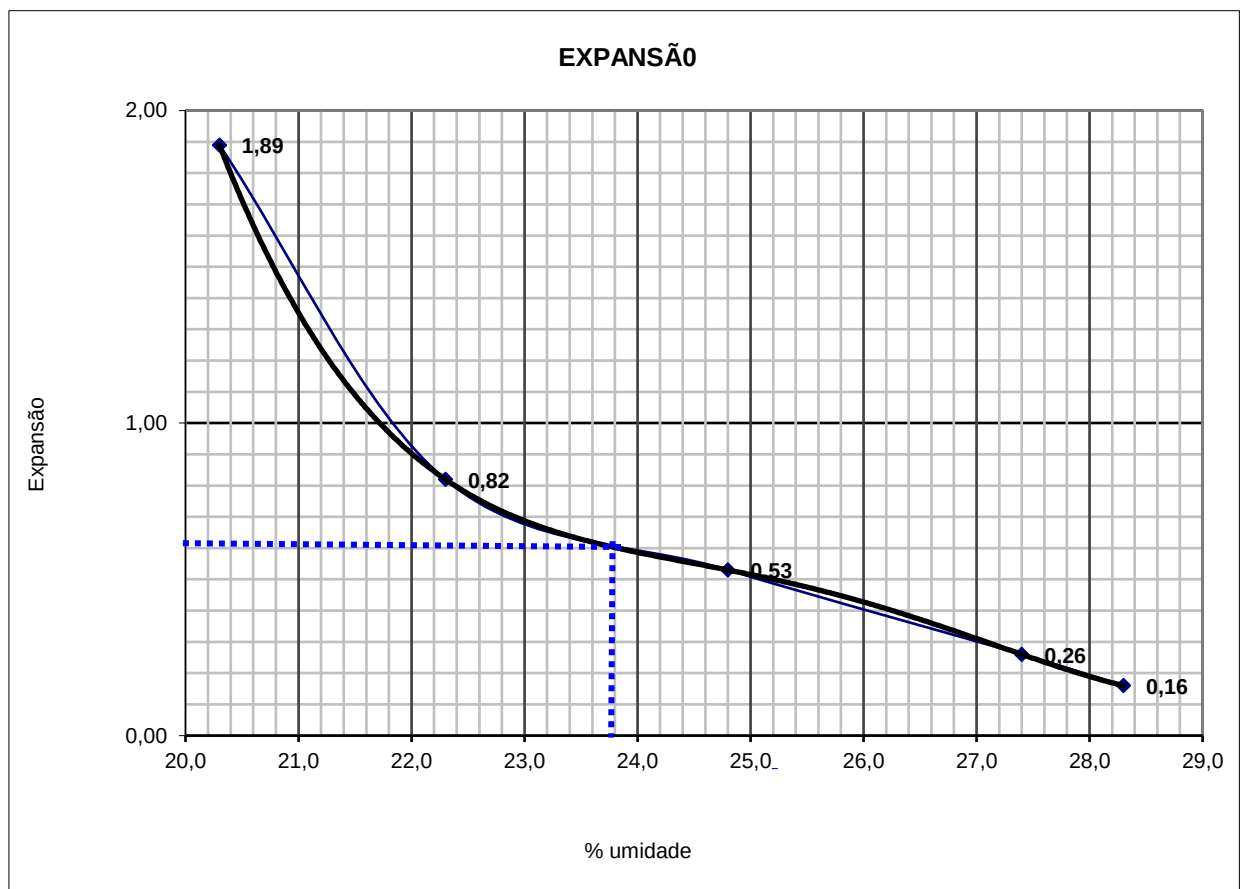


Massa espe. Aparente seca máxima (g/cm ³)	1,564
Umidade ótima (%)	23,8

Curitiba, 03 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-07 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

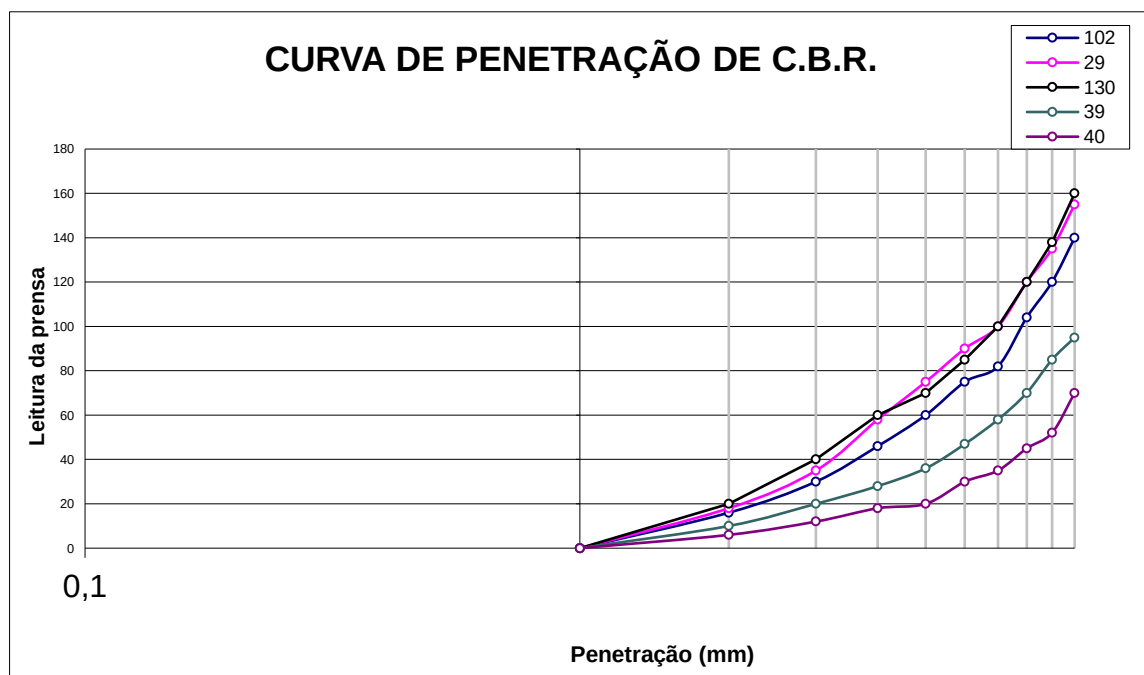
DETERMINAÇÃO DA EXPANSÃO					Alt.CP.(mm)	114
CILINDRO N.º	102	29	130	39	40	
Data da leitura inicial	14/11/18	14/11/18	14/11/18	14/11/18	14/11/18	
Leitura inicial	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Data da leitura final	18/11/18	18/11/18	18/11/18	18/11/18	18/11/18	
Leitura final	3,15	1,93	1,60	1,30	1,18	
Expansão (%)	1,89	0,82	0,53	0,26	0,16	
Umidade (%)	20,3	22,3	24,8	27,4	28,3	
					Úmidade ótima	23,8



Expansão (%)	0,6
--------------	-----

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-07 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

PENETRAÇÃO			Fator da prensa 0,085				
CILINDRO N.º			102	29	130	39	40
Carga padrão (kg)	Tempo (min.)	Penetração (mm)	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura
			0	0	0	0	0
	0,30"	0,63	16	18	20	10	6
	1' : 00"	1,27	30	35	40	20	12
	1' : 30"	1,90	46	58	60	28	18
1,350	2' : 00"	2,54	60	75	70	36	20
	3' : 00"	3,81	75	90	85	47	30
2,050	4' : 00"	5,08	82	100	100	58	35
	6' : 00"	7,62	104	120	120	70	45
	8' : 00"	10,16	120	135	138	85	52
	10' : 00"	12,70	140	155	160	95	70
C.B.R. (2,54)			7,3	9,1	8,5	4,4	2,4
C.B.R. (5,08)			6,6	8,1	8,1	4,7	2,8
C.B.R.			7,3	9,1	8,5	4,7	2,8

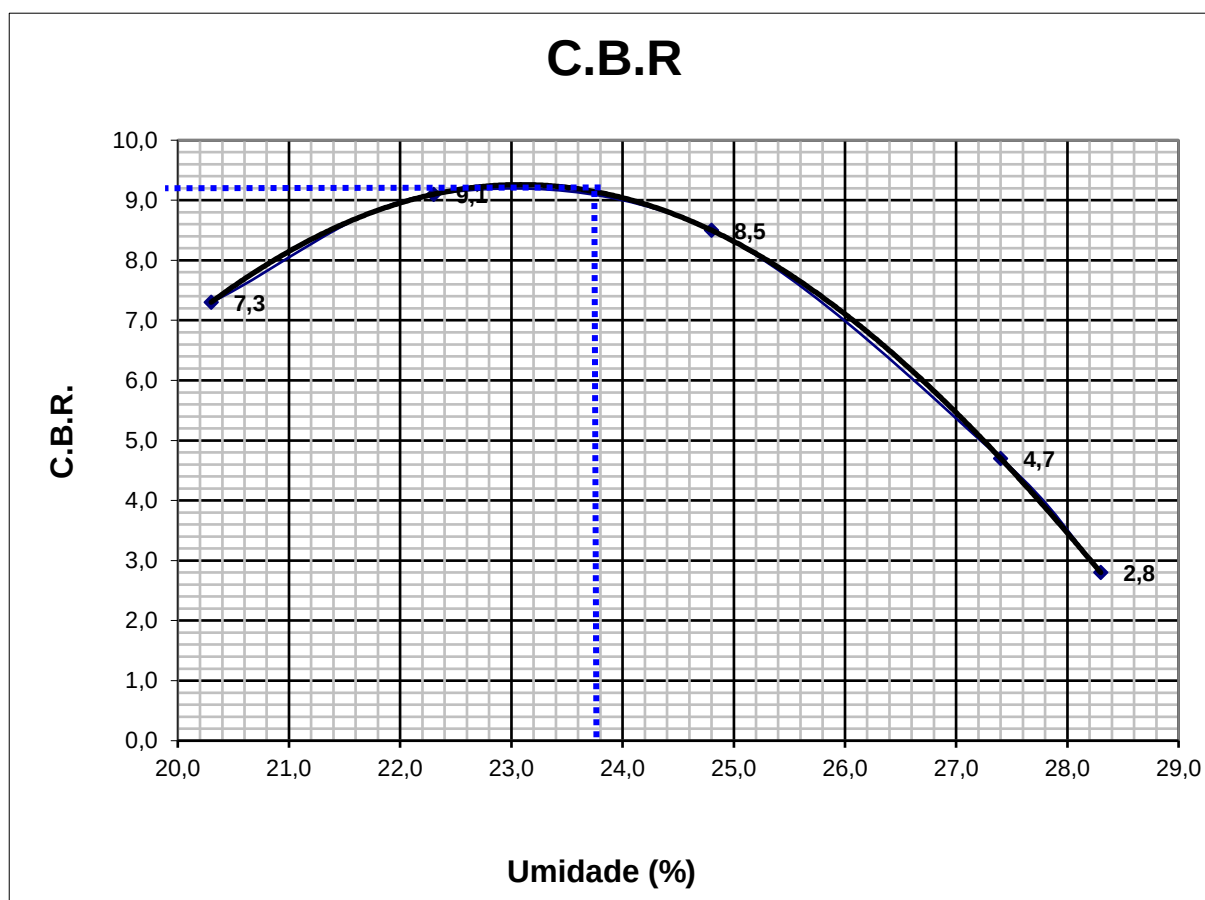


Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-07 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

DETERMINAÇÃO DO C.B.R.

CILINDRO N.º	102	29	130	39	40
C.B.R.	7,3	9,1	8,5	4,7	2,8
Umidade (%)	20,3	22,3	24,8	27,4	28,3

Umidade ótima (%)	Massa específica aparente seca máxima(g/cm ³)	Expansão (%)	C.B.R
23,8	1,564	0,6	9,2



C.B.R. 9,2

RELATÓRIO

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-07 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

DETERMINAÇÃO DA COMPACTAÇÃO E C.B.R. DNER ME 49/94

Energia aplicada	Normal
Umidade ótima (%)	23,8
Massa espe.apa. Seca máxima (g/cm ³)	1,564
Expansão (%)	0,6
C.B.R. / I.S.C (%)	9,2

PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass.

MARCOS GONÇALVES JUNIOR
Engenheiro CIVIL CREA: PR 152117/D

Cutitiba, 06 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-07 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA SIMPLES - MÉTODO DNER-ME 80-84

PENEIRAMENTO GROSSO

Amostra total úmida (g)	1510,0
Solo seco retido peneira n.º 10 (g)	31,8
Solo úmido passado peneira n.º 10 (g)	1478,2
Solo seco passado peneira n.º 10 (g)	1350,2
Amostra total seca (g)	1382,0

PENEIRAS		RETIDO (g)	PASSADO (g)	% PASSANDO	% RETIDA
POL.	mm				
3-1/2"	88,9		1382,00	100,0	0,0
3"	76,2		1382,00	100,0	0,0
2-1/2"	63,5		1382,00	100,0	0,0
2"	50,8		1382,00	100,0	0,0
1-1/2"	38,1		1382,00	100,0	0,0
1-1/4"	31,7		1382,00	100,0	0,0
1"	25,4		1382,00	100,0	0,0
3/4"	19,1		1382,00	100,0	0,0
1/2"	12,7		1382,00	100,0	0,0
3/8"	9,52		1382,00	100,0	0,0
N.º 4	4,76	3,2	1378,80	99,8	0,2
N.º 10	2,00	28,6	1350,20	97,7	2,1

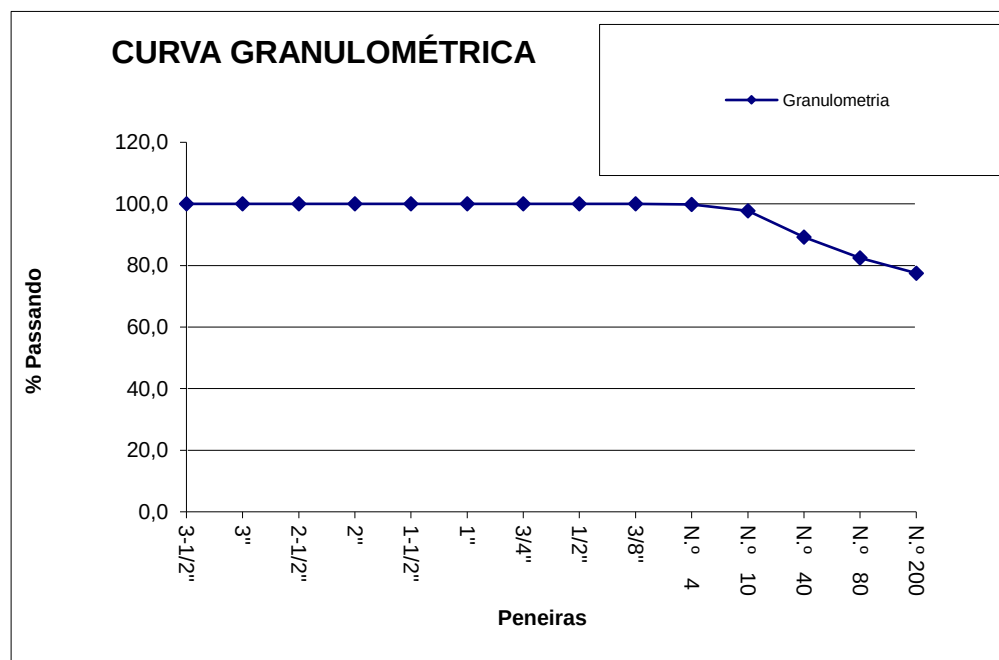
PENEIRAMENTO FINO

Solo úmido passado peneira n.º 10 (g)					150,1		
Solo seco passado peneira n.º 10 (g)					137,1		
Umidade higroscópica (%)					9,5		
PENEIRAS		RETIDO (g)	PASSADO (g)	% PARCIAL PASSADA	% PARCIAL RETIDA	% TOTAL PASSADA	% TOTAL RETIDA
POL.	mm						
N.º 40	0,42	11,9	125,20	91,3	8,7	89,2	8,5
N.º 80	0,177	9,6	115,60	84,3	7,0	82,4	6,8
N.º 200	0,074	6,9	108,70	79,3	5,0	77,5	4,9

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-07 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA

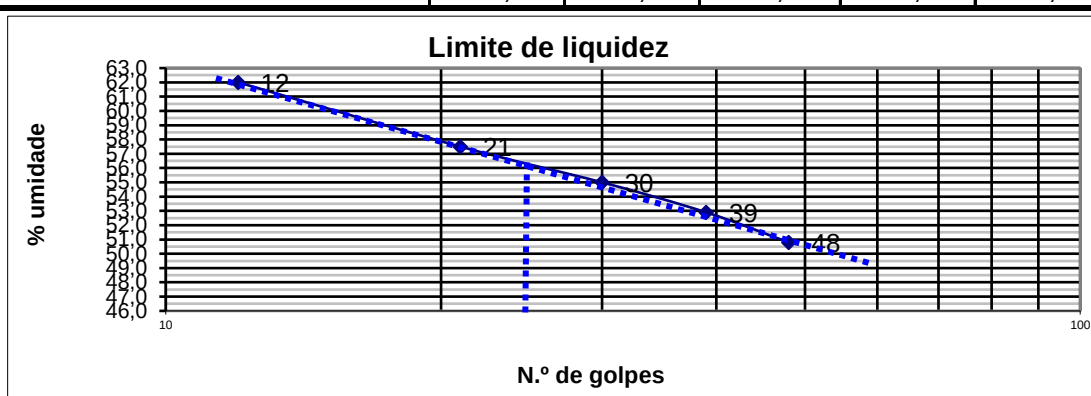
cáp. n.º	137	30	85
cáp + solo úmido (g)	68,78	63,97	68,06
cáp + solo seco (g)	65,77	60,05	63,92
tara (g)	16,10	24,43	27,50
Peso da água (g)	3,01	3,92	4,14
peso solo seco (g)	49,67	35,62	36,42
% D'água	6,06	11,01	11,37
Média higroscópica (%)	9,48		



Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-07 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

LIMITE DE LIQUIDEZ DNER-ME 44-71

cáp. n.º	262	205	332	99	292	
tara (g)	6,67	6,34	6,30	6,71	6,46	
cáp + solo úmido (g)	20,69	19,64	20,68	19,66	20,26	
cáp + solo seco (g)	15,97	15,04	15,58	14,93	14,98	
Num.de golpes	48	39	30	21	12	
Peso D'água (g)	4,72	4,60	5,10	4,73	5,28	
peso solo seco (g)	9,30	8,70	9,28	8,22	8,52	
% D'água	50,8	52,9	55,0	57,5	62,0	


LIMITE DE PLASTICIDADE DNER-ME 82-63

N.º DE PONTOS	4			MÉDIA	32,4	
cáp. n.º	29	154	148	128	233	
tara (g)	13,23	9,2	12,96	12,85	9,28	
cáp + solo úmido (g)	15,63	11,44	15,28	15,38	11,88	
cáp + solo seco (g)	15,04	10,89	14,72	14,76	11,24	
Peso D'água (g)	0,59	0,55	0,56	0,62	0,64	
peso solo seco (g)	1,81	1,69	1,76	1,91	1,96	
% D'água	32,60	32,54	31,82	32,46	32,65	
TOLERÂNCIA	MAX. 34,02				MIN. 30,78	

LIMITE DE LIQUIDEZ	56
LIMITE DE PLASTICIDADE	32

ÍNDICE DE PLASTICIDADE	24
------------------------	----

RELATÓRIO

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-07 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

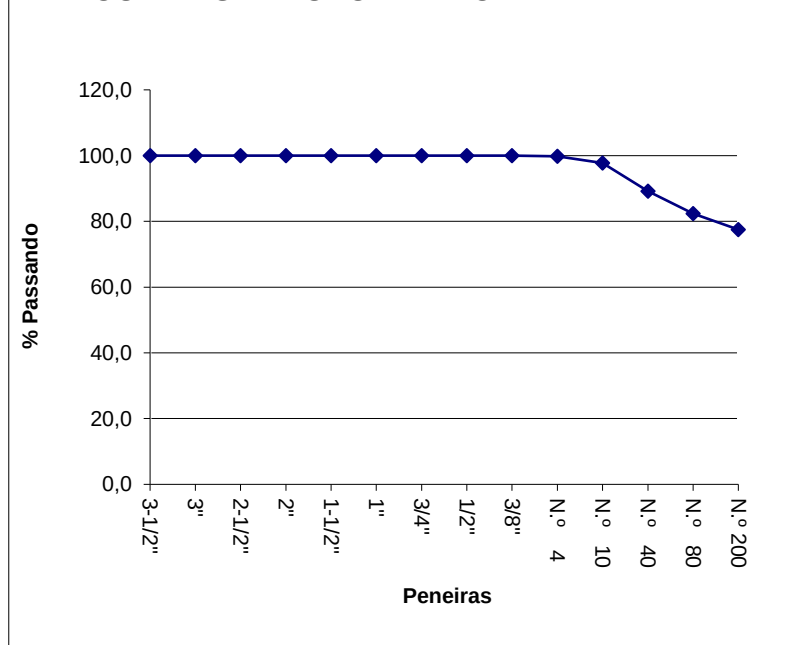
CARACTERIZAÇÃO DE AMOSTRA - DNER-ME 80-84 / DNER-ME 44-71 / DNER-ME 82-63

Limite de liquidez (%)	56
Limite de plasticidade (%)	32
Índice de plasticidade	24
Índice de grupo	16
Classificação T.R.B.	A- 7-5
Classificação unificada	M H

GRANULOMETRIA

PENEIRAS		%
POL.	mm	
3-1/2"	88,9	100,0
3"	76,2	100,0
2-1/2"	63,5	100,0
2"	50,8	100,0
1-1/2"	38,1	100,0
1"	25,4	100,0
3/4"	19,1	100,0
1/2"	12,7	100,0
3/8"	9,52	100,0
N.º 4	4,76	99,8
N.º 10	2,00	97,7
N.º 40	0,42	89,2
N.º 80	0,177	82,4
N.º 200	0,074	77,5

CURVA GRANULOMÉTRICA



PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass.

MARCOS GONCALVES JUNIOR
Engenheiro Civil CREA: PR 152117/D

Curitiba, 06 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-07 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

FOTOS DA AMOSTRA



	PARANÁ SOLOS		0021/18
	Localização de Sondagem		Escala 1:1.016,89
	Cliente: Prefeitura de Araucária Obra: Sondagem e Coleta de Amostras		Página 1/1
	Local: Estrada Lagoa Grande, Araucária-PR		Data 05/11/2018 05/11/2018



ST-008	25,697556°S; 49,449°O; WGS84; Cota 0,00 m	
Estrada do Cerne KM 21 Nº 21011, Centro Campo Magro - PR		Resp. Técnico <u>Marcos Gonçalves Junior</u> Engenheiro Civil - CREA PR-152117/D

QUADRO RESUMO DE ENSAIOS

OBRA		Estrada da Lagoa Grande							
INTERESSADO: Prefeitura Municipal de Araucária					TRECHO:		DATA	05/12/2018	
Ponto		ST 08							
Lado		L.E.							
Coordenada									
Amostra		AD 08							
MATERIAL		SILTE							
		ARENOSO							
CARACTERIZAÇÃO	% PASSANDO NAS PENEIRAS	3"							
		2 1/2"							
		2"							
		1 1/2"							
		1"							
		3/4"							
		1/2"							
		3/8"	100,0						
		Nº4	99,7						
		Nº10	98,7						
		Nº40	84,6						
		Nº200	62,7						
	L.L.		43						
	L.P.		32						
	I.P.		11						
	I.G.		6						
	CLASSIFICAÇÃO T.R.B.		A-7-5						
	CLASSIFICAÇÃO S.U.C.S.		M L						
	Energia de compactação		Normal						
COMPACTAÇÃO	COMPACTAÇÃO	D. máx. (g/cm³)	1,492						
		hot (%)	27,2						
		EXPANSÃO (%)	1,9						
		ISC (%)	4,8						
UNIDADE NATURAL (%)		36,0							

PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass.

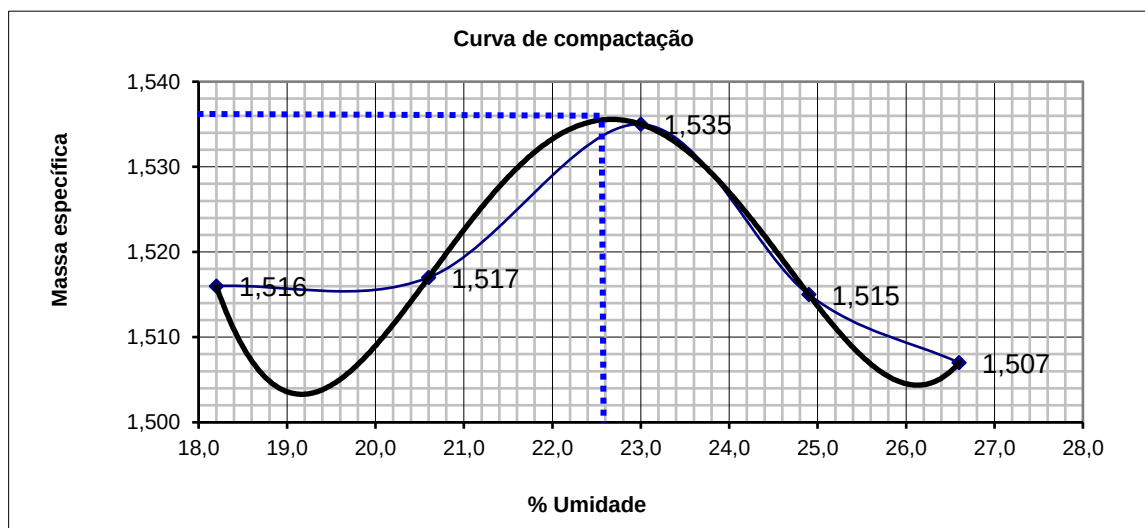
MARCOS GONCALVES JUNIOR
Engenheiro CIVIL CREA: PR 152117/D

Curitiba, 05 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-08 - Silte Arenoso Amarelado
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

Peso das amostras (g)	5000	Energia de Compactação				Normal
CILINDRO N.º		154	56	1	214	54
H ₂ O acrescentada (g)		600	700	800	900	1000
Peso cil.+solo úmido (g)		9320	7485	9290	7795	7600
Peso cilindro (g)		5575	3660	5345	3775	3630
Volume cilindro(cm ³)		2090	2091	2090	2125	2081
Peso solo úmido (g)		3745	3825	3945	4020	3970
Massa espe.aparente (g/cm³)		1,792	1,829	1,888	1,892	1,908

CILINDRO N.º	154	56	1	214	54
Cápsula n.º	235	56	350	68	110
Peso cápsula (g)	92,47	104,34	101,65	102,64	95,45
Peso cápsula + solo úmido (g)	557,58	561,02	563,00	550,85	552,05
Peso cápsula + solo seco (g)	486,07	483,03	476,87	461,44	456,09
Peso H ₂ O (g)	71,51	77,99	86,13	89,41	95,96
Peso do solo seco (g)	393,60	378,69	375,22	358,80	360,64
Umidade (%)	18,2	20,6	23,0	24,9	26,6
Massa espe. aparente seca (g./cm³)	1,516	1,517	1,535	1,515	1,507

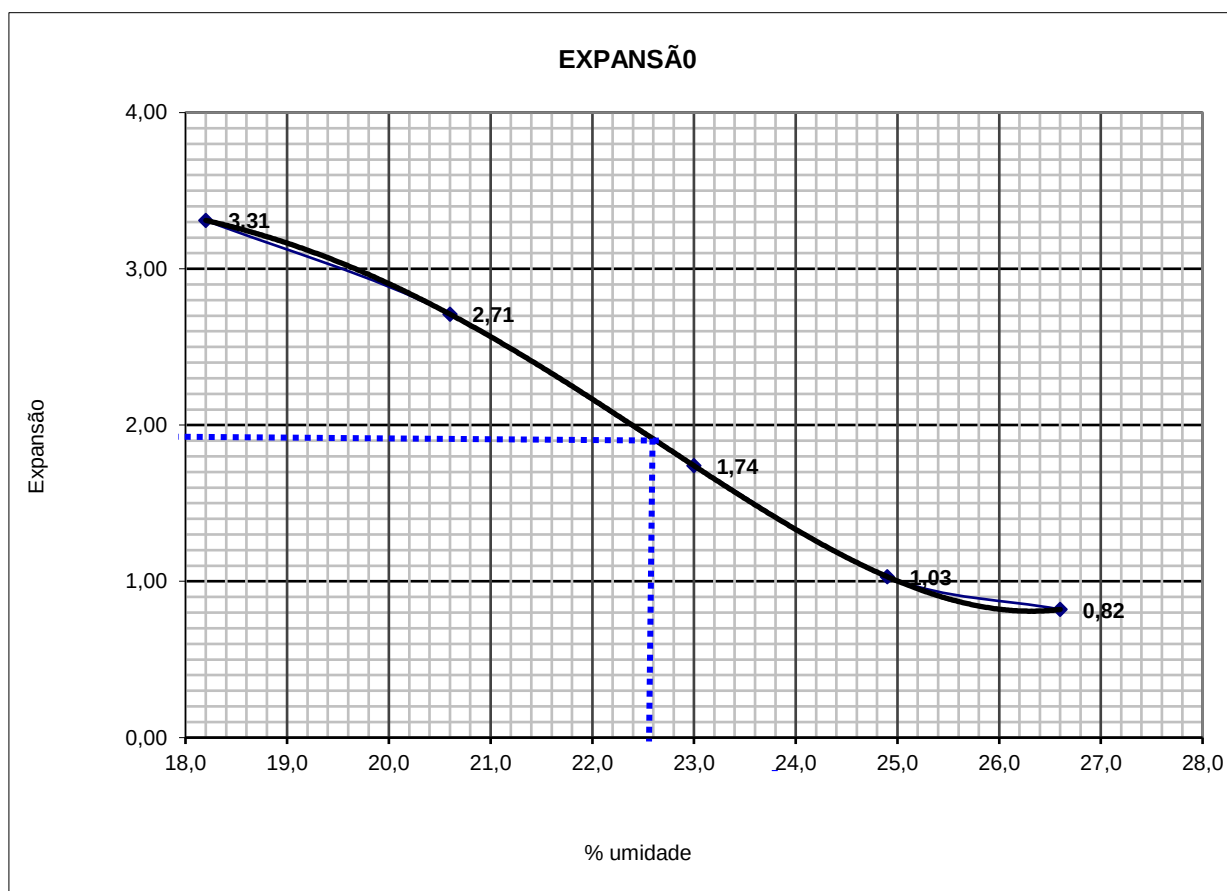


Massa espe. Aparente seca máxima (g/cm ³)	1,492
Umidade ótima (%)	27,2

Curitiba, 03 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-08 - Silte Arenoso Amarelado
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

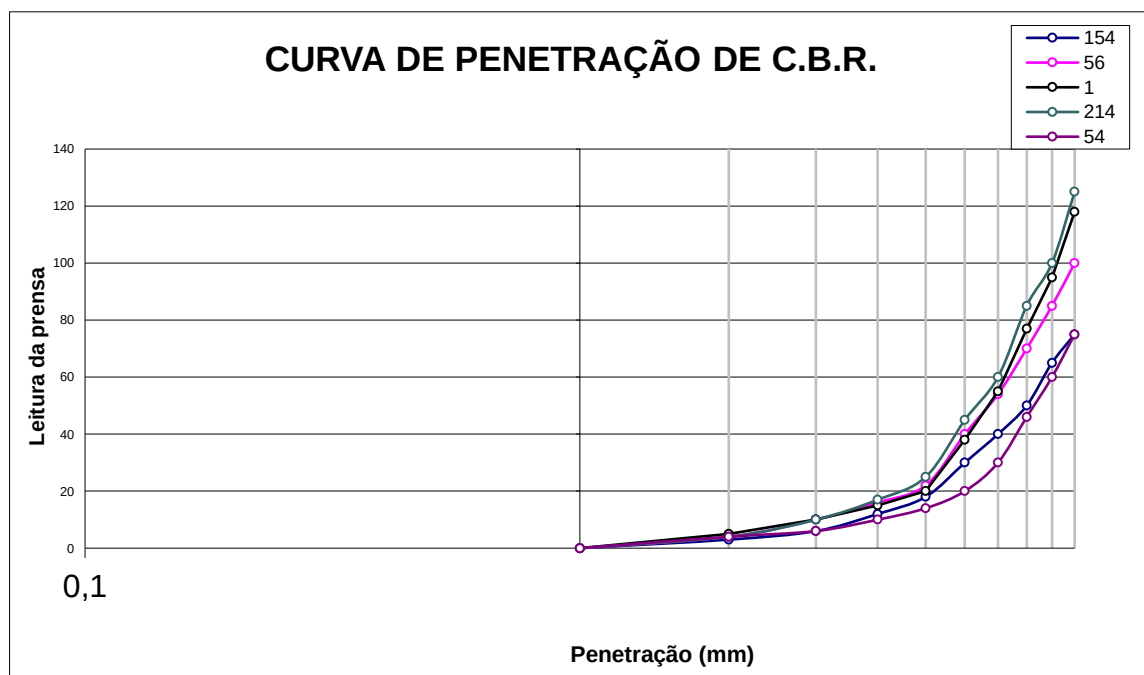
DETERMINAÇÃO DA EXPANSÃO					Alt.CP.(mm)	114
CILINDRO N.º	154	56	1	214	54	
Data da leitura inicial	23/11/18	23/11/18	23/11/18	23/11/18	23/11/18	
Leitura inicial	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Data da leitura final	27/11/18	27/11/18	27/11/18	27/11/18	27/11/18	
Leitura final	4,77	4,09	2,98	2,17	1,93	
Expansão (%)	3,31	2,71	1,74	1,03	0,82	
Umidade (%)	18,2	20,6	23,0	24,9	26,6	
					Úmidade ótima	27,2



Expansão (%)	1,9
--------------	-----

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-08 - Silte Arenoso Amarelado
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

PENETRAÇÃO			Fator da prensa 0,085				
CILINDRO N.º			154	56	1	214	54
Carga padrão (kg)	Tempo (min.)	Penetração (mm)	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura
			0	0	0	0	0
	0,30"	0,63	3	4	5	4	4
	1' : 00"	1,27	6	10	10	10	6
	1' : 30"	1,90	12	16	15	17	10
1,350	2' : 00"	2,54	18	22	20	25	14
	3' : 00"	3,81	30	40	38	45	20
2,050	4' : 00"	5,08	40	54	55	60	30
	6' : 00"	7,62	50	70	77	85	46
	8' : 00"	10,16	65	85	95	100	60
	10' : 00"	12,70	75	100	118	125	75
C.B.R. (2,54)			2,2	2,7	2,4	3,0	1,7
C.B.R. (5,08)			3,2	4,4	4,4	4,8	2,4
C.B.R.			3,2	4,4	4,4	4,8	2,4

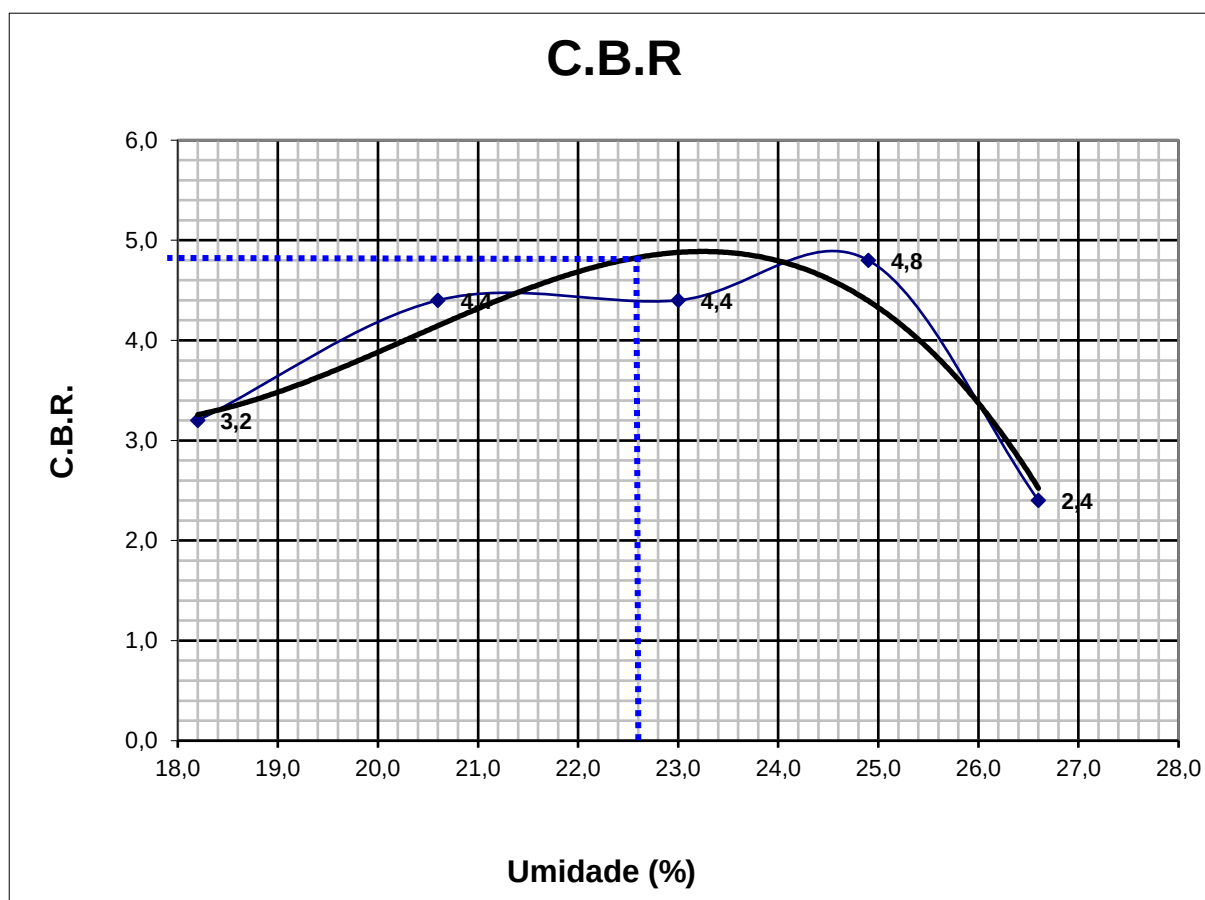


Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-08 - Silte Arenoso Amarelado
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

DETERMINAÇÃO DO C.B.R.

CILINDRO N.º	154	56	1	214	54
C.B.R.	3,2	4,4	4,4	4,8	2,4
Umidade (%)	18,2	20,6	23,0	24,9	26,6

Umidade ótima (%)	Massa específica aparente seca máxima(g/cm³)	Expansão (%)	C.B.R
27,2	1,492	1,9	4,8



C.B.R. 4,8

RELATÓRIO

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-08 - Silte Arenoso Amarelado
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

DETERMINAÇÃO DA COMPACTAÇÃO E C.B.R. DNER ME 49/94

Energia aplicada	Normal
Umidade ótima (%)	27,2
Massa espe.apa. Seca máxima (g/cm ³)	1,492
Expansão (%)	1,9
C.B.R. / I.S.C (%)	4,8

PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass.

MARCOS GONÇALVES JUNIOR
Engenheiro CIVIL CREA: PR 152117/D

Cutitiba, 06 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-08 - Silte Arenoso Amarelado
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA SIMPLES - MÉTODO DNER-ME 80-84
PENEIRAMENTO GROSSO

Amostra total úmida (g)	1385,4
Solo seco retido peneira n.º 10 (g)	17,0
Solo úmido passado peneira n.º 10 (g)	1368,4
Solo seco passado peneira n.º 10 (g)	1284,6
Amostra total seca (g)	1301,6

PENEIRAS		RETIDO (g)	PASSADO (g)	% PASSANDO	% RETIDA
POL.	mm				
3-1/2"	88,9		1301,60	100,0	0,0
3"	76,2		1301,60	100,0	0,0
2-1/2"	63,5		1301,60	100,0	0,0
2"	50,8		1301,60	100,0	0,0
1-1/2"	38,1		1301,60	100,0	0,0
1-1/4"	31,7		1301,60	100,0	0,0
1"	25,4		1301,60	100,0	0,0
3/4"	19,1		1301,60	100,0	0,0
1/2"	12,7		1301,60	100,0	0,0
3/8"	9,52		1301,60	100,0	0,0
N.º 4	4,76	4,3	1297,30	99,7	0,3
N.º 10	2,00	12,7	1284,60	98,7	1,0

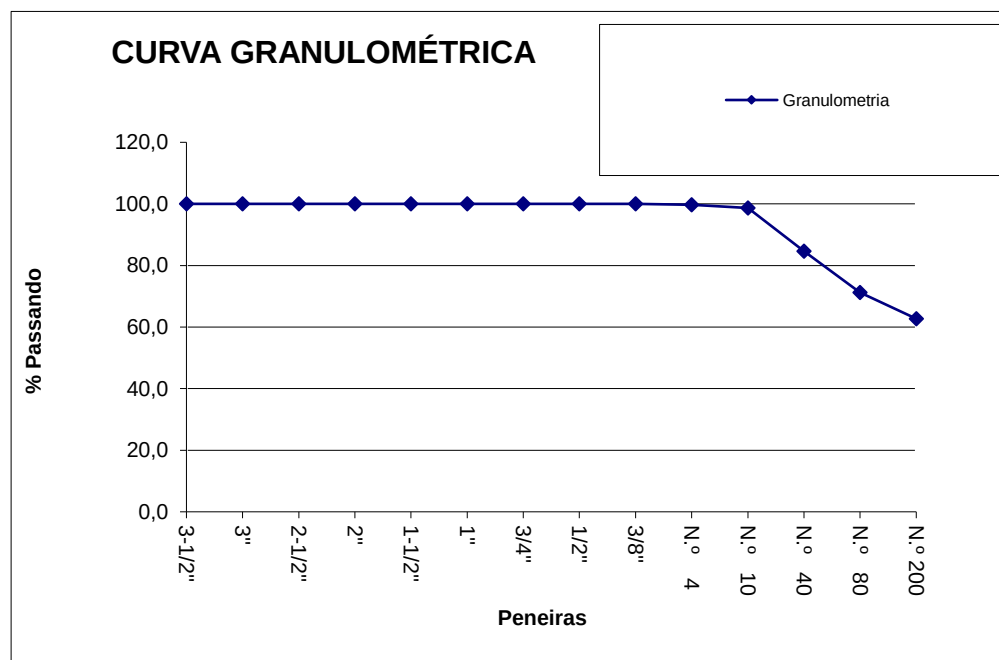
PENEIRAMENTO FINO

Solo úmido passado peneira n.º 10 (g)					150,3		
Solo seco passado peneira n.º 10 (g)					141,1		
Umidade higroscópica (%)					6,5		
PENEIRAS		RETIDO (g)	PASSADO (g)	% PARCIAL PASSADA	% PARCIAL RETIDA	% TOTAL PASSADA	% TOTAL RETIDA
POL.	mm						
N.º 40	0,42	20,2	120,90	85,7	14,3	84,6	14,1
N.º 80	0,177	19,1	101,80	72,1	13,5	71,2	13,4
N.º 200	0,074	12,2	89,60	63,5	8,6	62,7	8,5

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-08 - Silte Arenoso Amarelado
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA

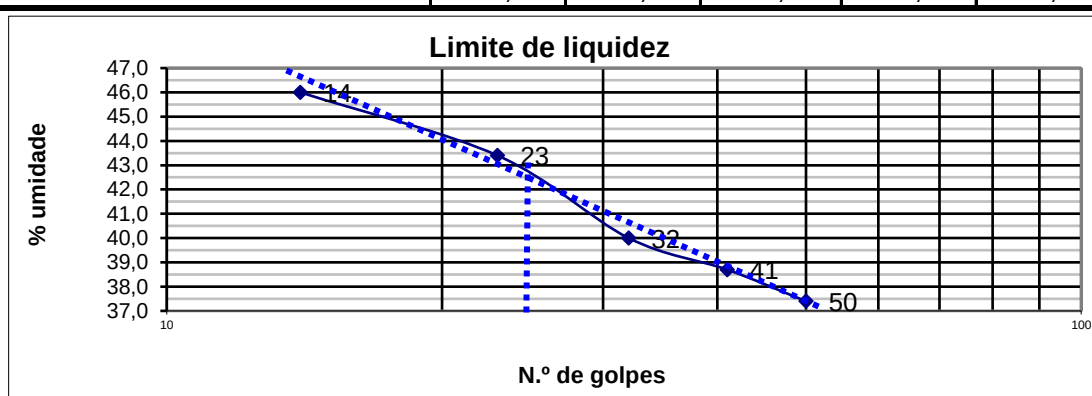
cáp. n.º	53	40	61
cáp + solo úmido (g)	69,87	69,70	68,72
cáp + solo seco (g)	67,38	67,19	66,29
tara (g)	27,86	29,68	29,37
Peso da água (g)	2,49	2,51	2,43
peso solo seco (g)	39,52	37,51	36,92
% D'água	6,30	6,69	6,58
Média higroscópica (%)	6,52		



Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-08 - Silte Arenoso Amarelado
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

LIMITE DE LIQUIDEZ DNER-ME 44-71

cáp. n.º	365	149	374	14	88	
tara (g)	10,87	10,76	10,78	11,23	10,71	
cáp + solo úmido (g)	25,48	24,87	25,09	25,14	23,19	
cáp + solo seco (g)	21,50	20,93	21,00	20,93	19,26	
Num.de golpes	50	41	32	23	14	
Peso D'água (g)	3,98	3,94	4,09	4,21	3,93	
peso solo seco (g)	10,63	10,17	10,22	9,70	8,55	
% D'água	37,4	38,7	40,0	43,4	46,0	



LIMITE DE PLASTICIDADE DNER-ME 82-63

N.º DE PONTOS	4			MÉDIA	31,6	
cáp. n.º	62	35	67	223	63	
tara (g)	12,3	12,09	12,12	10,97	11,74	
cáp + solo úmido (g)	14,92	14,77	14,97	13,68	14,69	
cáp + solo seco (g)	14,29	14,12	14,28	13,04	14,00	
Peso D'água (g)	0,63	0,65	0,69	0,64	0,69	
peso solo seco (g)	1,99	2,03	2,16	2,07	2,26	
% D'água	31,66	32,02	31,94	30,92	30,53	
TOLERÂNCIA	MAX. 33,18			MIN. 30,02		

LIMITE DE LIQUIDEZ	43
LIMITE DE PLASTICIDADE	32

ÍNDICE DE PLASTICIDADE	11
------------------------	----

RELATÓRIO

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-08 - Silte Arenoso Amarelado
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

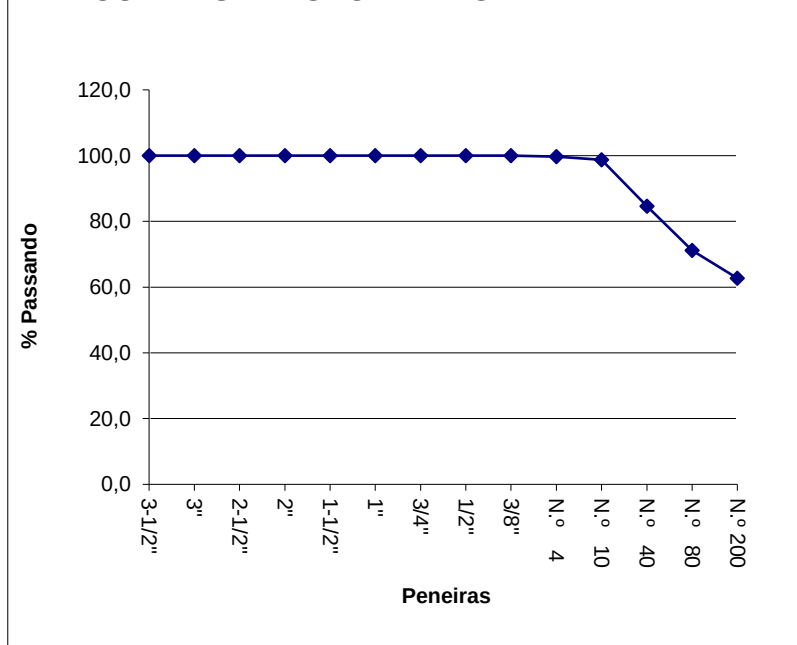
CARACTERIZAÇÃO DE AMOSTRA - DNER-ME 80-84 / DNER-ME 44-71 / DNER-ME 82-63

Limite de liquidez (%)	43
Limite de plasticidade (%)	32
Índice de plasticidade	11
Índice de grupo	6
Classificação T.R.B.	A- 7-5
Classificação unificada	M L

GRANULOMETRIA

PENEIRAS		%
POL.	mm	
3-1/2"	88,9	100,0
3"	76,2	100,0
2-1/2"	63,5	100,0
2"	50,8	100,0
1-1/2"	38,1	100,0
1"	25,4	100,0
3/4"	19,1	100,0
1/2"	12,7	100,0
3/8"	9,52	100,0
N.º 4	4,76	99,7
N.º 10	2,00	98,7
N.º 40	0,42	84,6
N.º 80	0,177	71,2
N.º 200	0,074	62,7

CURVA GRANULOMÉTRICA



PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass.

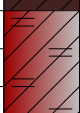
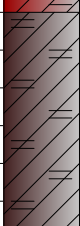
MARCOS GONCALVES JUNIOR
Engenheiro Civil CREA: PR 152117/D

Curitiba, 06 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-08 - Silte Arenoso Amarelado
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

FOTOS DA AMOSTRA



		PARANÁ SOLOS				0021/18	
		Sondagem de Reconhecimento a Trado				ST-009	
		Cliente: Prefeitura de Araucária				Página 1/1	
		Obra: Sondagem e Coleta de Amostras				Data 07/11/2018	
		Local: Estrada Lagoa Grande, Araucária-PR				07/11/2018	
Escala vertical: 1:20		Cota da boca do furo: 0,00 m		Avanço por Trado			
		Revestimento: 0,00 m		Início	10 min	20 min	30 min
		Nível d'água: Ausente		-	-	-	-
Perfuração: TH-Trado Helicoidal				Coordenadas: 25,698361°S; 49,450556°O; WGS84			
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Cota (m)	Perfil	Prof. (m)	Classificação do Material		
Ausente (08/11/2018)	TH	0,00		0,00	Areia com pedra		
				0,05	Argila siltosa plástica, marrom		
				0,70	Argila siltosa plástica, variegada / vermelha		
				1,00	Argila siltosa plástica, variegada / marrom clara		
				1,60	LIMITE DE SONDAGEM		
Estrada do Cerne KM 21 Nº 21011, Centro Campo Magro - PR		Resp. Técnico Marcos Gonçalves Junior Engenheiro Civil - CREA PR-152117/D					

PARANÁ SOLOS		0021/18
 Paraná Solos	Localização de Sondagem	
	Cliente: Prefeitura de Araucária	Escala 1:1.016,88
	Obra: Sondagem e Coleta de Amostras	Página 1/1
	Local: Estrada Lagoa Grande, Araucária-PR	Data 07/11/2018 07/11/2018



ST-009	25,698361°S; 49,450556°O; WGS84; Cota 0,00 m	
	Estrada do Cerne KM 21 Nº 21011, Centro Campo Magro - PR	Resp. Técnico <u>Marcos Gonçalves Junior</u> Engenheiro Civil - CREA PR-152117/D

QUADRO RESUMO DE ENSAIOS

OBRA		Estrada da Lagoa Grande							
INTERESSADO: Prefeitura Municipal de Araucária					TRECHO:		DATA	05/12/2018	
Ponto			ST 09						
Lado			L.D.						
Coordenada									
Amostra			AD 09						
MATERIAL			ARGILA						
			SILTOSA						
CARACTERIZAÇÃO	% PASSANDO NAS PENEIRAS	3"							
		2 1/2"							
		2"							
		1 1/2"							
		1"							
		3/4"							
		1/2"	100,0						
		3/8"	99,7						
		Nº4	99,3						
		Nº10	97,8						
		Nº40	85,3						
		Nº200	69,0						
	L.L.		68						
	L.P.		46						
	I.P.		22						
	I.G.		15						
	CLASSIFICAÇÃO T.R.B.			A-7-5					
	CLASSIFICAÇÃO S.U.C.S.			M H					
	Energia de compactação			Normal					
COMPACTAÇÃO	COMPACTAÇÃO		D. máx. (g/cm³)	1,492					
			hot (%)	27,2					
			EXPANSÃO (%)	1,5					
			ISC (%)	6,2					
UNIDADE NATURAL (%)			37,8						

PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass.

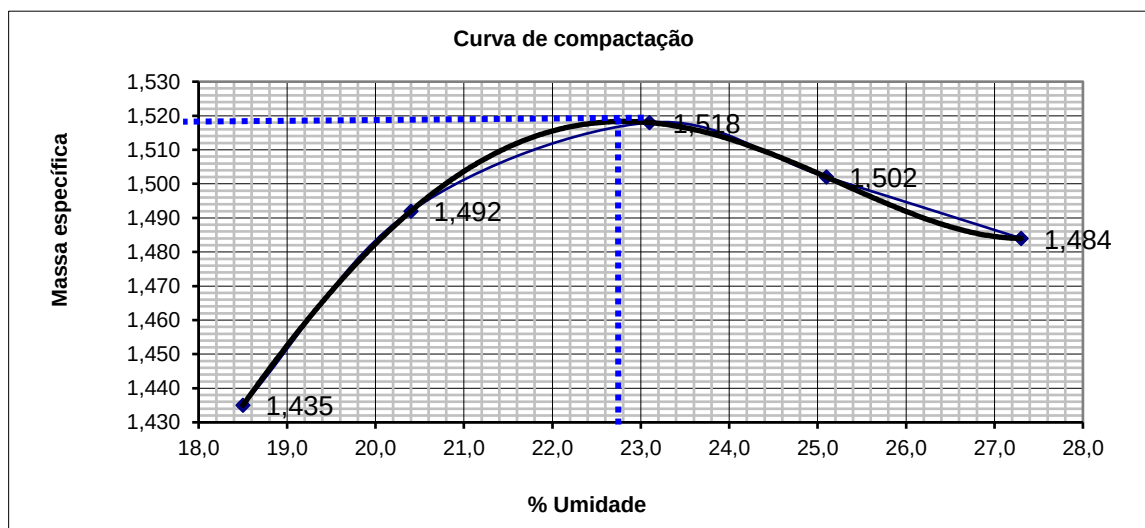
MARCOS GONCALVES JUNIOR
Engenheiro CIVIL CREA: PR 152117/D

Curitiba, 05 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-09 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

Peso das amostras (g)	5000	Energia de Compactação					Normal
CILINDRO N.º		52	91	42	46	41	
H ₂ O acrescentada (g)		500	600	700	800	900	
Peso cil.+solo úmido (g)		7180	7370	9370	9110	8540	
Peso cilindro (g)		3635	3660	5575	5180	4625	
Volume cilindro(cm ³)		2085	2066	2031	2091	2072	
Peso solo úmido (g)		3545	3710	3795	3930	3915	
Massa espe.aparente (g/cm³)		1,700	1,796	1,869	1,879	1,889	

CILINDRO N.º	52	91	42	46	41
Cápsula n.º	157	162	88	158	58
Peso cápsula (g)	90,98	99,47	106,10	91,99	105,40
Peso cápsula + solo úmido (g)	534,94	543,40	540,39	535,22	543,89
Peso cápsula + solo seco (g)	465,75	468,05	458,81	446,36	449,83
Peso H ₂ O (g)	69,19	75,35	81,58	88,86	94,06
Peso do solo seco (g)	374,77	368,58	352,71	354,37	344,43
Umidade (%)	18,5	20,4	23,1	25,1	27,3
Massa espe. aparente seca (g./cm³)	1,435	1,492	1,518	1,502	1,484

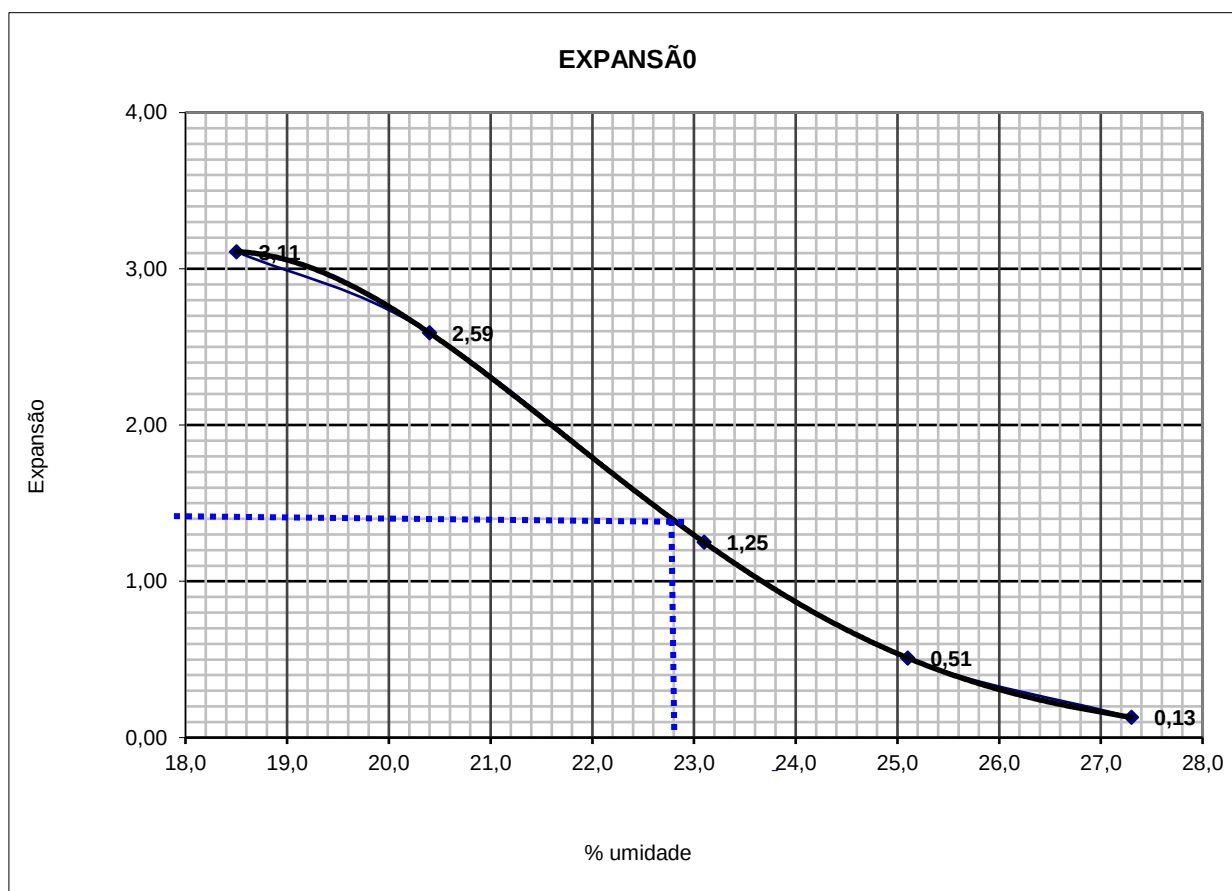


Massa espe. Aparente seca máxima (g/cm ³)	1,492
Umidade ótima (%)	27,2

Curitiba, 03 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-09 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

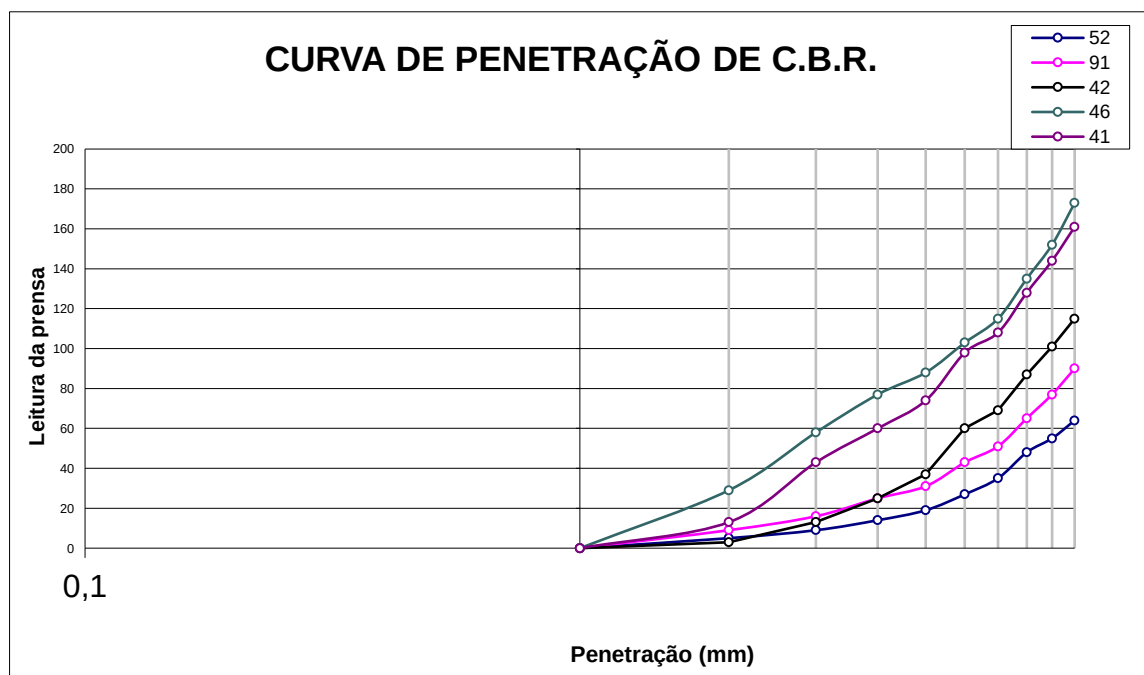
DETERMINAÇÃO DA EXPANSÃO					Alt.CP.(mm)	114
CILINDRO N.º	52	91	42	46	41	
Data da leitura inicial	19/11/18	19/11/18	19/11/18	19/11/18	19/11/18	19/11/18
Leitura inicial	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Data da leitura final	23/11/18	23/11/18	23/11/18	23/11/18	23/11/18	23/11/18
Leitura final	4,55	3,95	2,42	1,58	1,15	
Expansão (%)	3,11	2,59	1,25	0,51	0,13	
Umidade (%)	18,5	20,4	23,1	25,1	27,3	
					Úmidade ótima	27,2



Expansão (%)	1,5
--------------	-----

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-09 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

PENETRAÇÃO			Fator da prensa 0,085				
CILINDRO N.º			52	91	42	46	41
Carga padrão (kg)	Tempo (min.)	Penetração (mm)	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura
			0	0	0	0	0
	0,30"	0,63	5	9	3	29	13
	1' : 00"	1,27	9	16	13	58	43
	1' : 30"	1,90	14	25	25	77	60
1,350	2' : 00"	2,54	19	31	37	88	74
	3' : 00"	3,81	27	43	60	103	98
2,050	4' : 00"	5,08	35	51	69	115	108
	6' : 00"	7,62	48	65	87	135	128
	8' : 00"	10,16	55	77	101	152	144
	10' : 00"	12,70	64	90	115	173	161
C.B.R. (2,54)			2,3	3,7	4,5	10,6	8,9
C.B.R. (5,08)			2,8	4,1	5,6	9,3	8,7
C.B.R.			2,8	4,1	5,6	10,6	8,9

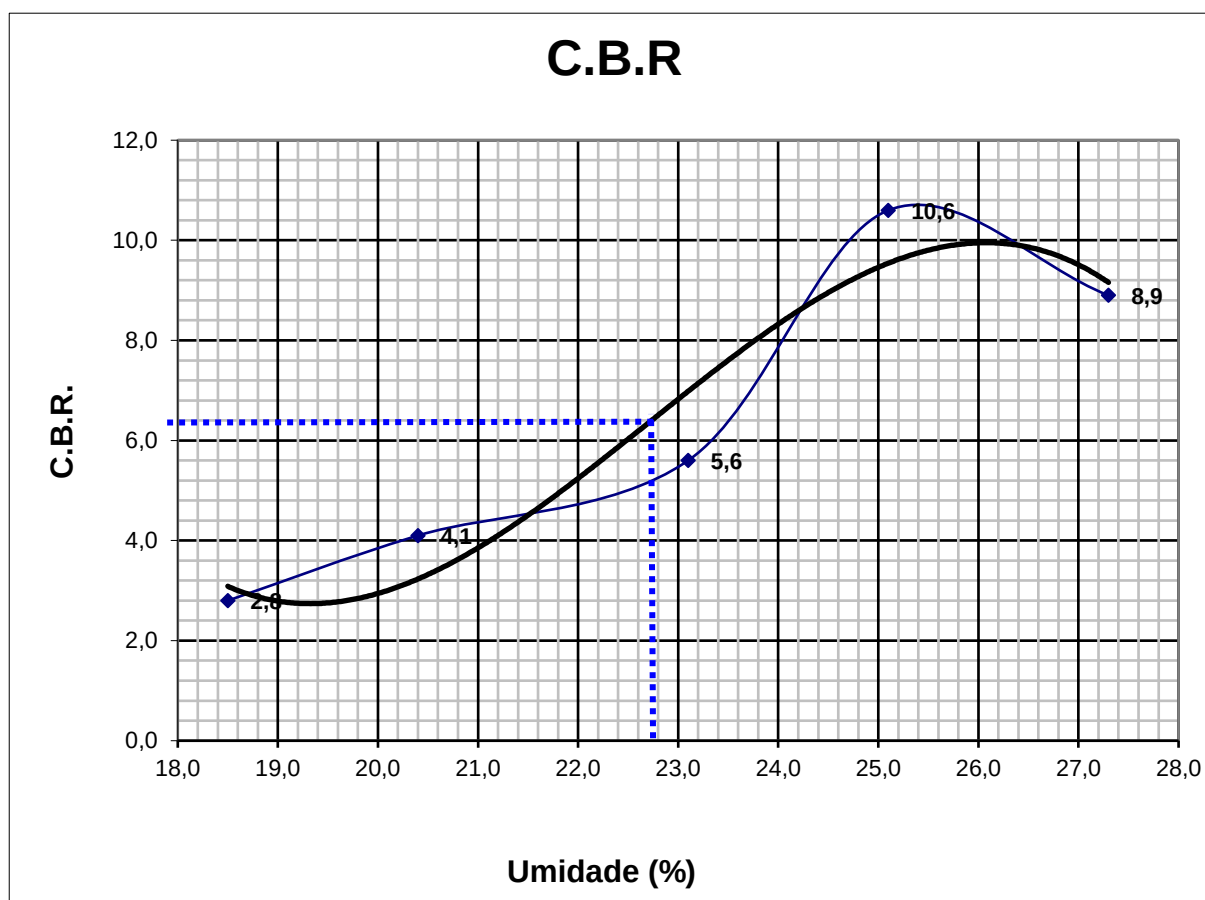


Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-09 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

DETERMINAÇÃO DO C.B.R.

CILINDRO N.º	52	91	42	46	41
C.B.R.	2,8	4,1	5,6	10,6	8,9
Umidade (%)	18,5	20,4	23,1	25,1	27,3

Umidade ótima (%)	Massa específica aparente seca máxima(g/cm³)	Expansão (%)	C.B.R
27,2	1,492	1,5	6,2



C.B.R. 6,2

RELATÓRIO

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-09 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

DETERMINAÇÃO DA COMPACTAÇÃO E C.B.R. DNER ME 49/94

Energia aplicada	Normal
Umidade ótima (%)	27,2
Massa espe.apa. Seca máxima (g/cm ³)	1,492
Expansão (%)	1,5
C.B.R. / I.S.C (%)	6,2

PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass.

MARCOS GONÇALVES JUNIOR
Engenheiro CIVIL CREA: PR 152117/D

Cutitiba, 06 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-09 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA SIMPLES - MÉTODO DNER-ME 80-84
PENEIRAMENTO GROSSO

Amostra total úmida (g)	1154,8
Solo seco retido peneira n.º 10 (g)	24,8
Solo úmido passado peneira n.º 10 (g)	1130,0
Solo seco passado peneira n.º 10 (g)	1098,4
Amostra total seca (g)	1123,2

PENEIRAS		RETIDO (g)	PASSADO (g)	% PASSANDO	% RETIDA
POL.	mm				
3-1/2"	88,9		1123,20	100,0	0,0
3"	76,2		1123,20	100,0	0,0
2-1/2"	63,5		1123,20	100,0	0,0
2"	50,8		1123,20	100,0	0,0
1-1/2"	38,1		1123,20	100,0	0,0
1-1/4"	31,7		1123,20	100,0	0,0
1"	25,4		1123,20	100,0	0,0
3/4"	19,1		1123,20	100,0	0,0
1/2"	12,7		1123,20	100,0	0,0
3/8"	9,52	2,9	1120,30	99,7	0,3
N.º 4	4,76	5,2	1115,10	99,3	0,5
N.º 10	2,00	16,7	1098,40	97,8	1,5

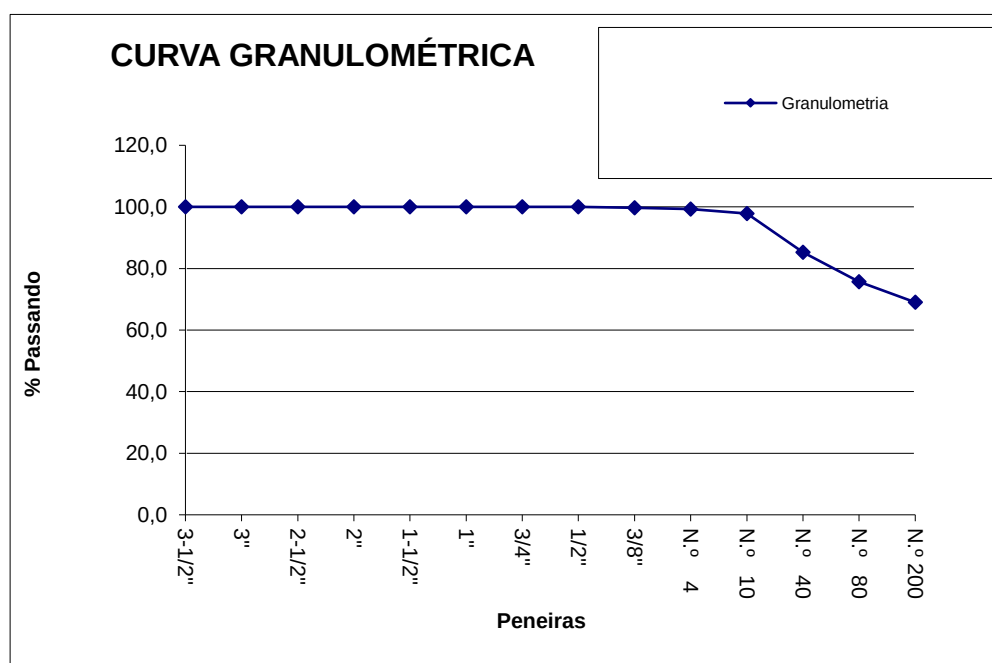
PENEIRAMENTO FINO

Solo úmido passado peneira n.º 10 (g)					150,0		
Solo seco passado peneira n.º 10 (g)					145,8		
Umidade higroscópica (%)					2,9		
PENEIRAS		RETIDO (g)	PASSADO (g)	% PARCIAL PASSADA	% PARCIAL RETIDA	% TOTAL PASSADA	% TOTAL RETIDA
POL.	mm						
N.º 40	0,42	18,6	127,20	87,2	12,8	85,3	12,5
N.º 80	0,177	14,3	112,90	77,4	9,8	75,7	9,6
N.º 200	0,074	10,0	102,90	70,6	6,9	69,0	6,7

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-09 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA

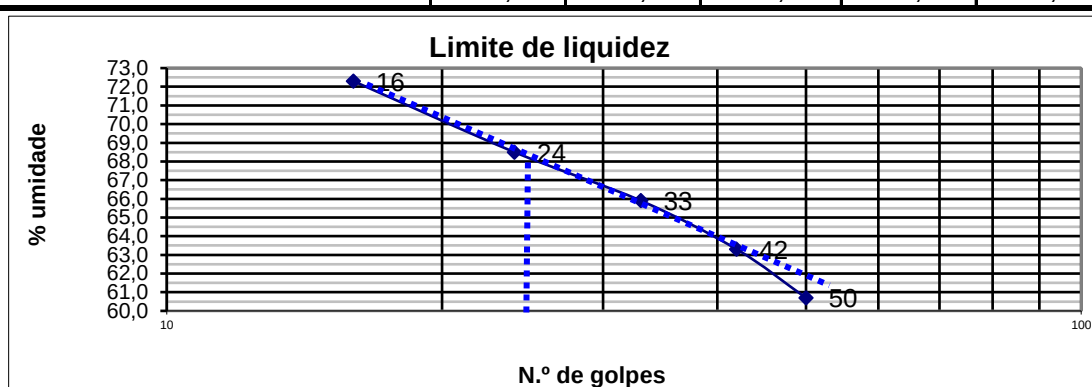
cáp. n.º	48	54	445
cáp + solo úmido (g)	66,73	69,38	69,11
cáp + solo seco (g)	66,50	67,67	67,16
tara (g)	14,54	23,08	22,60
Peso da água (g)	0,23	1,71	1,95
peso solo seco (g)	51,96	44,59	44,56
% D'água	0,44	3,83	4,38
Média higroscópica (%)	2,88		



Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-09 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

LIMITE DE LIQUIDEZ DNER-ME 44-71

cáp. n.º	293	116	30	51	205	
tara (g)	7,16	8,57	6,83	10,92	6,32	
cáp + solo úmido (g)	18,41	21,18	20,40	22,95	18,43	
cáp + solo seco (g)	14,16	16,29	15,01	18,06	13,35	
Num.de golpes	50	42	33	24	16	
Peso D'água (g)	4,25	4,89	5,39	4,89	5,08	
peso solo seco (g)	7,00	7,72	8,18	7,14	7,03	
% D'água	60,7	63,3	65,9	68,5	72,3	


LIMITE DE PLASTICIDADE DNER-ME 82-63

N.º DE PONTOS	4				MÉDIA	45,8
cáp. n.º	63	120	75	42	183	
tara (g)	11,67	11,36	11,82	11,85	11,39	
cáp + solo úmido (g)	13,78	13,81	14,08	14,23	13,74	
cáp + solo seco (g)	13,11	13,05	13,37	13,48	13,10	
Peso D'água (g)	0,67	0,76	0,71	0,75	0,64	
peso solo seco (g)	1,44	1,69	1,55	1,63	1,71	
% D'água	46,53	44,97	45,81	46,01	37,43	
TOLERÂNCIA	MAX. 48,09			MIN. 43,51		

LIMITE DE LIQUIDEZ	68
LIMITE DE PLASTICIDADE	46

ÍNDICE DE PLASTICIDADE	22
------------------------	----

RELATÓRIO

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-09 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

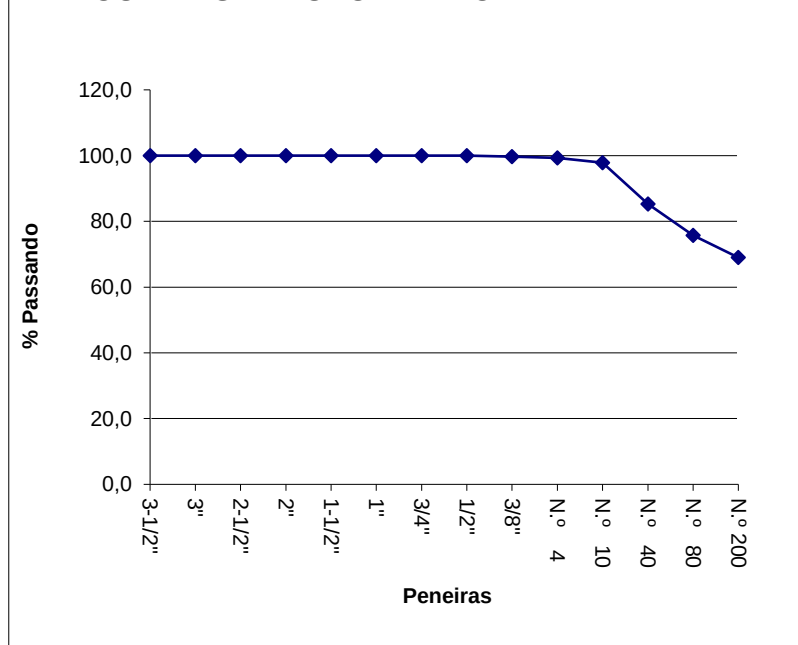
CARACTERIZAÇÃO DE AMOSTRA - DNER-ME 80-84 / DNER-ME 44-71 / DNER-ME 82-63

Limite de liquidez (%)	68
Limite de plasticidade (%)	46
Índice de plasticidade	22
Índice de grupo	15
Classificação T.R.B.	A- 7-5
Classificação unificada	M H

GRANULOMETRIA

PENEIRAS		% PASSANDO
POL.	mm	
3-1/2"	88,9	100,0
3"	76,2	100,0
2-1/2"	63,5	100,0
2"	50,8	100,0
1-1/2"	38,1	100,0
1"	25,4	100,0
3/4"	19,1	100,0
1/2"	12,7	100,0
3/8"	9,52	99,7
N.º 4	4,76	99,3
N.º 10	2,00	97,8
N.º 40	0,42	85,3
N.º 80	0,177	75,7
N.º 200	0,074	69

CURVA GRANULOMÉTRICA



PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass.

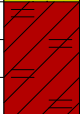
MARCOS GONÇALVES JUNIOR
Engenheiro Civil CREA: PR 152117/D

Curitiba, 06 de dezembro de 2018

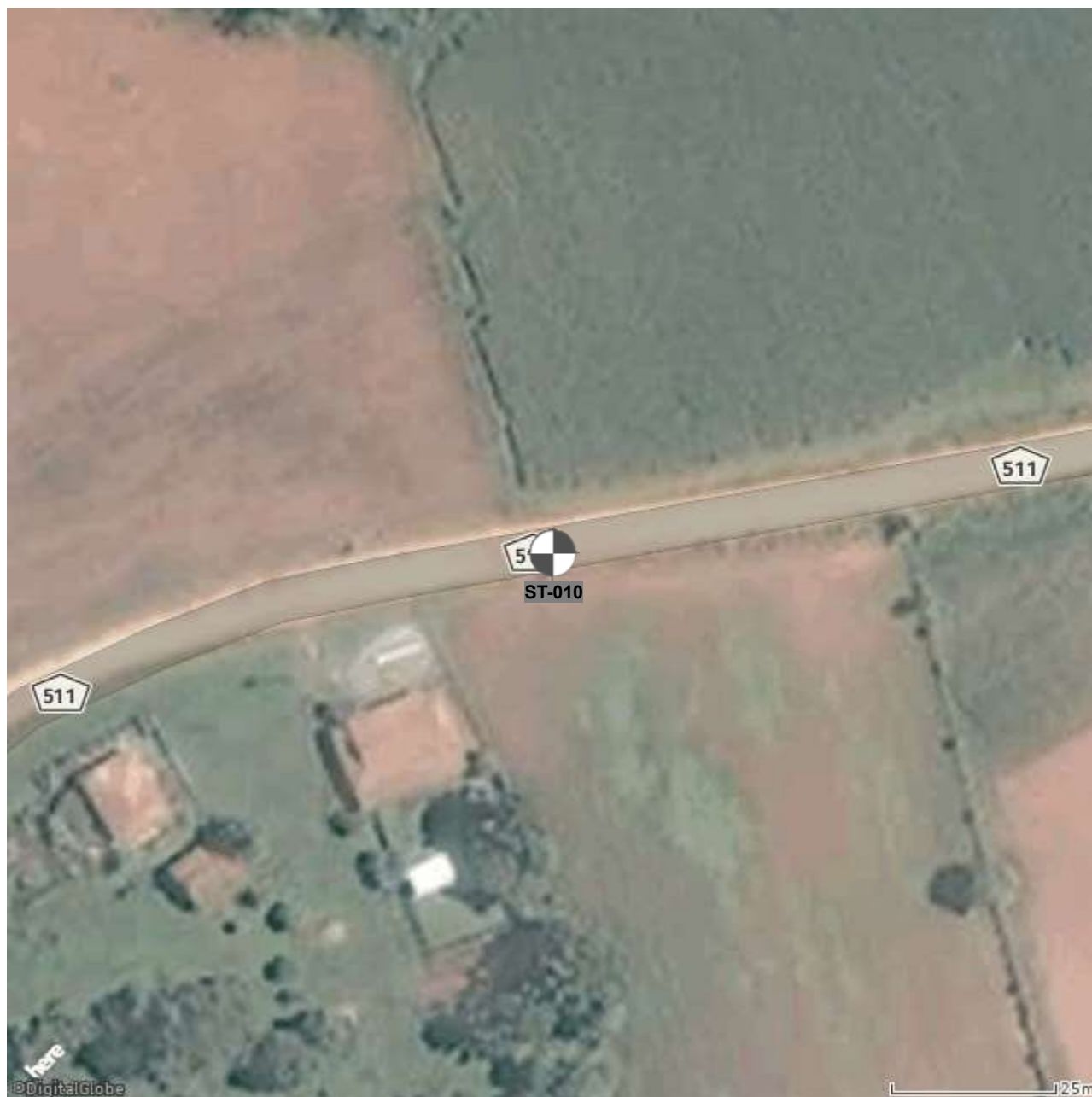
Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-09 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

FOTOS DA AMOSTRA



		PARANÁ SOLOS				0021/18	
		Sondagem de Reconhecimento a Trado				ST-010	
		Cliente: Prefeitura de Araucária				Página 1/1	
		Obra: Sondagem e Coleta de Amostras				Data 07/11/2018	
		Local: Estrada Lagoa Grande, Araucária-PR				07/11/2018	
Escala vertical: 1:20		Cota da boca do furo: 0,00 m		Avanço por Trado			
		Revestimento: 0,00 m		Início	10 min	20 min	30 min
		Nível d'água: Ausente		-	-	-	-
Perfuração: TH-Trado Helicoidal				Coordenadas: 25,698778°S; 49,4525°O; WGS84			
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Cota (m)	Perfil	Prof. (m)	Classificação do Material		
Ausente (08/11/2018)	TH	0,00		0,00	Areia com pedra		
				0,20	Argila siltosa plástica, vermelha		
				0,50	Silte argiloso pouco plástico, rosado		
				1,60	LIMITE DE SONDAGEM		
Estrada do Cerne KM 21 Nº 21011, Centro Campo Magro - PR		Resp. Técnico Marcos Gonçalves Junior Engenheiro Civil - CREA PR-152117/D					

 Paraná Solos	PARANÁ SOLOS		0021/18
	Localização de Sondagem		Escala 1:1.016,88
	Cliente: Prefeitura de Araucária Obra: Sondagem e Coleta de Amostras Local: Estrada Lagoa Grande, Araucária-PR		Página 1/1 Data 07/11/2018 07/11/2018



ST-010	25,698778°S; 49,4525°O; WGS84; Cota 0,00 m	
	Estrada do Cerne KM 21 Nº 21011, Centro Campo Magro - PR	Resp. Técnico <u>Marcos Gonçalves Junior</u> Engenheiro Civil - CREA PR-152117/D

QUADRO RESUMO DE ENSAIOS

OBRA		Estrada da Lagoa Grande											
INTERESSADO:					Prefeitura Municipal de Araucária				TRECHO:		DATA	05/12/2018	
Ponto			ST 010										
Lado			L.E.										
Coordenada													
Amostra			AD 010										
MATERIAL			SILTE										
			ARGILOSO										
CARACTERIZAÇÃO	% PASSANDO NAS PENEIRAS	3"											
		2 1/2"											
		2"											
		1 1/2"											
		1"											
		3/4"											
		1/2"											
		3/8"											
		Nº4		100,0									
		Nº10		99,1									
		Nº40		83,3									
		Nº200		67,4									
	L.L.		48										
	L.P.		39										
	I.P.		9										
	I.G.		7										
	CLASSIFICAÇÃO T.R.B.			A-5									
CLASSIFICAÇÃO S.U.C.S.			M L										
Energia de compactação			Normal										
COMPACTAÇÃO	COMPACTAÇÃO		D. máx. (g/cm³)	1,556									
			hot (%)	21,4									
			EXPANSÃO (%)	1,9									
			ISC (%)	5,1									
UNIDADE NATURAL (%)			28,1										

PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass.

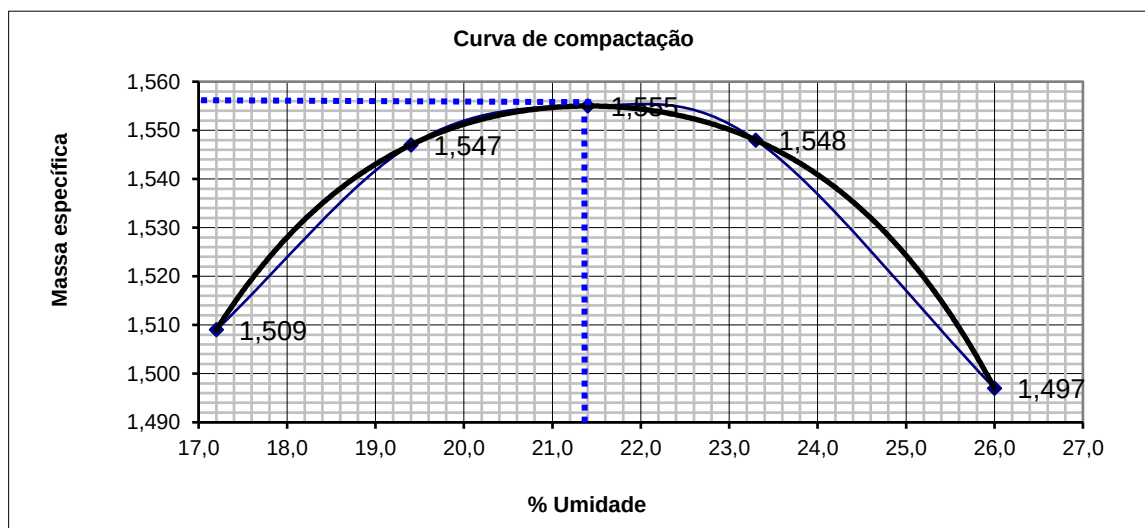
MARCOS GONCALVES JUNIOR
Engenheiro CIVIL CREA: PR 152117/D

Curitiba, 05 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-10 - Silte Argiloso Rosado
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

Peso das amostras (g)	5000	Energia de Compactação				Normal
CILINDRO N.º	67	1	27	207	47	
H ₂ O acrescentada (g)	500	600	700	800	900	
Peso cil.+solo úmido (g)	8330	9205	7585	7515	9365	
Peso cilindro (g)	4710	5345	3635	3615	5440	
Volume cilindro(cm ³)	2046	2090	2092	2043	2081	
Peso solo úmido (g)	3620	3860	3950	3900	3925	
Massa espe.aparente (g/cm³)	1,769	1,847	1,888	1,909	1,886	

CILINDRO N.º	67	1	27	207	47
Cápsula n.º	5	256	167	58	105
Peso cápsula (g)	99,49	100,60	106,84	105,22	98,87
Peso cápsula + solo úmido (g)	521,10	465,36	490,03	522,80	512,82
Peso cápsula + solo seco (g)	459,12	406,08	422,53	443,90	427,51
Peso H ₂ O (g)	61,98	59,28	67,50	78,90	85,31
Peso do solo seco (g)	359,63	305,48	315,69	338,68	328,64
Umidade (%)	17,2	19,4	21,4	23,3	26,0
Massa espe. aparente seca (g./cm³)	1,509	1,547	1,555	1,548	1,497

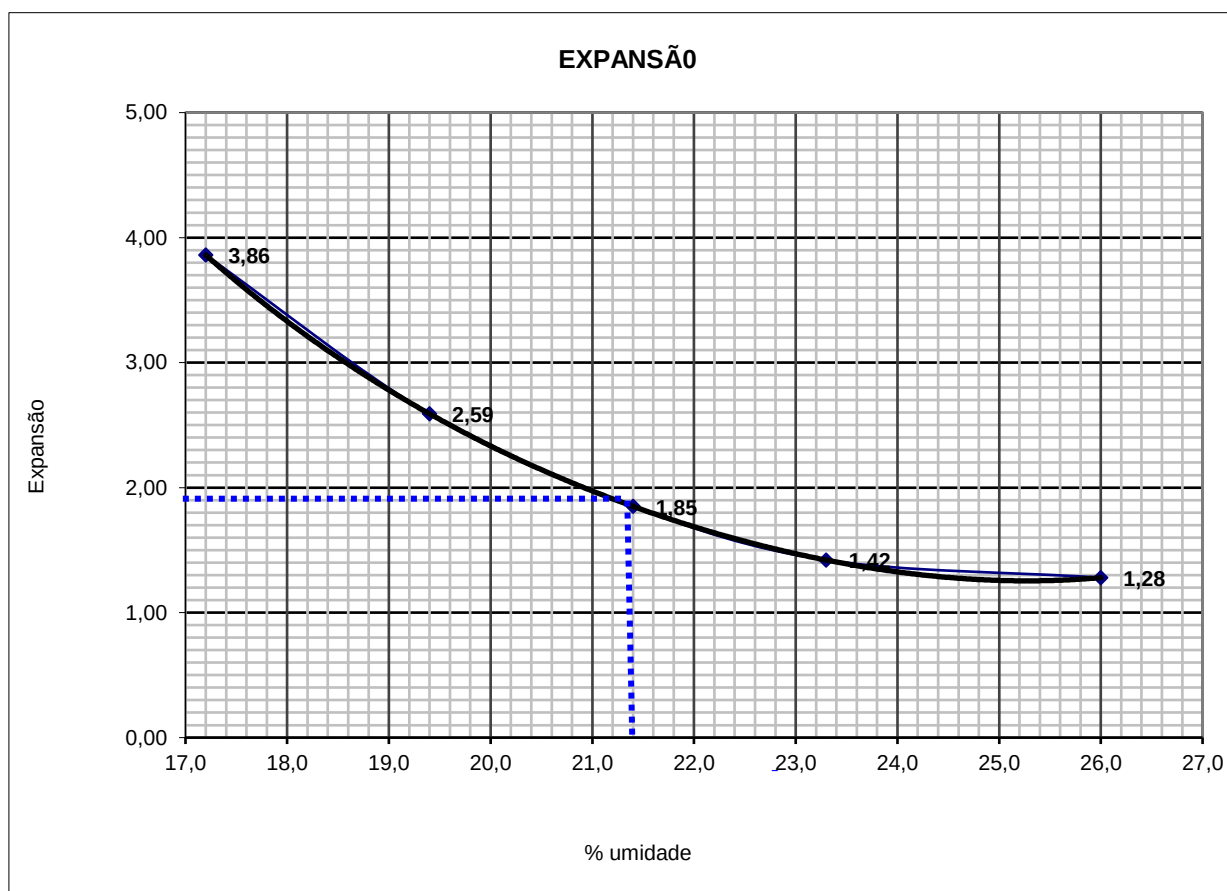


Massa espe. Aparente seca máxima (g/cm ³)	1,556
Umidade ótima (%)	21,4

Curitiba, 03 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-10 - Silte Argiloso Rosado
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

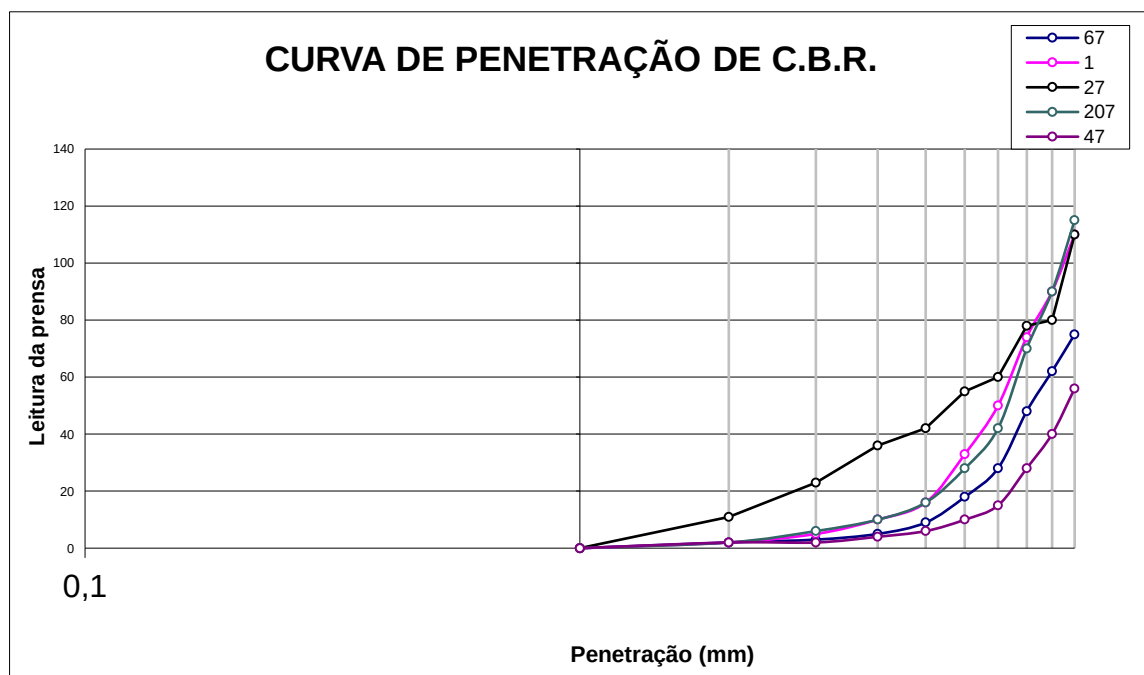
DETERMINAÇÃO DA EXPANSÃO					Alt.CP.(mm)	114
CILINDRO N.º	67	1	27	207	47	
Data da leitura inicial	15/11/18	15/11/18	15/11/18	15/11/18	15/11/18	15/11/18
Leitura inicial	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Data da leitura final	19/11/18	19/11/18	19/11/18	19/11/18	19/11/18	19/11/18
Leitura final	5,40	3,95	3,11	2,62	2,46	
Expansão (%)	3,86	2,59	1,85	1,42	1,28	
Umidade (%)	17,2	19,4	21,4	23,3	26,0	
					Úmidade ótima	21,4



Expansão (%)	1,9
--------------	-----

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-10 - Silte Argiloso Rosado
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

PENETRAÇÃO			Fator da prensa 0,085				
CILINDRO N.º			67	1	27	207	47
Carga padrão (kg)	Tempo (min.)	Penetração (mm)	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura
			0	0	0	0	0
	0,30"	0,63	2	2	11	2	2
	1' : 00"	1,27	3	5	23	6	2
	1' : 30"	1,90	5	10	36	10	4
1,350	2' : 00"	2,54	9	16	42	16	6
	3' : 00"	3,81	18	33	55	28	10
2,050	4' : 00"	5,08	28	50	60	42	15
	6' : 00"	7,62	48	74	78	70	28
	8' : 00"	10,16	62	90	80	90	40
	10' : 00"	12,70	75	110	110	115	56
C.B.R. (2,54)			1,1	1,9	5,1	1,9	0,7
C.B.R. (5,08)			2,3	4,0	4,8	3,4	1,2
C.B.R.			2,3	4,0	5,1	3,4	1,2

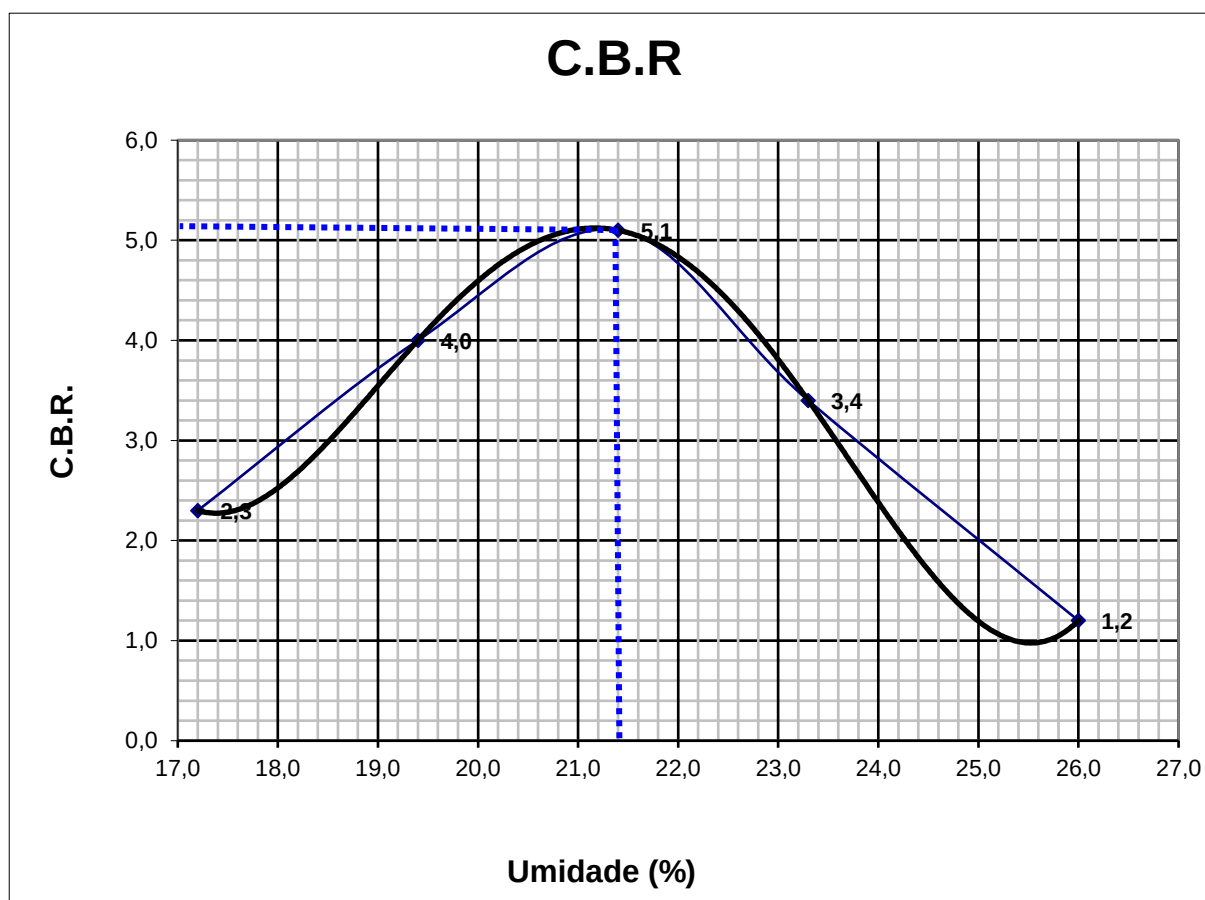


Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-10 - Silte Argiloso Rosado
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

DETERMINAÇÃO DO C.B.R.

CILINDRO N.º	67	1	27	207	47
C.B.R.	2,3	4,0	5,1	3,4	1,2
Umidade (%)	17,2	19,4	21,4	23,3	26,0

Umidade ótima (%)	Massa específica aparente seca máxima(g/cm ³)	Expansão (%)	C.B.R
21,4	1,556	1,9	5,1



C.B.R. 5,1

RELATÓRIO

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-10 - Silte Argiloso Rosado
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

DETERMINAÇÃO DA COMPACTAÇÃO E C.B.R. DNER ME 49/94

Energia aplicada	Normal
Umidade ótima (%)	21,4
Massa espe.apa. Seca máxima (g/cm ³)	1,556
Expansão (%)	1,9
C.B.R. / I.S.C (%)	5,1

PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass.

MARCOS GONÇALVES JUNIOR
Engenheiro CIVIL CREA: PR 152117/D

Cutitiba, 06 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-10 - Silte Argiloso Rosado
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA SIMPLES - MÉTODO DNER-ME 80-84
PENEIRAMENTO GROSSO

Amostra total úmida (g)	1367,6
Solo seco retido peneira n.º 10 (g)	12,4
Solo úmido passado peneira n.º 10 (g)	1355,2
Solo seco passado peneira n.º 10 (g)	1338,2
Amostra total seca (g)	1350,6

PENEIRAS		RETIDO (g)	PASSADO (g)	% PASSANDO	% RETIDA
POL.	mm				
3-1/2"	88,9		1350,60	100,0	0,0
3"	76,2		1350,60	100,0	0,0
2-1/2"	63,5		1350,60	100,0	0,0
2"	50,8		1350,60	100,0	0,0
1-1/2"	38,1		1350,60	100,0	0,0
1-1/4"	31,7		1350,60	100,0	0,0
1"	25,4		1350,60	100,0	0,0
3/4"	19,1		1350,60	100,0	0,0
1/2"	12,7		1350,60	100,0	0,0
3/8"	9,52		1350,60	100,0	0,0
N.º 4	4,76		1350,60	100,0	0,0
N.º 10	2,00	12,4	1338,20	99,1	0,9

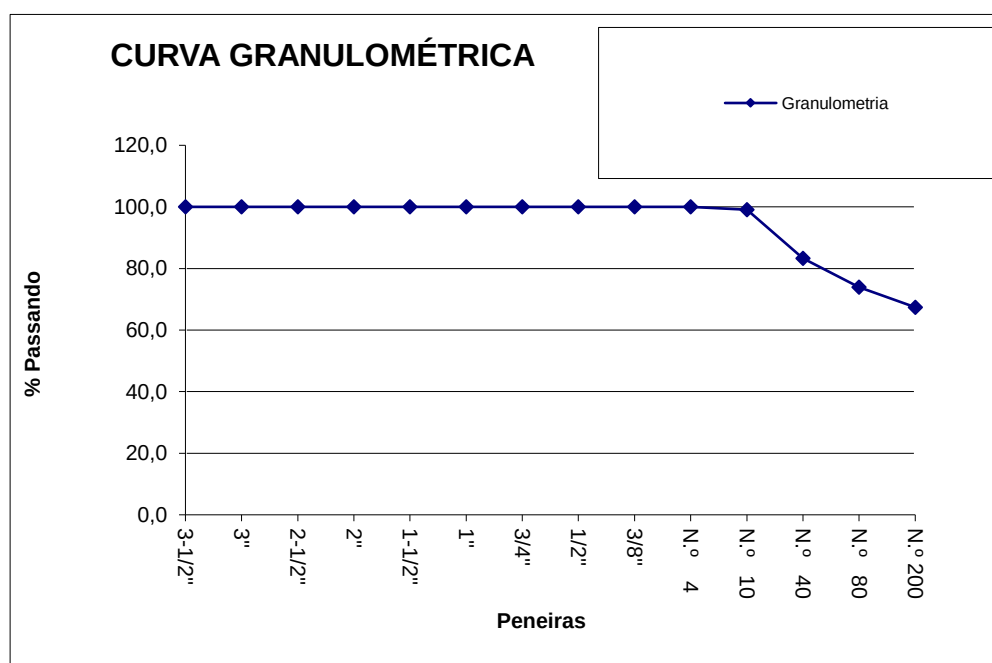
PENEIRAMENTO FINO

Solo úmido passado peneira n.º 10 (g)					150,1		
Solo seco passado peneira n.º 10 (g)					148,2		
Umidade higroscópica (%)					1,3		
PENEIRAS		RETIDO (g)	PASSADO (g)	% PARCIAL PASSADA	% PARCIAL RETIDA	% TOTAL PASSADA	% TOTAL RETIDA
POL.	mm						
N.º 40	0,42	23,5	124,70	84,1	15,9	83,3	15,8
N.º 80	0,177	14,2	110,50	74,6	9,6	73,9	9,4
N.º 200	0,074	9,7	100,80	68,0	6,5	67,4	6,5

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-10 - Silte Argiloso Rosado
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA

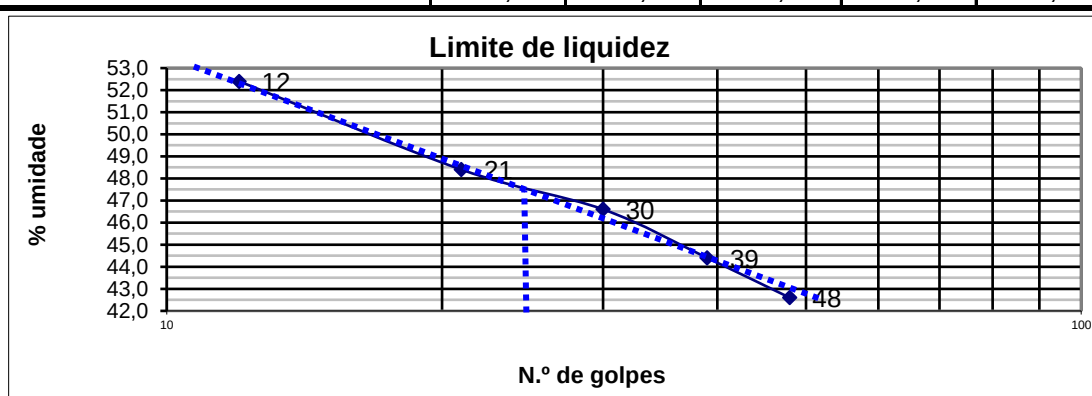
cáp. n.º	42	137	117
cáp + solo úmido (g)	66,51	69,49	69,95
cáp + solo seco (g)	65,91	68,96	69,43
tara (g)	20,67	26,47	27,37
Peso da água (g)	0,60	0,53	0,52
peso solo seco (g)	45,24	42,49	42,06
% D'água	1,33	1,25	1,24
Média higroscópica (%)	1,27		



Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-10 - Silte Argiloso Rosado
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

LIMITE DE LIQUIDEZ DNER-ME 44-71

cáp. n.º	9	161	5	291	237	
tara (g)	7,35	6,4	6,96	6,72	6,66	
cáp + solo úmido (g)	20,47	20,45	22,34	20,18	21,52	
cáp + solo seco (g)	16,55	16,13	17,45	15,79	16,41	
Num.de golpes	48	39	30	21	12	
Peso D'água (g)	3,92	4,32	4,89	4,39	5,11	
peso solo seco (g)	9,20	9,73	10,49	9,07	9,75	
% D'água	42,6	44,4	46,6	48,4	52,4	


LIMITE DE PLASTICIDADE DNER-ME 82-63

N.º DE PONTOS	4			MÉDIA	38,6	
cáp. n.º	65	59	233	37	90	
tara (g)	10,88	10,8	9,28	13,06	11,96	
cáp + solo úmido (g)	12,86	12,64	11,27	15,04	13,96	
cáp + solo seco (g)	12,31	12,13	10,72	14,48	13,41	
Peso D'água (g)	0,55	0,51	0,55	0,56	0,55	
peso solo seco (g)	1,43	1,33	1,44	1,42	1,45	
% D'água	38,46	38,35	38,19	39,44	37,93	
TOLERÂNCIA	MAX. 40,53			MIN. 36,67		

LIMITE DE LIQUIDEZ	48
LIMITE DE PLASTICIDADE	39

ÍNDICE DE PLASTICIDADE	9
------------------------	---

RELATÓRIO

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-10 - Silte Argiloso Rosado
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

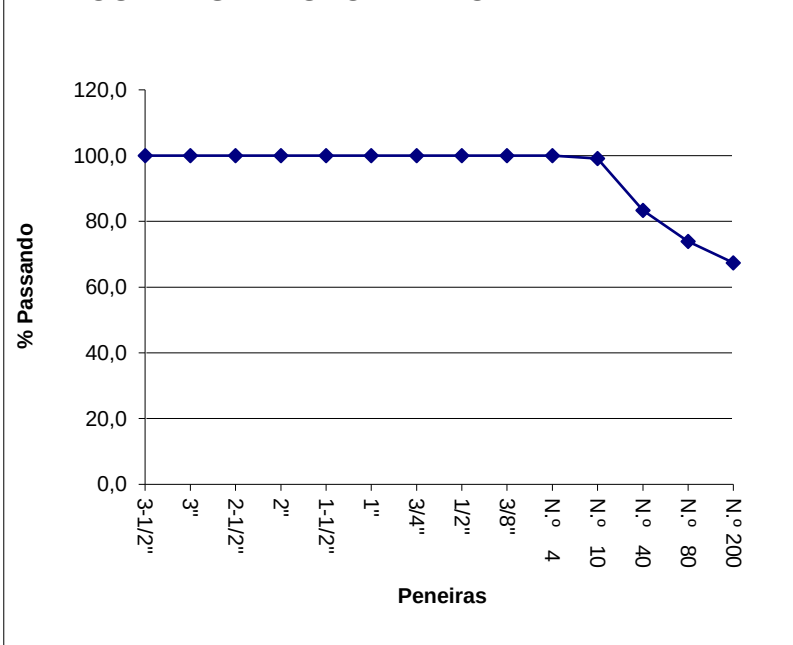
CARACTERIZAÇÃO DE AMOSTRA - DNER-ME 80-84 / DNER-ME 44-71 / DNER-ME 82-63

Limite de liquidez (%)	48
Limite de plasticidade (%)	39
Índice de plasticidade	9
Índice de grupo	7
Classificação T.R.B.	A- 5
Classificação unificada	M L

GRANULOMETRIA

PENEIRAS		%
POL.	mm	
3-1/2"	88,9	100,0
3"	76,2	100,0
2-1/2"	63,5	100,0
2"	50,8	100,0
1-1/2"	38,1	100,0
1"	25,4	100,0
3/4"	19,1	100,0
1/2"	12,7	100,0
3/8"	9,52	100,0
N.º 4	4,76	100,0
N.º 10	2,00	99,1
N.º 40	0,42	83,3
N.º 80	0,177	73,9
N.º 200	0,074	67,4

CURVA GRANULOMÉTRICA



PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass.

MARCOS GONÇALVES JUNIOR
Engenheiro Civil CREA: PR 152117/D

Curitiba, 06 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-10 - Silte Argiloso Rosado
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

FOTOS DA AMOSTRA



		PARANÁ SOLOS				0021/18	
		Sondagem de Reconhecimento a Trado				ST-011	
		Cliente: Prefeitura de Araucária				Página 1/1	
		Obra: Sondagem e Coleta de Amostras				Data 07/11/2018	
		Local: Estrada Lagoa Grande, Araucária-PR				07/11/2018	
Escala vertical: 1:20		Cota da boca do furo: 0,00 m		Avanço por Trado			
		Revestimento: 0,00 m		Início	10 min	20 min	30 min
		Nível d'água: Ausente		-	-	-	-
Perfuração: TH-Trado Helicoidal				Coordenadas: 25,699694°S; 49,454056°O; WGS84			
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Cota (m)	Perfil	Prof. (m)	Classificação do Material		
Ausente (08/11/2018)	TH	0,00		0,00	Areia com pedra		
		1,60		0,17	Silte arenoso pouco plástico, rosado		
				1,00	Argila siltosa plástica, variegada / marrom		
				1,60	LIMITE DE SONDAGEM		
Estrada do Cerne KM 21 Nº 21011, Centro Campo Magro - PR					Resp. Técnico Marcos Gonçalves Junior Engenheiro Civil - CREA PR-152117/D		

QUADRO RESUMO DE ENSAIOS

OBRA		Estrada da Lagoa Grande							
INTERESSADO: Prefeitura Municipal de Araucária					TRECHO:		DATA	05/12/2018	
Ponto		ST 011							
Lado		L.D.							
Coordenada									
Amostra		AD 011							
MATERIAL		ARGILA							
		SILTOSA							
CARACTERIZAÇÃO	% PASSANDO NAS PENEIRAS	3"							
		2 1/2"							
		2"							
		1 1/2"							
		1"							
		3/4"							
		1/2"							
		3/8"	100,0						
		Nº4	99,7						
		Nº10	97,9						
		Nº40	81,5						
		Nº200	65,4						
	L.L.		51						
	L.P.		35						
	I.P.		16						
	I.G.		10						
	CLASSIFICAÇÃO T.R.B.		A-7-5						
	CLASSIFICAÇÃO S.U.C.S.		M H						
	Energia de compactação		Normal						
COMPACTAÇÃO	COMPACTAÇÃO	D. máx. (g/cm³)	1,600						
		hot (%)	21,2						
		EXPANSÃO (%)	3,0						
		ISC (%)	13,0						
UNIDADE NATURAL (%)		27,5							

PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass.

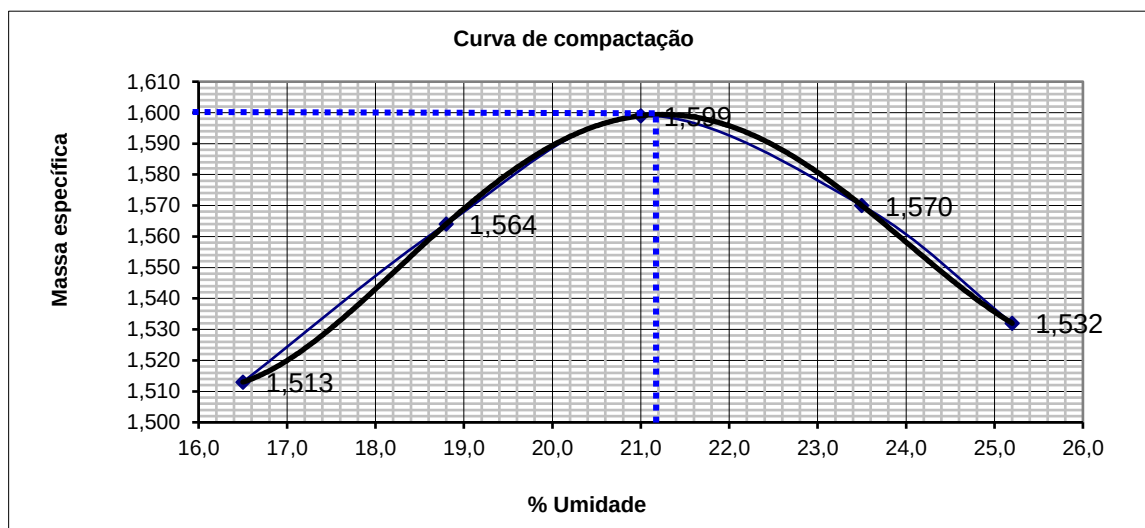
MARCOS GONCALVES JUNIOR
Engenheiro CIVIL CREA: PR 152117/D

Curitiba, 05 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-11 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

Peso das amostras (g)	4500	Energia de Compactação				Normal
CILINDRO N.º		103	13	84	59	215
H ₂ O acrescentada (g)		450	540	630	720	810
Peso cil.+solo úmido (g)		8170	8660	7790	7595	8525
Peso cilindro (g)		4405	4790	3720	3570	4420
Volume cilindro(cm ³)		2136	2083	2103	2076	2140
Peso solo úmido (g)		3765	3870	4070	4025	4105
Massa espe.aparente (g/cm³)		1,763	1,858	1,935	1,939	1,918

CILINDRO N.º	103	13	84	59	215
Cápsula n.º	158	50	121	502	97
Peso cápsula (g)	91,99	108,76	101,87	103,77	105,50
Peso cápsula + solo úmido (g)	483,38	518,24	488,13	485,72	506,62
Peso cápsula + solo seco (g)	428,04	453,45	421,00	413,16	426,01
Peso H ₂ O (g)	55,34	64,79	67,13	72,56	80,61
Peso do solo seco (g)	336,05	344,69	319,13	309,39	320,51
Umidade (%)	16,5	18,8	21,0	23,5	25,2
Massa espe. aparente seca (g./cm³)	1,513	1,564	1,599	1,570	1,532

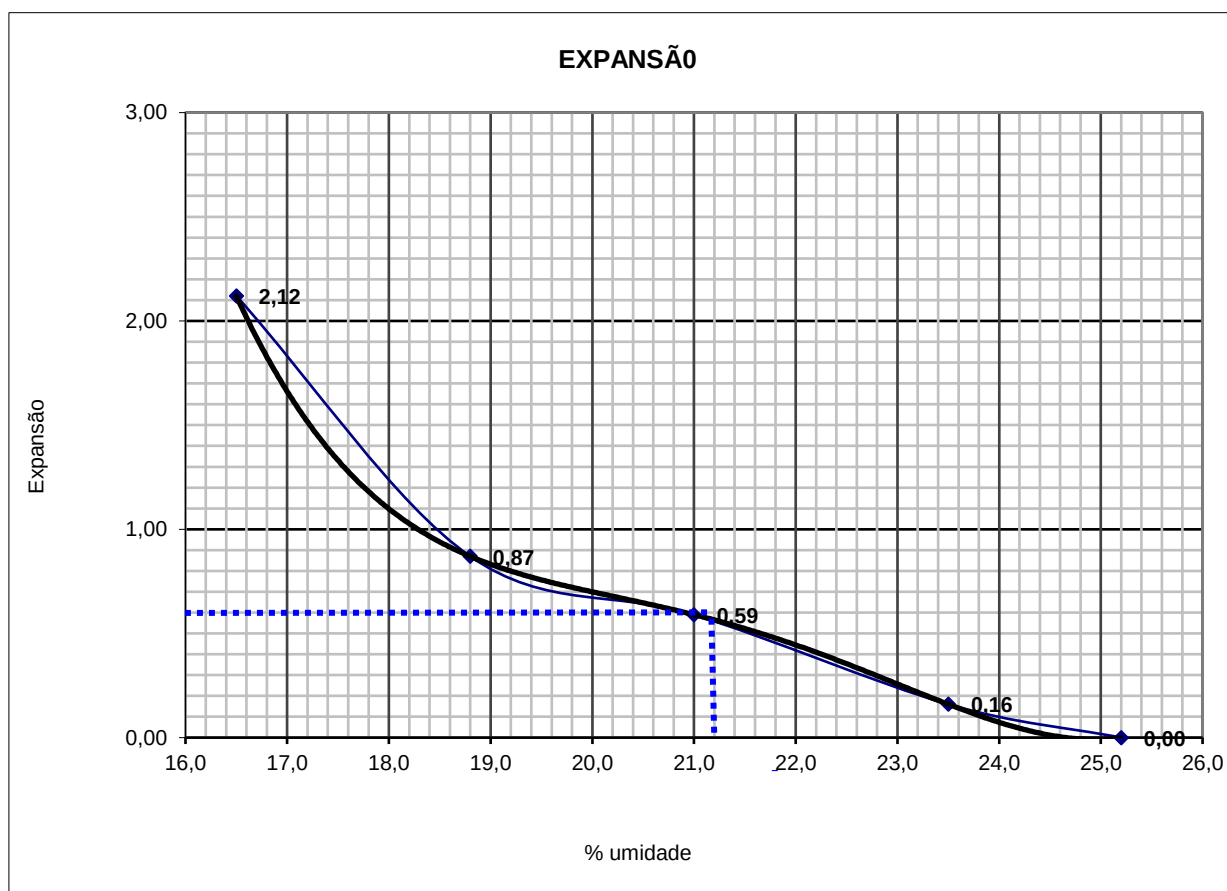


Massa espe. Aparente seca máxima (g/cm ³)	1,600
Umidade ótima (%)	21,2

Curitiba, 03 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-11 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

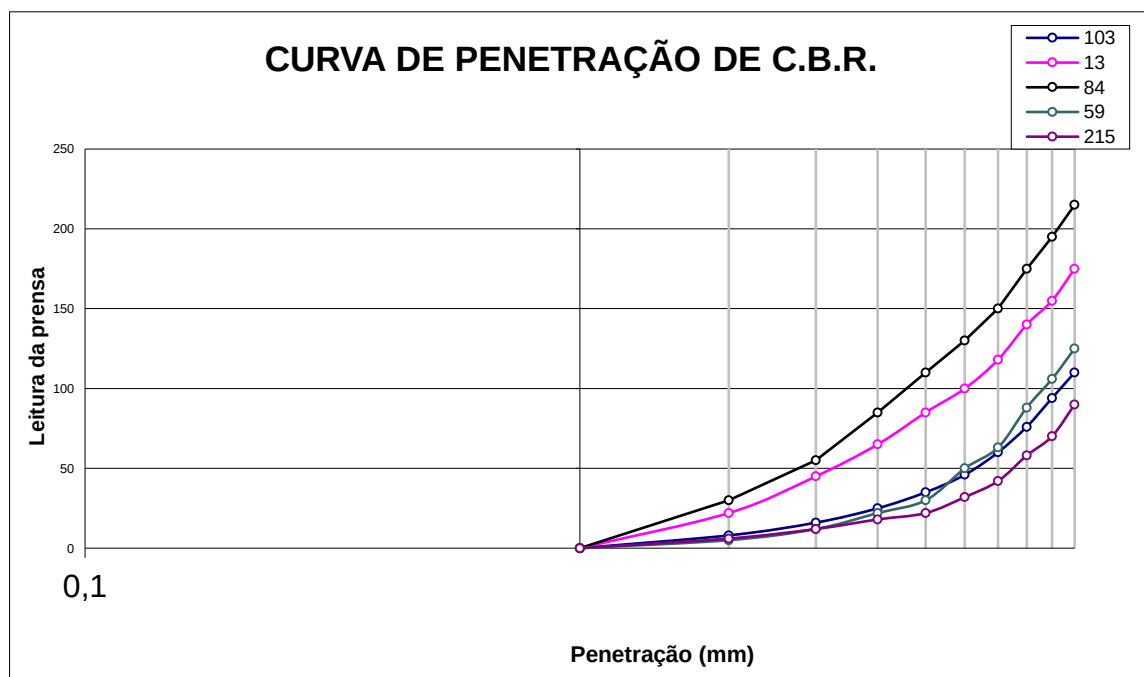
DETERMINAÇÃO DA EXPANSÃO					Alt.CP.(mm)	114
CILINDRO N.º	103	13	84	59	215	
Data da leitura inicial	15/11/18	15/11/18	15/11/18	15/11/18	15/11/18	15/11/18
Leitura inicial	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Data da leitura final	19/11/18	19/11/18	19/11/18	19/11/18	19/11/18	19/11/18
Leitura final	3,42	1,99	1,67	1,18	1,00	
Expansão (%)	2,12	0,87	0,59	0,16	0,00	
Umidade (%)	16,5	18,8	21,0	23,5	25,2	
Umidade ótima					21,2	



Expansão (%)	3,0
--------------	-----

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-11 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

PENETRAÇÃO			Fator da prensa 0,085				
CILINDRO N.º			103	13	84	59	215
Carga padrão (kg)	Tempo (min.)	Penetração (mm)	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura
			0	0	0	0	0
	0,30"	0,63	8	22	30	5	6
	1' : 00"	1,27	16	45	55	12	12
	1' : 30"	1,90	25	65	85	22	18
1,350	2' : 00"	2,54	35	85	110	30	22
	3' : 00"	3,81	46	100	130	50	32
2,050	4' : 00"	5,08	60	118	150	63	42
	6' : 00"	7,62	76	140	175	88	58
	8' : 00"	10,16	94	155	195	106	70
	10' : 00"	12,70	110	175	215	125	90
C.B.R. (2,54)			4,2	10,3	13,3	3,6	2,7
C.B.R. (5,08)			4,8	9,5	12,1	5,1	3,4
C.B.R.			4,8	10,3	13,3	5,1	3,4

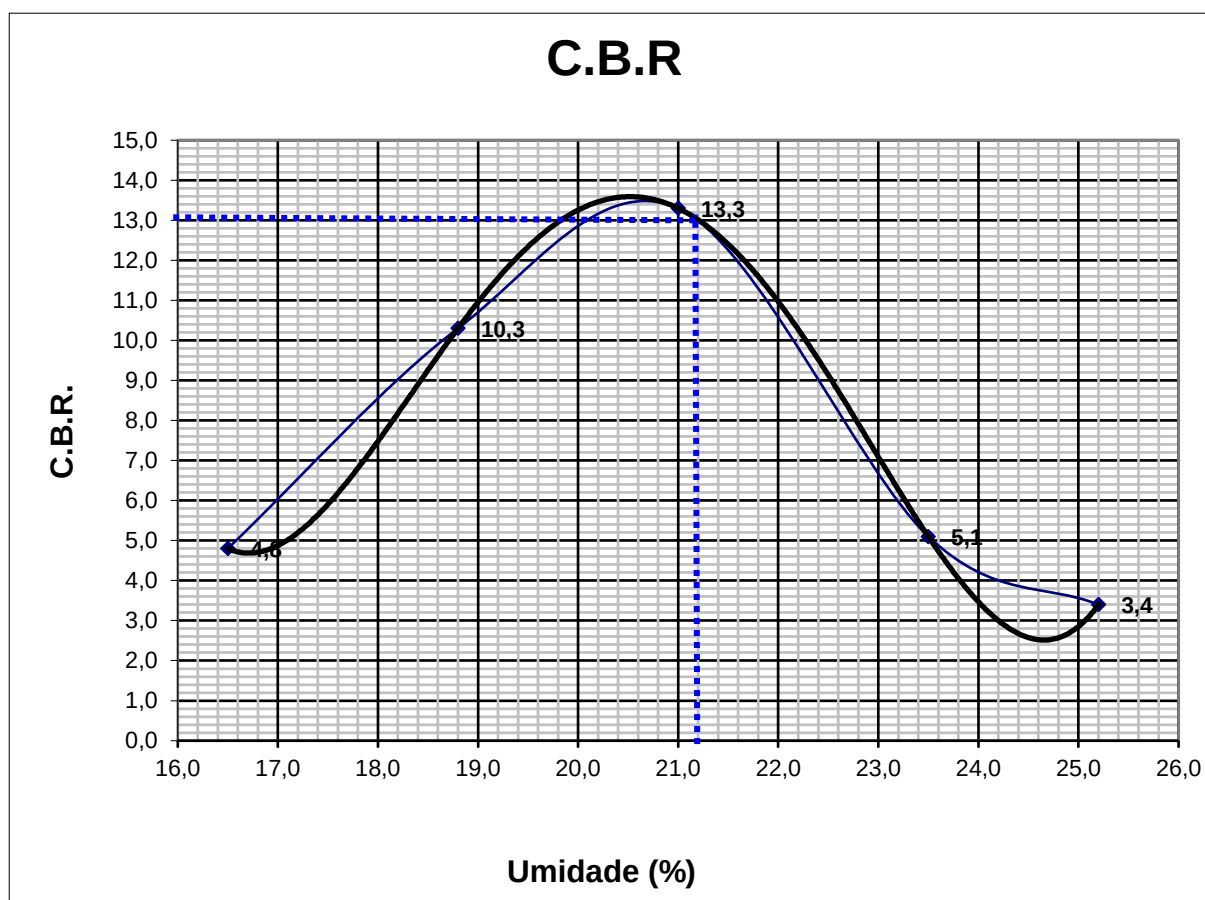


Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-11 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

DETERMINAÇÃO DO C.B.R.

CILINDRO N.º	103	13	84	59	215
C.B.R.	4,8	10,3	13,3	5,1	3,4
Umidade (%)	16,5	18,8	21,0	23,5	25,2

Umidade ótima (%)	Massa específica aparente seca máxima(g/cm ³)	Expansão (%)	C.B.R
21,2	1,6	3	13,0



C.B.R. 13,0

RELATÓRIO

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-11 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

DETERMINAÇÃO DA COMPACTAÇÃO E C.B.R. DNER ME 49/94

Energia aplicada	Normal
Umidade ótima (%)	21,2
Massa espe.apa. Seca máxima (g/cm ³)	1,600
Expansão (%)	3,0
C.B.R. / I.S.C (%)	13,0

PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass.

MARCOS GONÇALVES JUNIOR
Engenheiro CIVIL CREA: PR 152117/D

Cutitiba, 06 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-11 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA SIMPLES - MÉTODO DNER-ME 80-84
PENEIRAMENTO GROSSO

Amostra total úmida (g)	1357,6
Solo seco retido peneira n.º 10 (g)	28,1
Solo úmido passado peneira n.º 10 (g)	1329,5
Solo seco passado peneira n.º 10 (g)	1291,3
Amostra total seca (g)	1319,4

PENEIRAS		RETIDO (g)	PASSADO (g)	% PASSANDO	% RETIDA
POL.	mm				
3-1/2"	88,9		1319,40	100,0	0,0
3"	76,2		1319,40	100,0	0,0
2-1/2"	63,5		1319,40	100,0	0,0
2"	50,8		1319,40	100,0	0,0
1-1/2"	38,1		1319,40	100,0	0,0
1-1/4"	31,7		1319,40	100,0	0,0
1"	25,4		1319,40	100,0	0,0
3/4"	19,1		1319,40	100,0	0,0
1/2"	12,7		1319,40	100,0	0,0
3/8"	9,52		1319,40	100,0	0,0
N.º 4	4,76	4,2	1315,20	99,7	0,3
N.º 10	2,00	23,9	1291,30	97,9	1,8

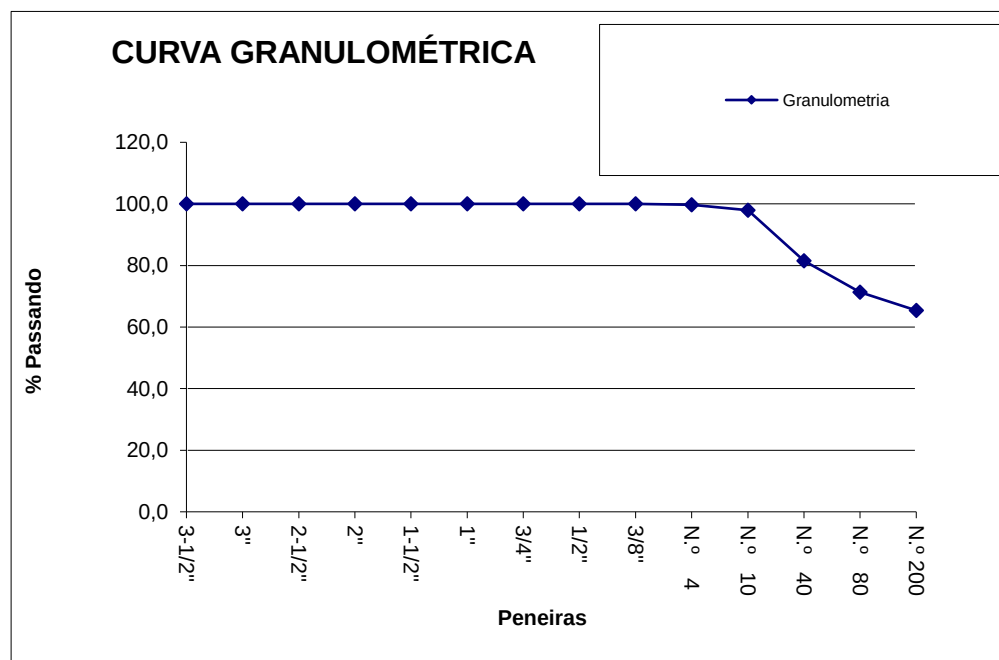
PENEIRAMENTO FINO

Solo úmido passado peneira n.º 10 (g)					150,1		
Solo seco passado peneira n.º 10 (g)					145,7		
Umidade higroscópica (%)					3,0		
PENEIRAS		RETIDO (g)	PASSADO (g)	% PARCIAL PASSADA	% PARCIAL RETIDA	% TOTAL PASSADA	% TOTAL RETIDA
POL.	mm						
N.º 40	0,42	24,5	121,20	83,2	16,8	81,5	16,4
N.º 80	0,177	15,2	106,00	72,8	10,4	71,3	10,2
N.º 200	0,074	8,7	97,30	66,8	6,0	65,4	5,9

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-11 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA

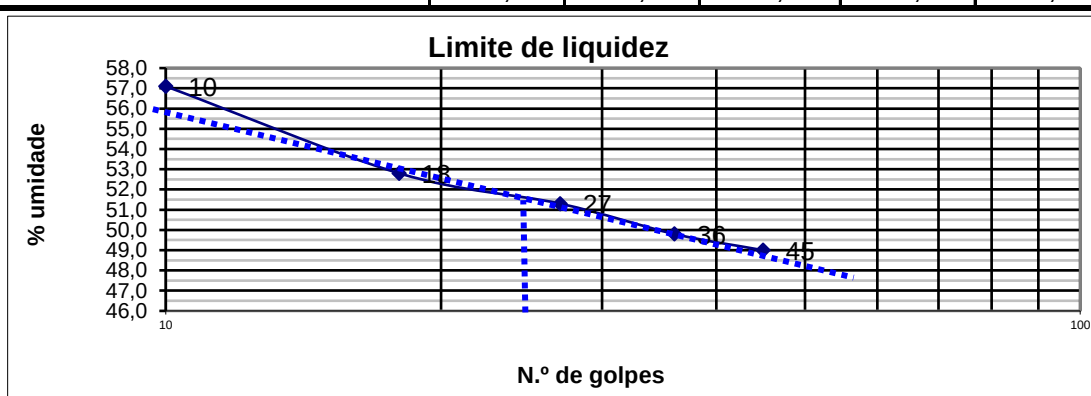
cáp. n.º	10	19	178
cáp + solo úmido (g)	64,30	63,74	67,40
cáp + solo seco (g)	63,18	62,43	66,25
tara (g)	25,84	18,84	26,03
Peso da água (g)	1,12	1,31	1,15
peso solo seco (g)	37,34	43,59	40,22
% D'água	3,00	3,01	2,86
Média higroscópica (%)	2,96		



Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-11 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

LIMITE DE LIQUIDEZ DNER-ME 44-71

cáp. n.º	295	5	291	237	205	
tara (g)	6,48	6,96	6,72	6,65	6,33	
cáp + solo úmido (g)	19,79	21,12	19,61	19,93	19,42	
cáp + solo seco (g)	15,41	16,41	15,24	15,34	14,66	
Num.de golpes	45	36	27	18	10	
Peso D'água (g)	4,38	4,71	4,37	4,59	4,76	
peso solo seco (g)	8,93	9,45	8,52	8,69	8,33	
% D'água	49,0	49,8	51,3	52,8	57,1	



LIMITE DE PLASTICIDADE DNER-ME 82-63

N.º DE PONTOS	4			MÉDIA	35,3	
cáp. n.º	183	63	75	42	120	
tara (g)	11,39	11,67	11,81	11,85	11,36	
cáp + solo úmido (g)	13,23	13,68	13,98	13,84	13,32	
cáp + solo seco (g)	12,75	13,16	13,41	13,32	12,82	
Peso D'água (g)	0,48	0,52	0,57	0,52	0,50	
peso solo seco (g)	1,36	1,49	1,60	1,47	1,46	
% D'água	35,29	34,90	35,63	35,37	34,25	
TOLERÂNCIA	MAX. 37,07			MIN. 33,54		

LIMITE DE LIQUIDEZ	51
LIMITE DE PLASTICIDADE	35

ÍNDICE DE PLASTICIDADE	16
------------------------	----

RELATÓRIO

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-11 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

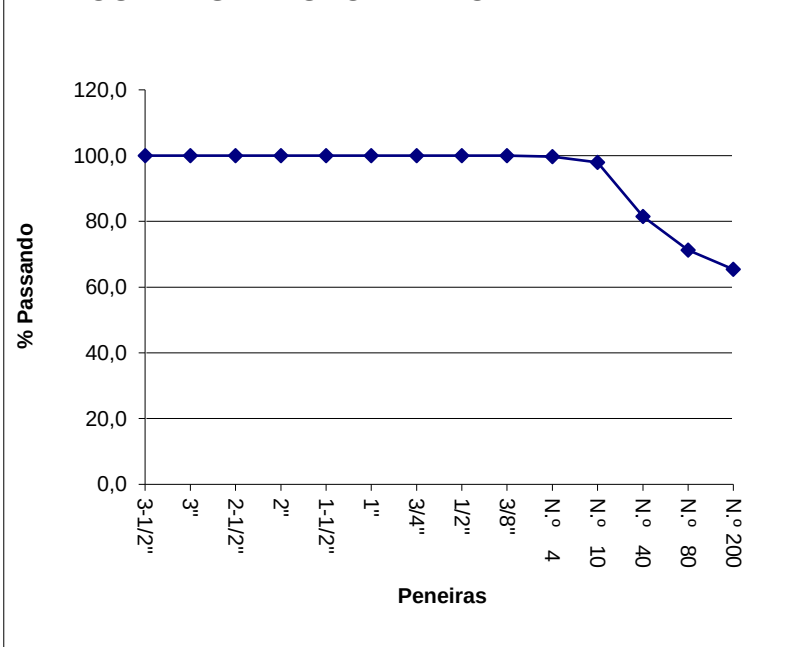
CARACTERIZAÇÃO DE AMOSTRA - DNER-ME 80-84 / DNER-ME 44-71 / DNER-ME 82-63

Limite de liquidez (%)	51
Limite de plasticidade (%)	35
Índice de plasticidade	16
Índice de grupo	10
Classificação T.R.B.	A- 7-5
Classificação unificada	M H

GRANULOMETRIA

PENEIRAS		%
POL.	mm	
3-1/2"	88,9	100,0
3"	76,2	100,0
2-1/2"	63,5	100,0
2"	50,8	100,0
1-1/2"	38,1	100,0
1"	25,4	100,0
3/4"	19,1	100,0
1/2"	12,7	100,0
3/8"	9,52	100,0
N.º 4	4,76	99,7
N.º 10	2,00	97,9
N.º 40	0,42	81,5
N.º 80	0,177	71,3
N.º 200	0,074	65,4

CURVA GRANULOMÉTRICA



PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass.

MARCOS GONCALVES JUNIOR
Engenheiro Civil CREA: PR 152117/D

Curitiba, 06 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-11 - Argila Siltosa Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

FOTOS DA AMOSTRA



		PARANÁ SOLOS				0021/18	
		Sondagem de Reconhecimento a Trado				ST-012	
		Cliente: Prefeitura de Araucária				Página 1/1	
		Obra: Sondagem e Coleta de Amostras				Data 07/11/2018	
		Local: Estrada Lagoa Grande, Araucária-PR				07/11/2018	
Escala vertical: 1:20		Cota da boca do furo: 0,00 m		Avanço por Trado			
		Revestimento: 0,00 m		Início	10 min	20 min	30 min
		Nível d'água: Ausente		-	-	-	-
Perfuração: TH-Trado Helicoidal				Coordenadas: 25,701167°S; 49,455194°O; WGS84			
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Cota (m)	Perfil	Prof. (m)	Classificação do Material		
Ausente (08/11/2018)	TH	0,00		0,00	Areia com cascalho		
				0,20	Areia siltosa pouco plástica, marrom		
				0,30	Silte arenoso pouco plástico, amarelado		
		1,60		1,60	LIMITE DE SONDAGEM		
Estrada do Cerne KM 21 Nº 21011, Centro Campo Magro - PR		Resp. Técnico Marcos Gonçalves Junior Engenheiro Civil - CREA PR-152117/D					

QUADRO RESUMO DE ENSAIOS

OBRA		Estrada da Lagoa Grande							
INTERESSADO: Prefeitura Municipal de Araucária					TRECHO:		DATA	05/12/2018	
Ponto		ST 012							
Lado		L.E.							
Coordenada									
Amostra		AD 012							
MATERIAL		SILTE							
		ARENOSO							
CARACTERIZAÇÃO	% PASSANDO NAS PENEIRAS	3"							
		2 1/2"							
		2"							
		1 1/2"							
		1"							
		3/4"	100,0						
		1/2"	99,9						
		3/8"	99,3						
		Nº4	96,0						
		Nº10	90,9						
		Nº40	71,4						
		Nº200	52,0						
	L.L.		35						
	L.P.		30						
	I.P.		5						
	I.G.		3						
	CLASSIFICAÇÃO T.R.B.		A-4						
CLASSIFICAÇÃO S.U.C.S.		M L							
Energia de compactação		Normal							
COMPACTAÇÃO	COMPACTAÇÃO	D. máx. (g/cm³)	1,628						
		hot (%)	19,6						
		EXPANSÃO (%)	1,0						
		ISC (%)	7,6						
UNIDADE NATURAL (%)		26,3							

PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass.

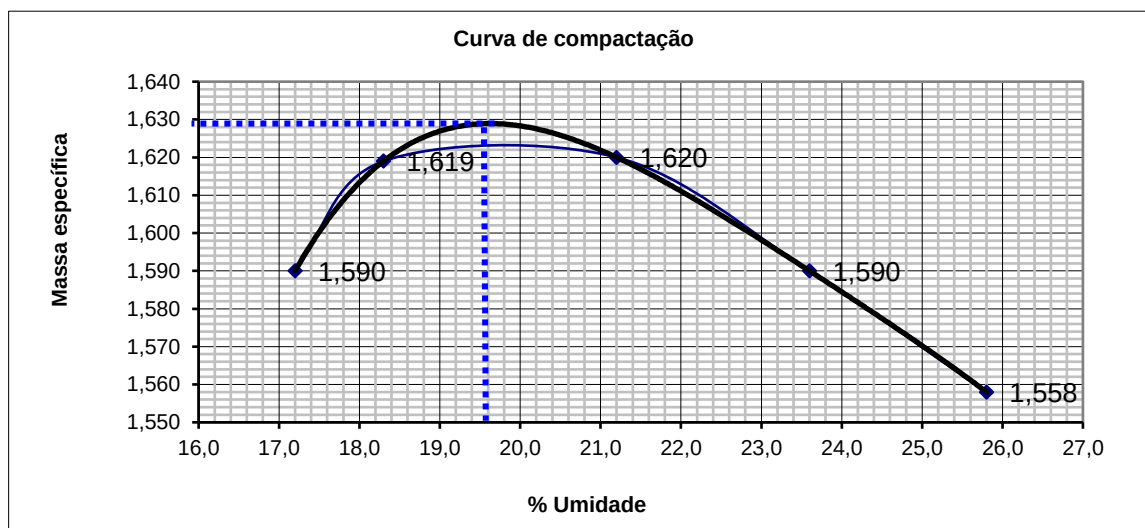
MARCOS GONCALVES JUNIOR
Engenheiro CIVIL CREA: PR 152117/D

Curitiba, 05 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-12 - Silte Arenoso Amarelado
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

Peso das amostras (g)	5000	Energia de Compactação				Normal
CILINDRO N.º		152	48	18	154	30
H ₂ O acrescentada (g)		600	700	800	900	1000
Peso cil.+solo úmido (g)		9285	8500	8660	9635	7810
Peso cilindro (g)		5430	4590	4640	5575	3715
Volume cilindro(cm ³)		2069	2042	2047	2066	2089
Peso solo úmido (g)		3855	3910	4020	4060	4095
Massa espe.aparente (g/cm³)		1,863	1,915	1,964	1,965	1,960

CILINDRO N.º	152	48	18	154	30
Cápsula n.º	3	999	159	206	156
Peso cápsula (g)	109,49	104,37	105,42	92,92	105,68
Peso cápsula + solo úmido (g)	546,52	535,77	547,22	533,40	538,16
Peso cápsula + solo seco (g)	482,25	468,98	470,03	449,18	449,39
Peso H ₂ O (g)	64,27	66,79	77,19	84,22	88,77
Peso do solo seco (g)	372,76	364,61	364,61	356,26	343,71
Umidade (%)	17,2	18,3	21,2	23,6	25,8
Massa espe. aparente seca (g./cm³)	1,590	1,619	1,620	1,590	1,558

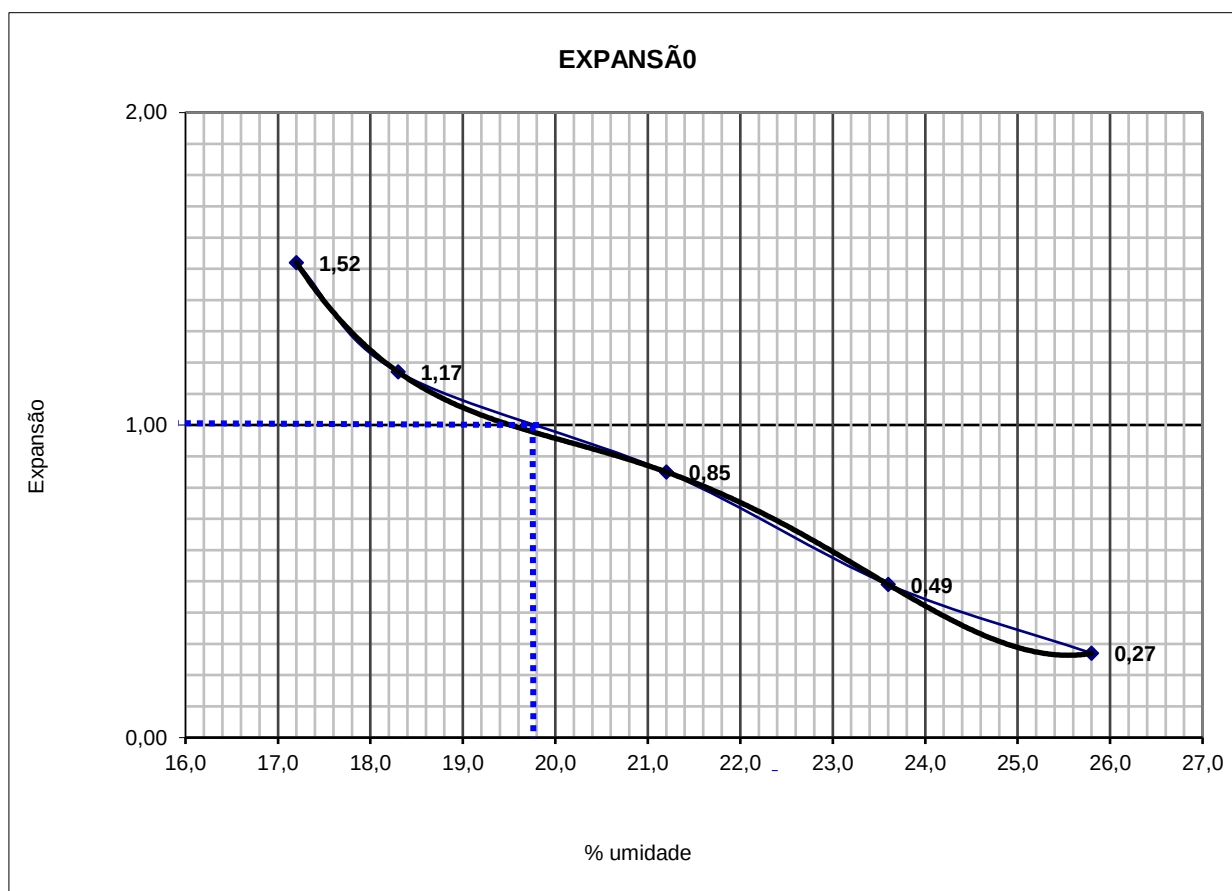


Massa espe. Aparente seca máxima (g/cm ³)	1,628
Umidade ótima (%)	19,6

Curitiba, 03 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-12 - Silte Arenoso Amarelado
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

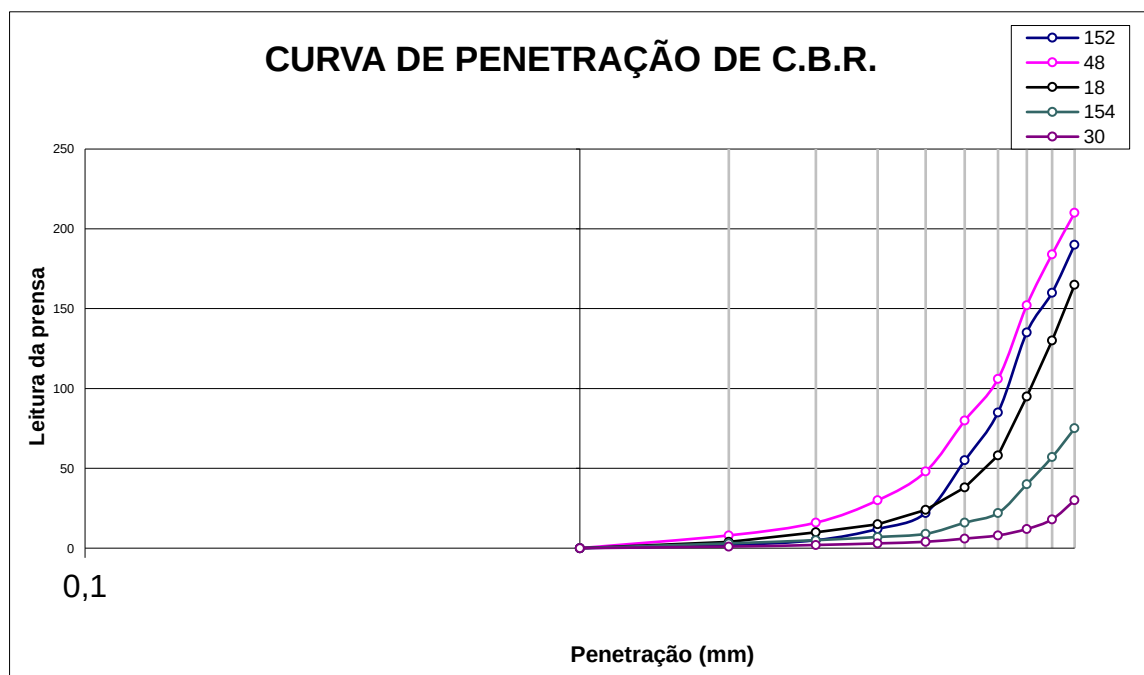
DETERMINAÇÃO DA EXPANSÃO					Alt.CP.(mm)	114
CILINDRO N.º	152	48	18	154	30	
Data da leitura inicial	16/11/18	16/11/18	16/11/18	16/11/18	16/11/18	16/11/18
Leitura inicial	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Data da leitura final	20/11/18	20/11/18	20/11/18	20/11/18	20/11/18	20/11/18
Leitura final	2,73	2,33	1,97	1,56	1,31	
Expansão (%)	1,52	1,17	0,85	0,49	0,27	
Umidade (%)	17,2	18,3	21,2	23,6	25,8	
					Úmidade ótima	19,6



Expansão (%)	1,0
--------------	-----

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-12 - Silte Arenoso Amarelado
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

PENETRAÇÃO			Fator da prensa 0,085				
CILINDRO N.º			152	48	18	154	30
Carga padrão (kg)	Tempo (min.)	Penetração (mm)	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura
			0	0	0	0	0
	0,30"	0,63	2	8	4	3	1
	1' : 00"	1,27	5	16	10	5	2
	1' : 30"	1,90	12	30	15	7	3
1,350	2' : 00"	2,54	22	48	24	9	4
	3' : 00"	3,81	55	80	38	16	6
2,050	4' : 00"	5,08	85	106	58	22	8
	6' : 00"	7,62	135	152	95	40	12
	8' : 00"	10,16	160	184	130	57	18
	10' : 00"	12,70	190	210	165	75	30
C.B.R. (2,54)			2,7	5,8	2,9	1,1	0,5
C.B.R. (5,08)			6,9	8,5	4,7	1,8	0,6
C.B.R.			6,9	8,5	4,7	1,8	0,6

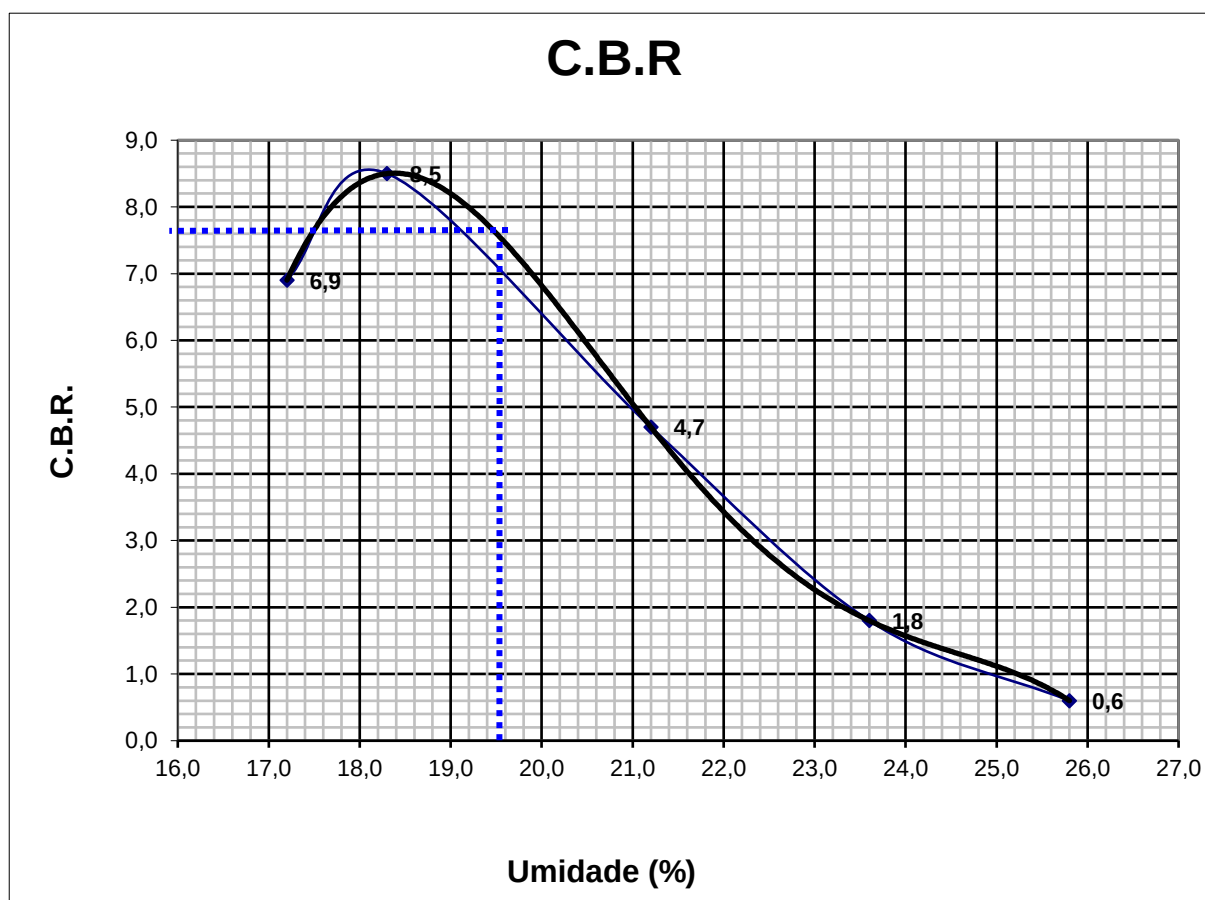


Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-12 - Silte Arenoso Amarelado
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

DETERMINAÇÃO DO C.B.R.

CILINDRO N.º	152	48	18	154	30
C.B.R.	6,9	8,5	4,7	1,8	0,6
Umidade (%)	17,2	18,3	21,2	23,6	25,8

Umidade ótima (%)	Massa específica aparente seca máxima(g/cm ³)	Expansão (%)	C.B.R
19,6	1,628	1	7,6



C.B.R. 7,6

RELATÓRIO

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-12 - Silte Arenoso Amarelado
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

DETERMINAÇÃO DA COMPACTAÇÃO E C.B.R. DNER ME 49/94

Energia aplicada	Normal
Umidade ótima (%)	19,6
Massa espe.apa. Seca máxima (g/cm ³)	1,628
Expansão (%)	1,0
C.B.R. / I.S.C (%)	7,6

PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass.

MARCOS GONÇALVES JUNIOR
Engenheiro CIVIL CREA: PR 152117/D

Cutitiba, 06 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-12 - Silte Arenoso Amarelado
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA SIMPLES - MÉTODO DNER-ME 80-84
PENEIRAMENTO GROSSO

Amostra total úmida (g)	1487,5
Solo seco retido peneira n.º 10 (g)	130,9
Solo úmido passado peneira n.º 10 (g)	1356,6
Solo seco passado peneira n.º 10 (g)	1312,6
Amostra total seca (g)	1443,5

PENEIRAS		RETIDO (g)	PASSADO (g)	% PASSANDO	% RETIDA
POL.	mm				
3-1/2"	88,9		1443,50	100,0	0,0
3"	76,2		1443,50	100,0	0,0
2-1/2"	63,5		1443,50	100,0	0,0
2"	50,8		1443,50	100,0	0,0
1-1/2"	38,1		1443,50	100,0	0,0
1-1/4"	31,7		1443,50	100,0	0,0
1"	25,4		1443,50	100,0	0,0
3/4"	19,1		1443,50	100,0	0,0
1/2"	12,7	1,8	1441,70	99,9	0,1
3/8"	9,52	9,0	1432,70	99,3	0,6
N.º 4	4,76	47,3	1385,40	96,0	3,3
N.º 10	2,00	72,8	1312,60	90,9	5,0

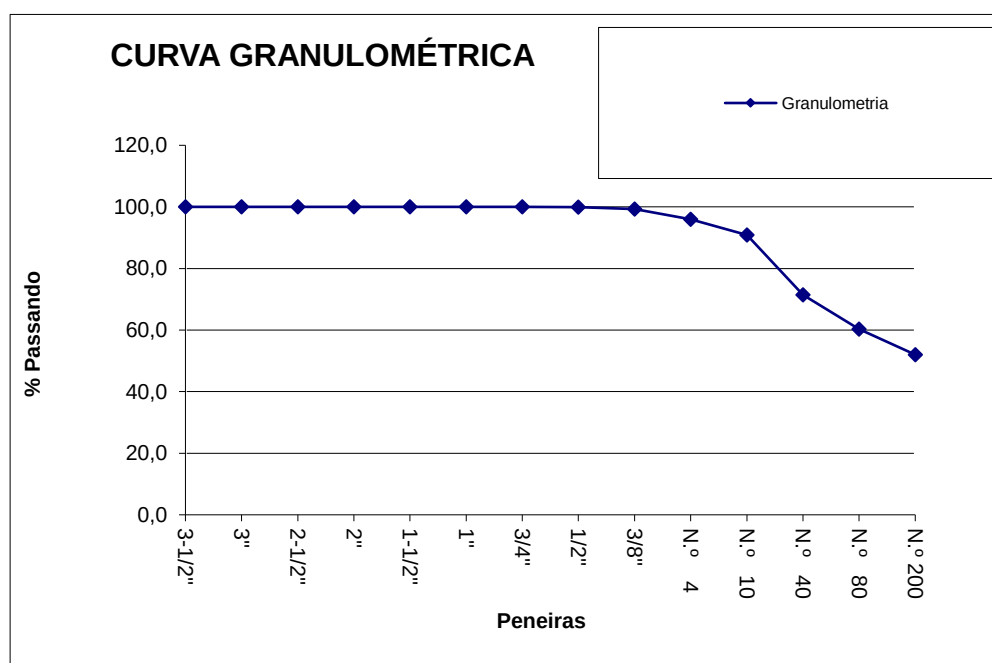
PENEIRAMENTO FINO

Solo úmido passado peneira n.º 10 (g)					150,0		
Solo seco passado peneira n.º 10 (g)					145,1		
Umidade higroscópica (%)					3,4		
PENEIRAS		RETIDO (g)	PASSADO (g)	% PARCIAL PASSADA	% PARCIAL RETIDA	% TOTAL PASSADA	% TOTAL RETIDA
POL.	mm						
N.º 40	0,42	31,1	114,00	78,6	21,4	71,4	19,5
N.º 80	0,177	17,8	96,20	66,3	12,3	60,3	11,1
N.º 200	0,074	13,2	83,00	57,2	9,1	52,0	8,3

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-12 - Silte Arenoso Amarelado
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA

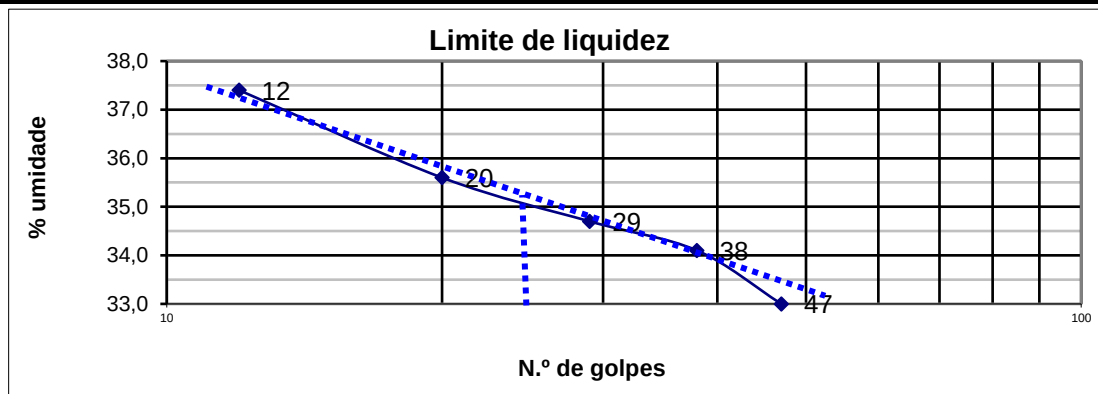
cáp. n.º	200	61	68
cáp + solo úmido (g)	69,64	69,07	69,30
cáp + solo seco (g)	68,50	67,44	68,04
tara (g)	28,42	29,35	25,01
Peso da água (g)	1,14	1,63	1,26
peso solo seco (g)	40,08	38,09	43,03
% D'água	2,84	4,28	2,93
Média higroscópica (%)	3,35		



Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-12 - Silte Arenoso Amarelado
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

LIMITE DE LIQUIDEZ DNER-ME 44-71

cáp. n.º	99	258	335	292	220	
tara (g)	6,7	6,46	6,23	6,45	6,29	
cáp + solo úmido (g)	22,17	22,15	21,33	22,82	21,90	
cáp + solo seco (g)	18,33	18,16	17,44	18,52	17,65	
Num.de golpes	47	38	29	20	12	
Peso D'água (g)	3,84	3,99	3,89	4,30	4,25	
peso solo seco (g)	11,63	11,70	11,21	12,07	11,36	
% D'água	33,0	34,1	34,7	35,6	37,4	



LIMITE DE PLASTICIDADE DNER-ME 82-63

N.º DE PONTOS	4				MÉDIA	29,5
cáp. n.º	136	25	136	200	142	
tara (g)	12,66	12,15	11,6	12,18	12,53	
cáp + solo úmido (g)	14,81	14,40	13,76	14,41	14,65	
cáp + solo seco (g)	14,32	13,88	13,27	13,91	14,18	
Peso D'água (g)	0,49	0,52	0,49	0,50	0,47	
peso solo seco (g)	1,66	1,73	1,67	1,73	1,65	
% D'água	29,52	30,06	29,34	28,90	28,48	
TOLERÂNCIA	MAX. 30,98				MIN. 28,03	

LIMITE DE LIQUIDEZ	35
LIMITE DE PLASTICIDADE	30

ÍNDICE DE PLASTICIDADE	5
------------------------	---

RELATÓRIO

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-12 - Silte Arenoso Amarelado
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

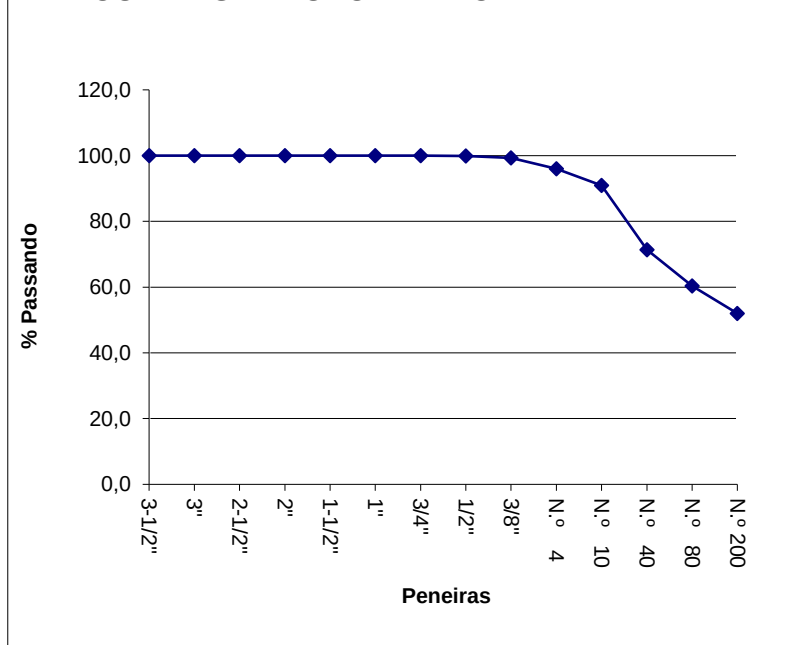
CARACTERIZAÇÃO DE AMOSTRA - DNER-ME 80-84 / DNER-ME 44-71 / DNER-ME 82-63

Limite de liquidez (%)	35
Limite de plasticidade (%)	30
Índice de plasticidade	5
Índice de grupo	3
Classificação T.R.B.	A- 4
Classificação unificada	M L

GRANULOMETRIA

PENEIRAS		%
POL.	mm	
3-1/2"	88,9	100,0
3"	76,2	100,0
2-1/2"	63,5	100,0
2"	50,8	100,0
1-1/2"	38,1	100,0
1"	25,4	100,0
3/4"	19,1	100,0
1/2"	12,7	99,9
3/8"	9,52	99,3
N.º 4	4,76	96,0
N.º 10	2,00	90,9
N.º 40	0,42	71,4
N.º 80	0,177	60,3
N.º 200	0,074	52

CURVA GRANULOMÉTRICA



PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

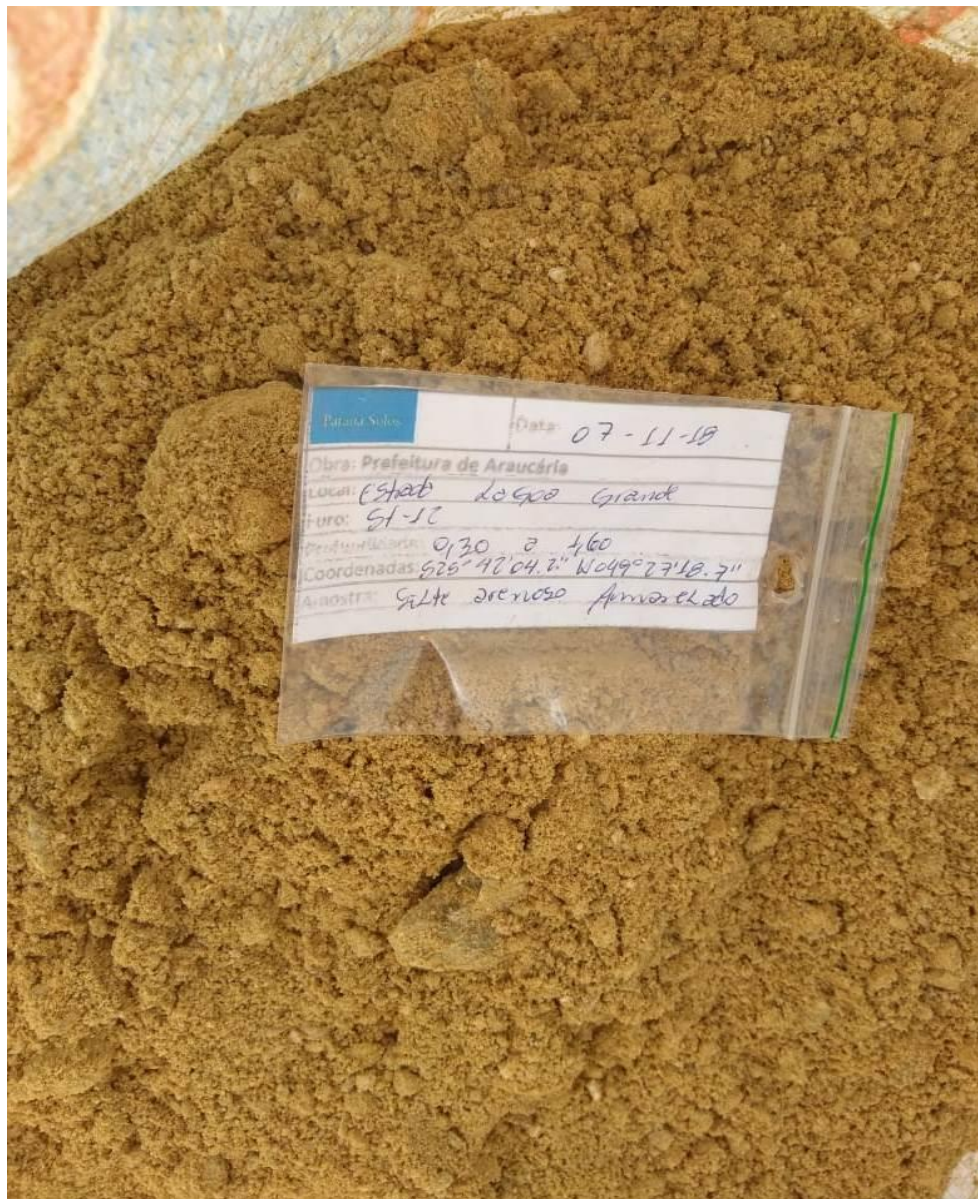
ass.

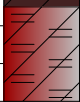
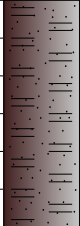
MARCOS GONÇALVES JUNIOR
Engenheiro Civil CREA: PR 152117/D

Curitiba, 06 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-12 - Silte Arenoso Amarelado
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

FOTOS DA AMOSTRA



		PARANÁ SOLOS				0021/18	
		Sondagem de Reconhecimento a Trado				ST-013	
		Cliente: Prefeitura de Araucária				Página 1/1	
		Obra: Sondagem e Coleta de Amostras				Data 07/11/2018	
		Local: Estrada Lagoa Grande, Araucária-PR				07/11/2018	
Escala vertical: 1:20		Cota da boca do furo: 0,00 m		Avanço por Trado			
		Revestimento: 0,00 m		Início	10 min	20 min	30 min
		Nível d'água: Ausente		-	-	-	-
Perfuração: TH-Trado Helicoidal				Coordenadas: 25,702333°S; 49,456639°O; WGS84			
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Cota (m)	Perfil	Prof. (m)	Classificação do Material		
Ausente (08/11/2018)	TH	0,00		0,00	Areia com cascalho		
		0,15		0,15	Silte argiloso pouco plástico, marrom		
		0,75		0,75	Silte argiloso pouco plástico, variegado / vermelho		
		1,00		1,00	Silte arenoso pouco plástico, variegada / marrom		
		1,60		1,60	LIMITE DE SONDAGEM		
Estrada do Cerne KM 21 Nº 21011, Centro Campo Magro - PR					Resp. Técnico Marcos Gonçalves Junior Engenheiro Civil - CREA PR-152117/D		

	PARANÁ SOLOS		0021/18
	Localização de Sondagem		Escala 1:1.016,84
	Cliente: Prefeitura de Araucária Obra: Sondagem e Coleta de Amostras		Página 1/1
	Local: Estrada Lagoa Grande, Araucária-PR		Data 07/11/2018 07/11/2018



ST-013	25,702333°S; 49,456639°O; WGS84; Cota 0,00 m	
	Estrada do Cerne KM 21 Nº 21011, Centro Campo Magro - PR	Resp. Técnico <u>Marcos Gonçalves Junior</u> Engenheiro Civil - CREA PR-152117/D

QUADRO RESUMO DE ENSAIOS

OBRA		Estrada da Lagoa Grande						
INTERESSADO: Prefeitura Municipal de Araucária				TRECHO:		DATA	05/12/2018	
Ponto		ST 013						
Lado		L.D.						
Coordenada								
Amostra		AD 013						
MATERIAL		SILTE						
		ARENOSO						
CARACTERIZAÇÃO	% PASSANDO NAS PENEIRAS	3"						
		2 1/2"						
		2"						
		1 1/2"						
		1"						
		3/4"						
		1/2"						
		3/8"	100,0					
		Nº4	99,5					
		Nº10	98,2					
		Nº40	80,7					
		Nº200	64,8					
	L.L.		41					
	L.P.		34					
	I.P.		7					
	I.G.		6					
CLASSIFICAÇÃO T.R.B.		A-5						
CLASSIFICAÇÃO S.U.C.S.		M L						
Energia de compactação		Normal						
COMPACTAÇÃO	COMPACTAÇÃO	D. máx. (g/cm³)	1,574					
		hot (%)	21,4					
		EXPANSÃO (%)	1,2					
		ISC (%)	5,0					
UNIDADE NATURAL (%)		26,1						

PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass.

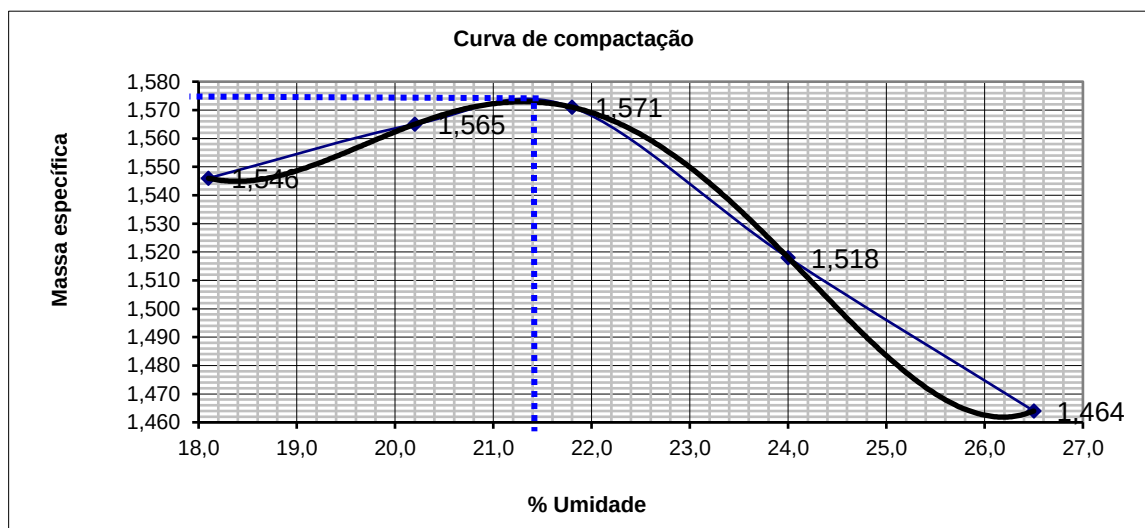
MARCOS GONCALVES JUNIOR
Engenheiro CIVIL CREA: PR 152117/D

Curitiba, 05 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-13 - Silte Arenoso Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

Peso das amostras (g)	5000	Energia de Compactação				Normal
CILINDRO N.º		126	85	128	207	137
H ₂ O acrescentada (g)		700	800	900	1000	1100
Peso cil.+solo úmido (g)		8435	7620	8570	7460	9015
Peso cilindro (g)		4655	3650	4615	3615	5130
Volume cilindro(cm ³)		2070	2111	2067	2043	2098
Peso solo úmido (g)		3780	3970	3955	3845	3885
Massa espe.aparente (g/cm³)		1,826	1,881	1,913	1,882	1,852

CILINDRO N.º	126	85	128	207	137
Cápsula n.º	60	307	88	168	444
Peso cápsula (g)	102,45	100,28	106,06	81,66	99,42
Peso cápsula + solo úmido (g)	555,21	547,61	550,97	480,73	546,22
Peso cápsula + solo seco (g)	485,71	472,58	471,27	403,48	452,66
Peso H ₂ O (g)	69,50	75,03	79,70	77,25	93,56
Peso do solo seco (g)	383,26	372,30	365,21	321,82	353,24
Umidade (%)	18,1	20,2	21,8	24,0	26,5
Massa espe. aparente seca (g./cm³)	1,546	1,565	1,571	1,518	1,464

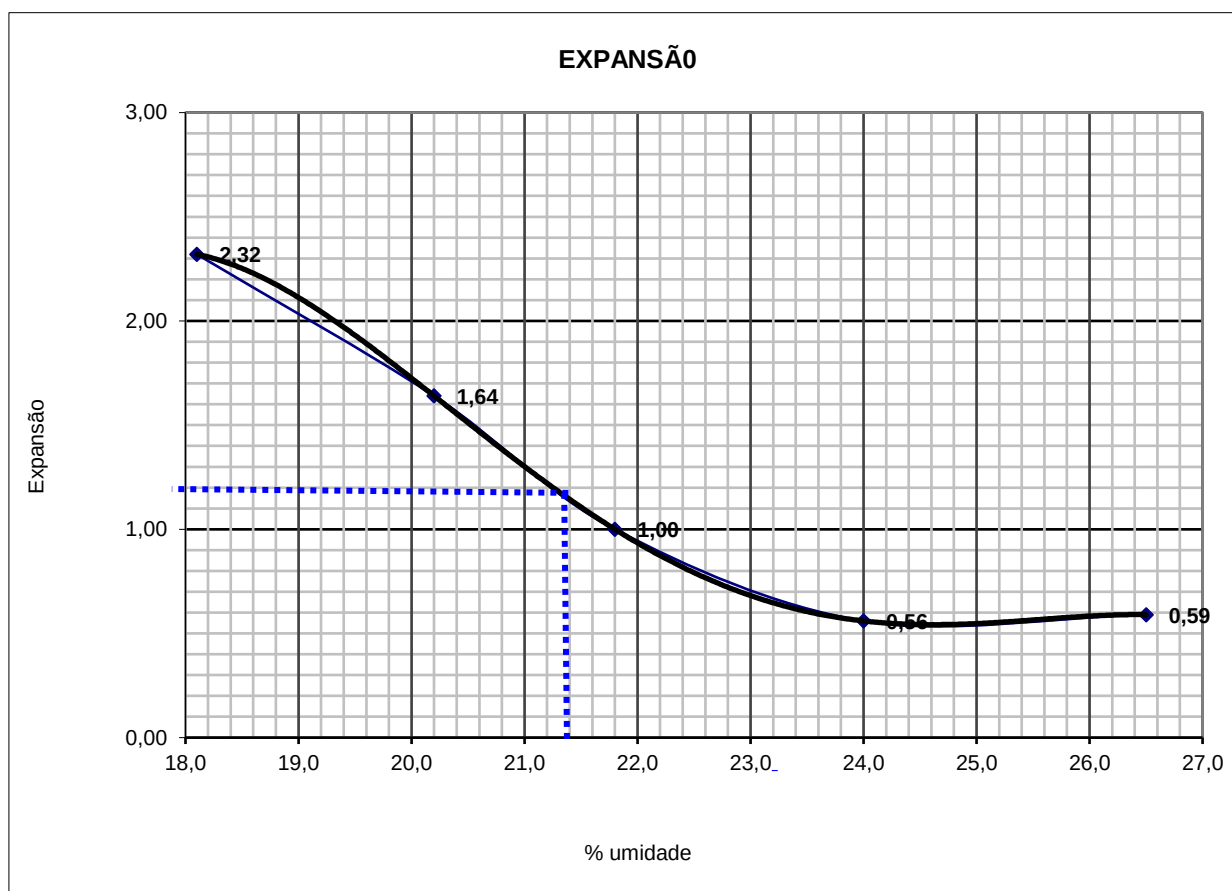


Massa espe. Aparente seca máxima (g/cm ³)	1,574
Umidade ótima (%)	21,4

Curitiba, 03 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-13 - Silte Arenoso Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

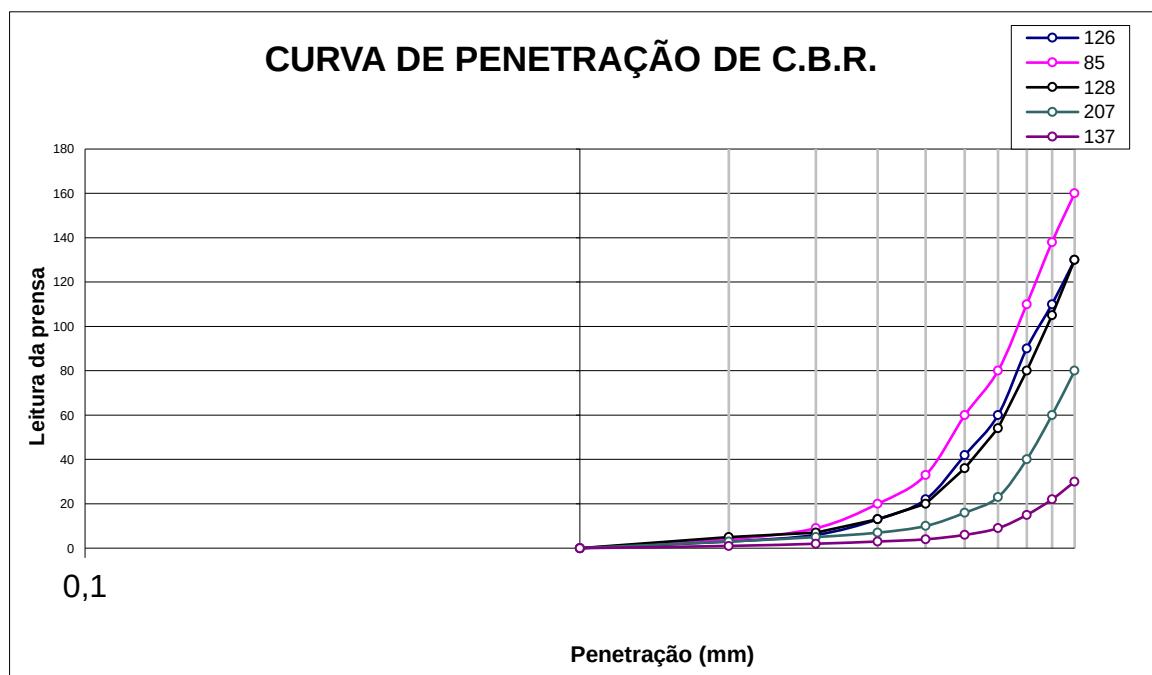
DETERMINAÇÃO DA EXPANSÃO					Alt.CP.(mm)	114
CILINDRO N.º	126	85	128	207	137	
Data da leitura inicial	23/11/18	23/11/18	23/11/18	23/11/18	23/11/18	23/11/18
Leitura inicial	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Data da leitura final	27/11/18	27/11/18	27/11/18	27/11/18	27/11/18	27/11/18
Leitura final	3,64	2,87	2,14	1,64	1,67	
Expansão (%)	2,32	1,64	1,00	0,56	0,59	
Umidade (%)	18,1	20,2	21,8	24,0	26,5	
Umidade ótima						21,4



Expansão (%)	1,2
--------------	-----

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-13 - Silte Arenoso Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

PENETRAÇÃO			Fator da prensa 0,085				
CILINDRO N.º			126	85	128	207	137
Carga padrão (kg)	Tempo (min.)	Penetração (mm)	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura
			0	0	0	0	0
	0,30"	0,63	3	4	5	3	1
	1' : 00"	1,27	6	9	7	5	2
	1' : 30"	1,90	13	20	13	7	3
1,350	2' : 00"	2,54	22	33	20	10	4
	3' : 00"	3,81	42	60	36	16	6
2,050	4' : 00"	5,08	60	80	54	23	9
	6' : 00"	7,62	90	110	80	40	15
	8' : 00"	10,16	110	138	105	60	22
	10' : 00"	12,70	130	160	130	80	30
C.B.R. (2,54)			2,7	4,0	2,4	1,2	0,5
C.B.R. (5,08)			4,8	6,4	4,4	1,9	0,7
C.B.R.			4,8	6,4	4,4	1,9	0,7

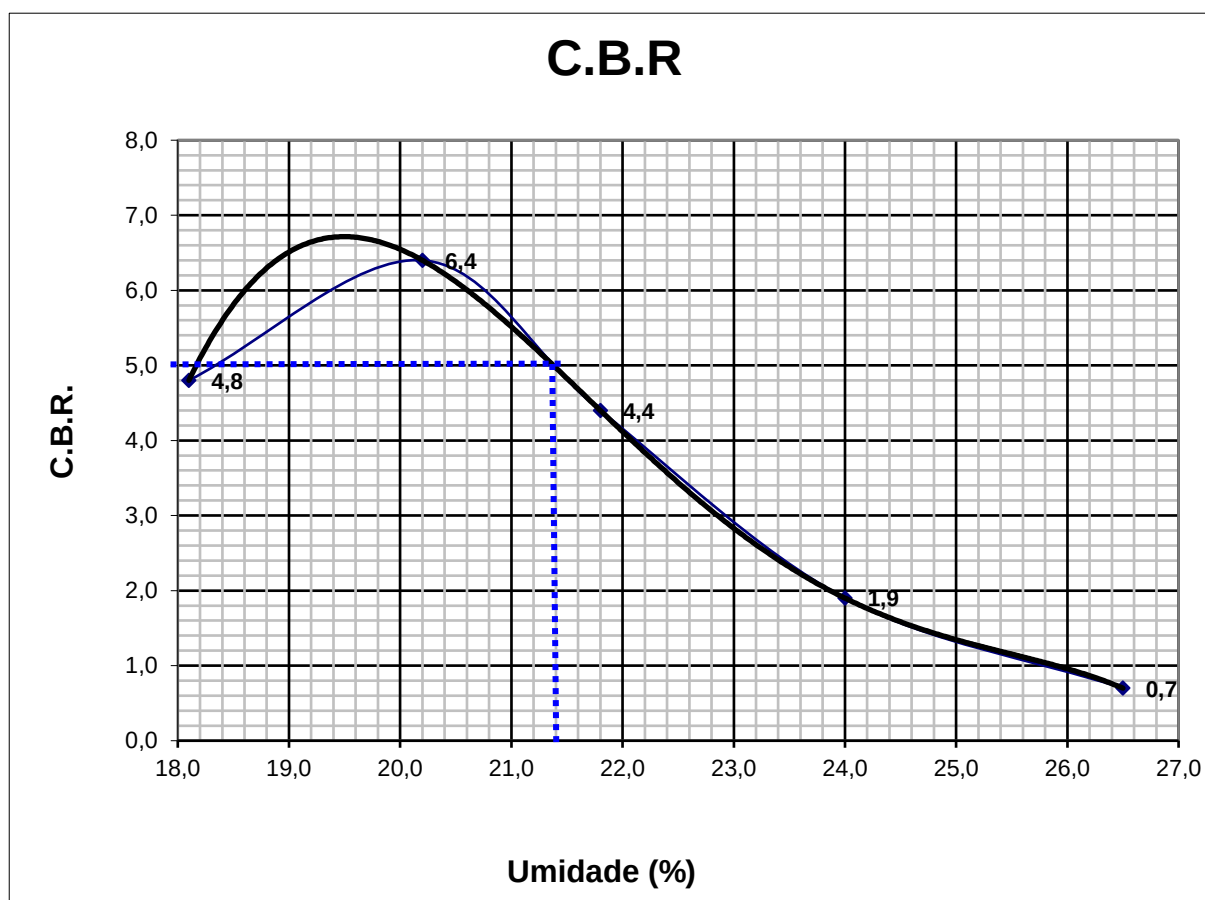


Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-13 - Silte Arenoso Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

DETERMINAÇÃO DO C.B.R.

CILINDRO N.º	126	85	128	207	137
C.B.R.	4,8	6,4	4,4	1,9	0,7
Umidade (%)	18,1	20,2	21,8	24,0	26,5

Umidade ótima (%)	Massa específica aparente seca máxima(g/cm ³)	Expansão (%)	C.B.R
21,4	1,574	1,2	5,0



C.B.R. 5,0

RELATÓRIO

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-13 - Silte Arenoso Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

DETERMINAÇÃO DA COMPACTAÇÃO E C.B.R. DNER ME 49/94

Energia aplicada	Normal
Umidade ótima (%)	21,4
Massa espe.apa. Seca máxima (g/cm ³)	1,574
Expansão (%)	1,2
C.B.R. / I.S.C (%)	5,0

PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass.

MARCOS GONÇALVES JUNIOR
Engenheiro CIVIL CREA: PR 152117/D

Cutitiba, 06 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-13 - Silte Arenoso Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA SIMPLES - MÉTODO DNER-ME 80-84
PENEIRAMENTO GROSSO

Amostra total úmida (g)	1382,1
Solo seco retido peneira n.º 10 (g)	24,5
Solo úmido passado peneira n.º 10 (g)	1357,6
Solo seco passado peneira n.º 10 (g)	1315,8
Amostra total seca (g)	1340,3

PENEIRAS		RETIDO (g)	PASSADO (g)	% PASSANDO	% RETIDA
POL.	mm				
3-1/2"	88,9		1340,30	100,0	0,0
3"	76,2		1340,30	100,0	0,0
2-1/2"	63,5		1340,30	100,0	0,0
2"	50,8		1340,30	100,0	0,0
1-1/2"	38,1		1340,30	100,0	0,0
1-1/4"	31,7		1340,30	100,0	0,0
1"	25,4		1340,30	100,0	0,0
3/4"	19,1		1340,30	100,0	0,0
1/2"	12,7		1340,30	100,0	0,0
3/8"	9,52		1340,30	100,0	0,0
N.º 4	4,76	6,3	1334,00	99,5	0,5
N.º 10	2,00	18,2	1315,80	98,2	1,4

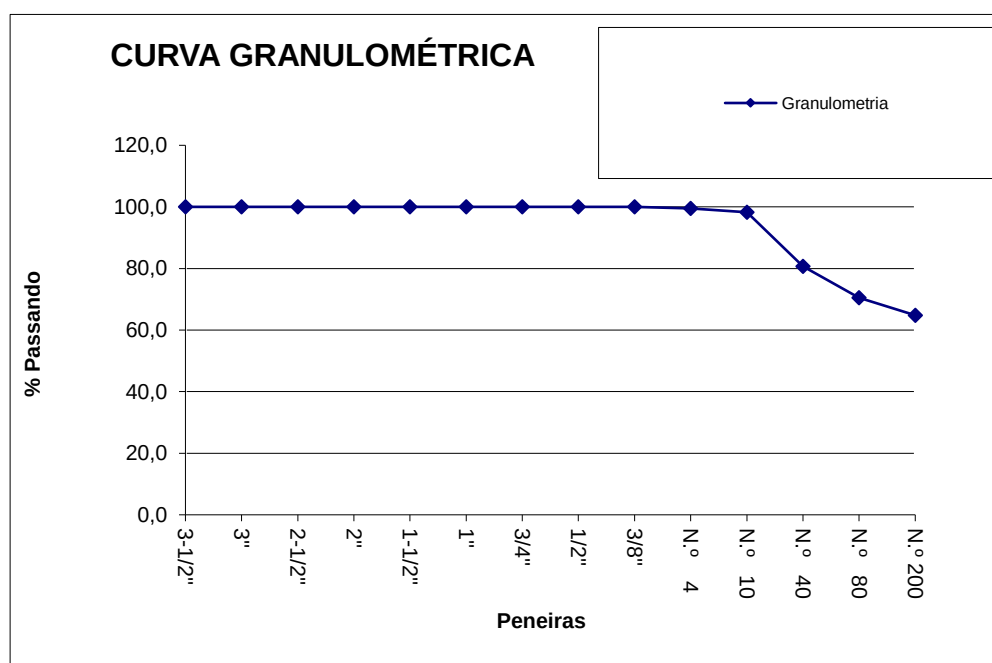
PENEIRAMENTO FINO

Solo úmido passado peneira n.º 10 (g)					150,2		
Solo seco passado peneira n.º 10 (g)					145,5		
Umidade higroscópica (%)					3,2		
PENEIRAS		RETIDO (g)	PASSADO (g)	% PARCIAL PASSADA	% PARCIAL RETIDA	% TOTAL PASSADA	% TOTAL RETIDA
POL.	mm						
N.º 40	0,42	25,9	119,60	82,2	17,8	80,7	17,5
N.º 80	0,177	15,2	104,40	71,8	10,4	70,5	10,2
N.º 200	0,074	8,3	96,10	66,0	5,7	64,8	5,7

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-13 - Silte Arenoso Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA

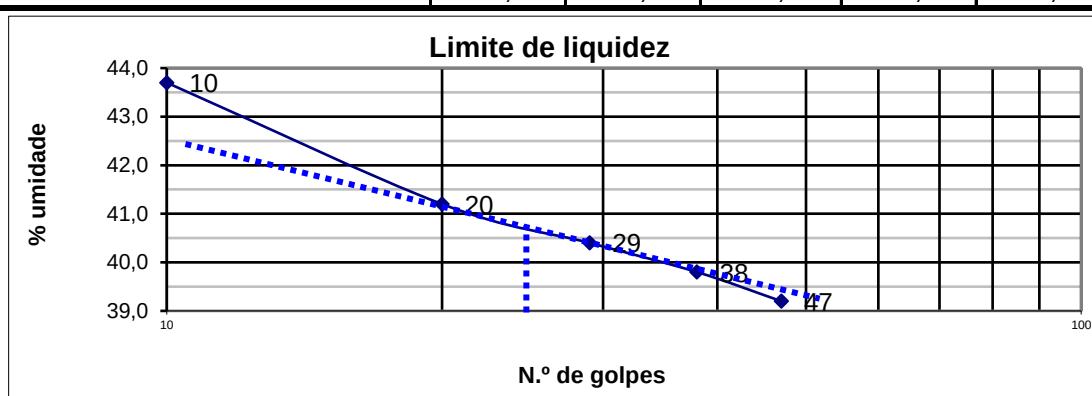
cáp. n.º	30	166	50
cáp + solo úmido (g)	69,83	66,14	69,02
cáp + solo seco (g)	68,43	64,95	67,74
tara (g)	24,44	27,70	27,34
Peso da água (g)	1,40	1,19	1,28
peso solo seco (g)	43,99	37,25	40,40
% D'água	3,18	3,19	3,17
Média higroscópica (%)	3,18		



Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-13 - Silte Arenoso Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

LIMITE DE LIQUIDEZ DNER-ME 44-71

cáp. n.º	295	258	33	290	336	
tara (g)	6,48	6,46	6,61	6,04	6,67	
cáp + solo úmido (g)	18,97	20,01	20,41	19,99	20,74	
cáp + solo seco (g)	15,45	16,15	16,44	15,92	16,46	
Num.de golpes	47	38	29	20	10	
Peso D'água (g)	3,52	3,86	3,97	4,07	4,28	
peso solo seco (g)	8,97	9,69	9,83	9,88	9,79	
% D'água	39,2	39,8	40,4	41,2	43,7	



LIMITE DE PLASTICIDADE DNER-ME 82-63

N.º DE PONTOS	4				MÉDIA	34,3
cáp. n.º	151	37	99	112	26	
tara (g)	10,66	13,07	13,01	13,4	12,03	
cáp + solo úmido (g)	13,06	15,28	15,46	15,51	14,11	
cáp + solo seco (g)	12,45	14,70	14,85	14,97	13,68	
Peso D'água (g)	0,61	0,58	0,61	0,54	0,43	
peso solo seco (g)	1,79	1,63	1,84	1,57	1,65	
% D'água	34,08	35,58	33,15	34,39	26,06	
TOLERÂNCIA	MAX. 36,02				MIN. 32,59	

LIMITE DE LIQUIDEZ	41
LIMITE DE PLASTICIDADE	34

ÍNDICE DE PLASTICIDADE	7
------------------------	---

RELATÓRIO

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-13 - Silte Arenoso Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

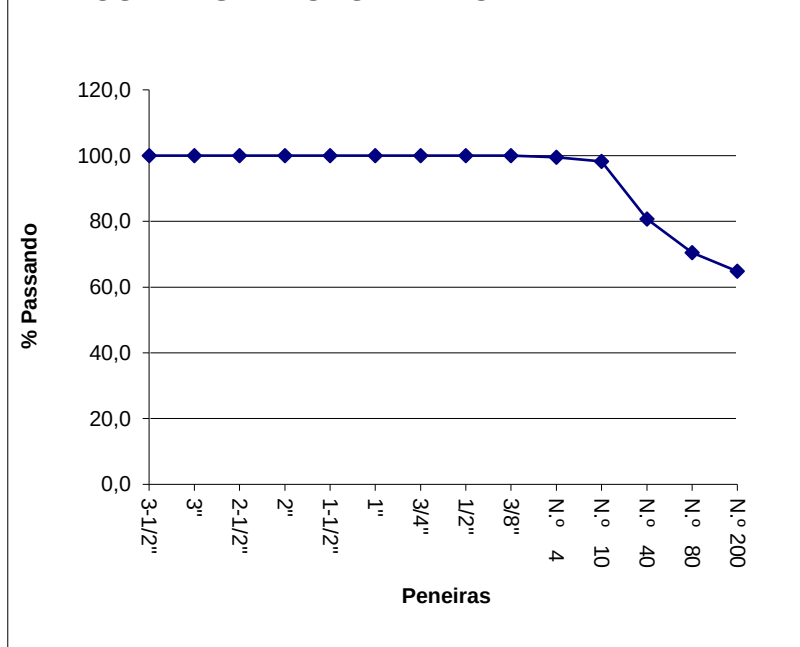
CARACTERIZAÇÃO DE AMOSTRA - DNER-ME 80-84 / DNER-ME 44-71 / DNER-ME 82-63

Limite de liquidez (%)	41
Limite de plasticidade (%)	34
Índice de plasticidade	7
Índice de grupo	6
Classificação T.R.B.	A- 5
Classificação unificada	M L

GRANULOMETRIA

PENEIRAS		% PASSANDO
POL.	mm	
3-1/2"	88,9	100,0
3"	76,2	100,0
2-1/2"	63,5	100,0
2"	50,8	100,0
1-1/2"	38,1	100,0
1"	25,4	100,0
3/4"	19,1	100,0
1/2"	12,7	100,0
3/8"	9,52	100,0
N.º 4	4,76	99,5
N.º 10	2,00	98,2
N.º 40	0,42	80,7
N.º 80	0,177	70,5
N.º 200	0,074	64,8

CURVA GRANULOMÉTRICA



PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

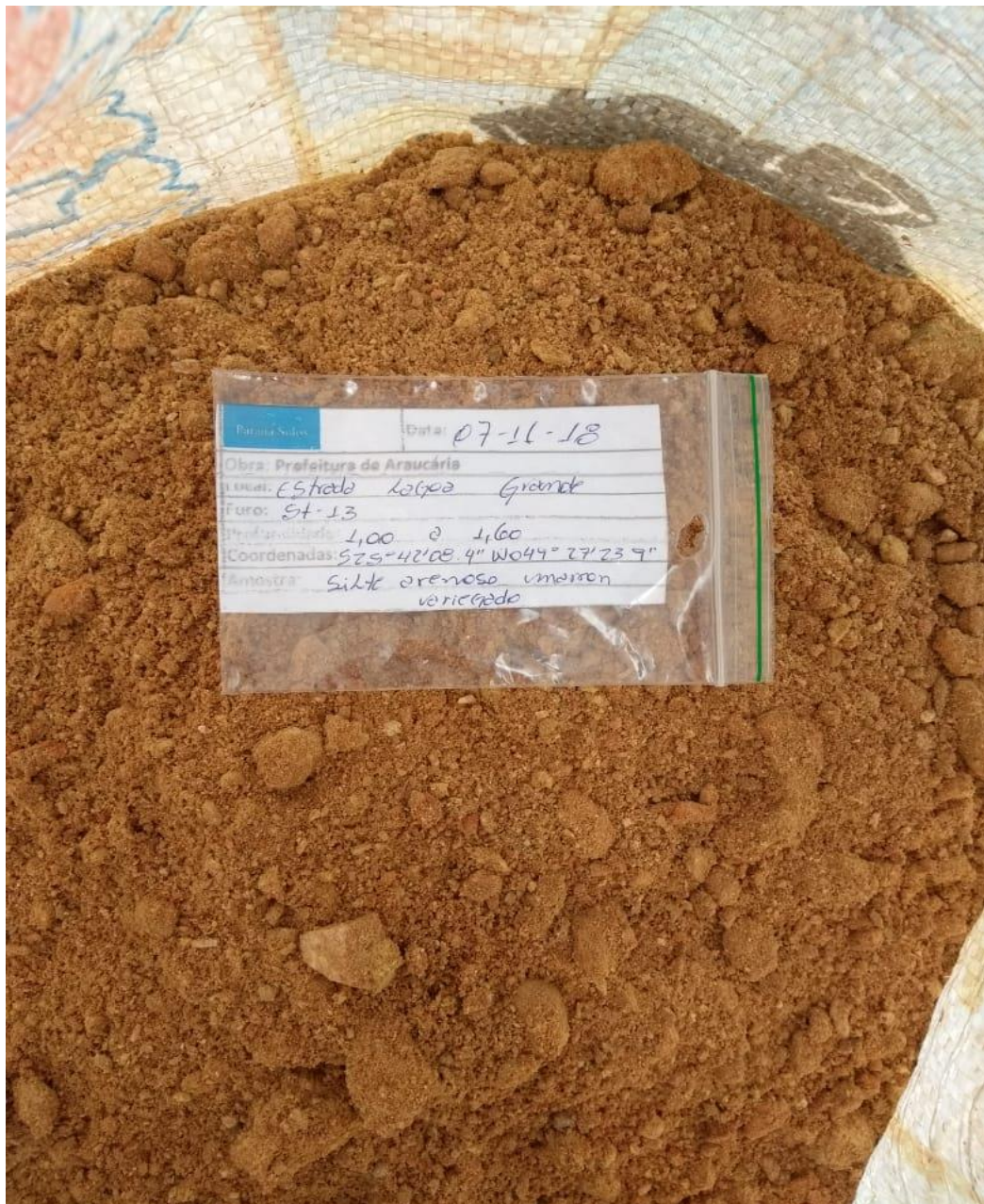
ass.

MARCOS GONCALVES JUNIOR
Engenheiro Civil CREA: PR 152117/D

Curitiba, 06 de dezembro de 2018

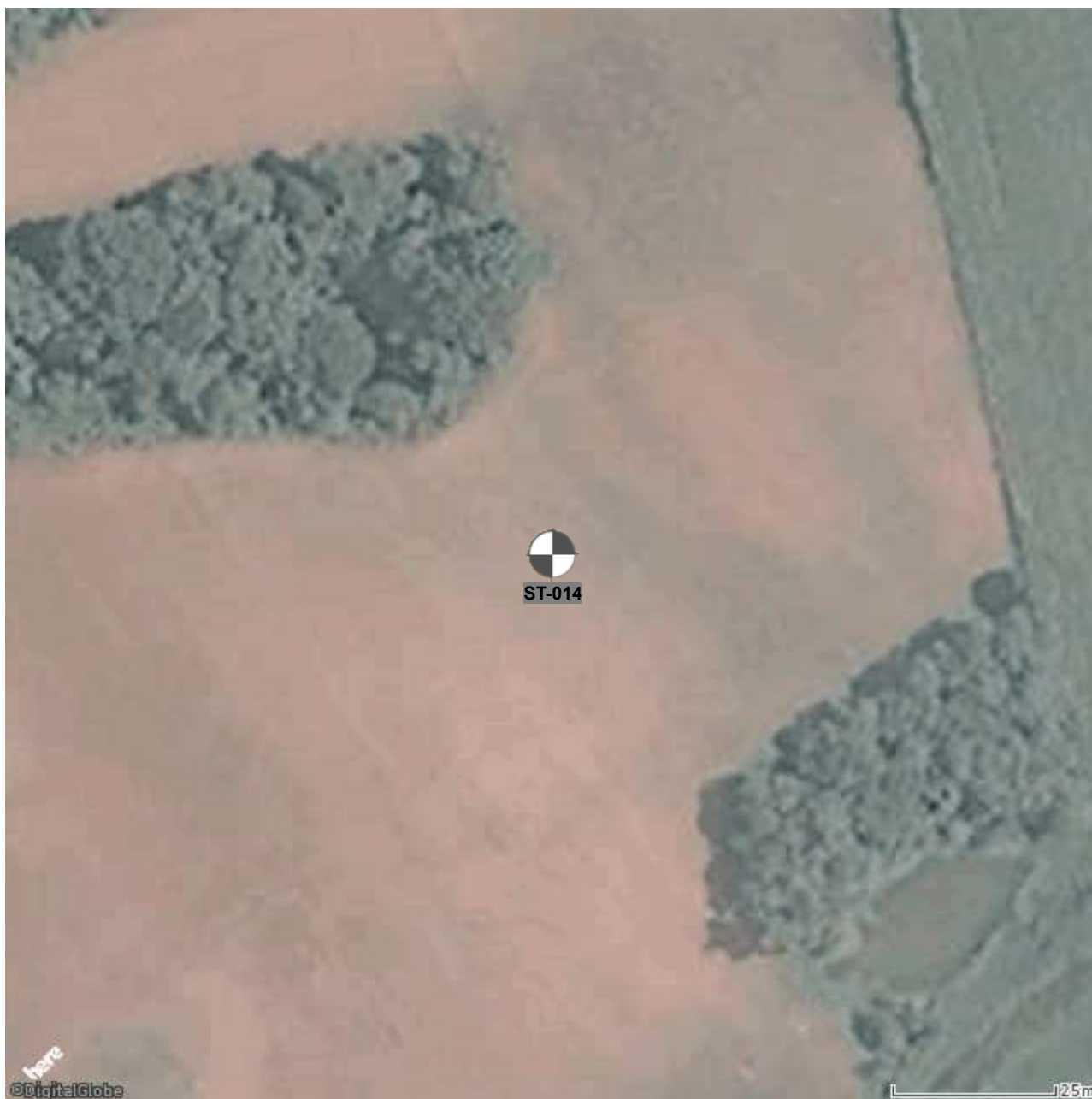
Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-13 - Silte Arenoso Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

FOTOS DA AMOSTRA



		PARANÁ SOLOS				0021/18	
		Sondagem de Reconhecimento a Trado				ST-014	
		Cliente: Prefeitura de Araucária				Página 1/1	
		Obra: Sondagem e Coleta de Amostras				Data 07/11/2018	
		Local: Estrada Lagoa Grande, Araucária-PR				07/11/2018	
Escala vertical: 1:20		Cota da boca do furo: 0,00 m		Avanço por Trado			
		Revestimento: 0,00 m		Início	10 min	20 min	30 min
		Nível d'água: Ausente		-	-	-	-
Perfuração: TH-Trado Helicoidal				Coordenadas: 25,703444°S; 49,45°O			
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Cota (m)	Perfil	Prof. (m)	Classificação do Material		
Ausente (08/11/2018)	TH	0,00		0,00	Cascalho		
				0,15	Silte arenoso pouco plástico, marrom claro		
				1,10	Silte arenoso, marrom claro com alteração de pedra (tipo arenito)		
				1,60	LIMITE DE SONDAGEM		
Estrada do Cerne KM 21 Nº 21011, Centro Campo Magro - PR		Resp. Técnico Marcos Gonçalves Junior Engenheiro Civil - CREA PR-152117/D					

	PARANÁ SOLOS		0021/18
	Localização de Sondagem		Escala 1:1.016,84
	Cliente: Prefeitura de Araucária Obra: Sondagem e Coleta de Amostras		Página 1/1
	Local: Estrada Lagoa Grande, Araucária-PR		Data 07/11/2018 07/11/2018



ST-014	25,703444°S; 49,45°O; Cota 0,00 m	
	Estrada do Cerne KM 21 Nº 21011, Centro Campo Magro - PR	Resp. Técnico <u>Marcos Gonçalves Junior</u> Engenheiro Civil - CREA PR-152117/D

QUADRO RESUMO DE ENSAIOS

OBRA		Estrada da Lagoa Grande							
INTERESSADO: Prefeitura Municipal de Araucária					TRECHO:		DATA	05/12/2018	
Ponto		ST 014							
Lado		L.E.							
Coordenada									
Amostra		AD 014							
MATERIAL		SILTE							
		ARENOSO							
CARACTERIZAÇÃO	% PASSANDO NAS PENEIRAS	3"							
		2 1/2"							
		2"							
		1 1/2"							
		1"	100,0						
		3/4"	98,5						
		1/2"	96,4						
		3/8"	94,6						
		Nº4	90,7						
		Nº10	84,7						
		Nº40	64,5						
		Nº200	43,6						
	L.L.		33						
	L.P.		28						
	I.P.		5						
	I.G.		1						
CLASSIFICAÇÃO T.R.B.		A-4							
CLASSIFICAÇÃO S.U.C.S.		S M							
Energia de compactação		Normal							
COMPACTAÇÃO	COMPACTAÇÃO	D. máx. (g/cm³)	1,710						
		hot (%)	16,4						
		EXPANSÃO (%)	0,6						
		ISC (%)	4,2						
UNIDADE NATURAL (%)		29,1							

PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass.

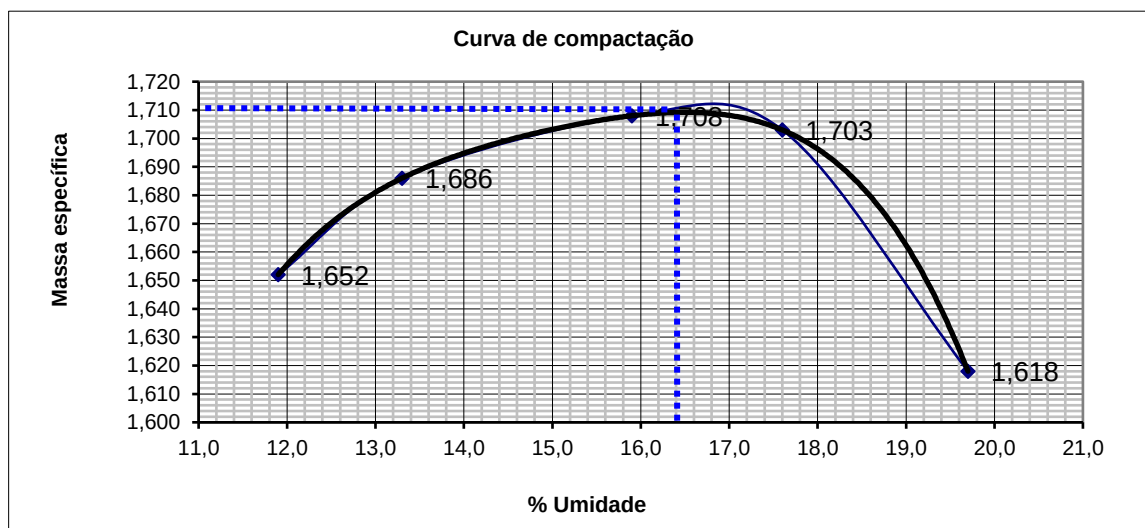
MARCOS GONCALVES JUNIOR
Engenheiro CIVIL CREA: PR 152117/D

Curitiba, 05 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-14 - Silte Arenoso Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

Peso das amostras (g)	5000	Energia de Compactação				Normal
CILINDRO N.º		33	153	82	133	25
H ₂ O acrescentada (g)		500	600	700	800	900
Peso cil.+solo úmido (g)		7545	9190	7835	9385	7750
Peso cilindro (g)		3655	5215	3690	5225	3685
Volume cilindro(cm ³)		2104	2081	2095	2077	2099
Peso solo úmido (g)		3890	3975	4145	4160	4065
Massa espe.aparente (g/cm³)		1,849	1,910	1,979	2,003	1,937

CILINDRO N.º	33	153	82	133	25
Cápsula n.º	222	50	155	203	138
Peso cápsula (g)	102,91	108,73	91,29	97,78	94,29
Peso cápsula + solo úmido (g)	550,71	550,66	545,75	552,12	526,16
Peso cápsula + solo seco (g)	503,03	498,71	483,41	484,00	455,12
Peso H ₂ O (g)	47,68	51,95	62,34	68,12	71,04
Peso do solo seco (g)	400,12	389,98	392,12	386,22	360,83
Umidade (%)	11,9	13,3	15,9	17,6	19,7
Massa espe. aparente seca (g./cm³)	1,652	1,686	1,708	1,703	1,618

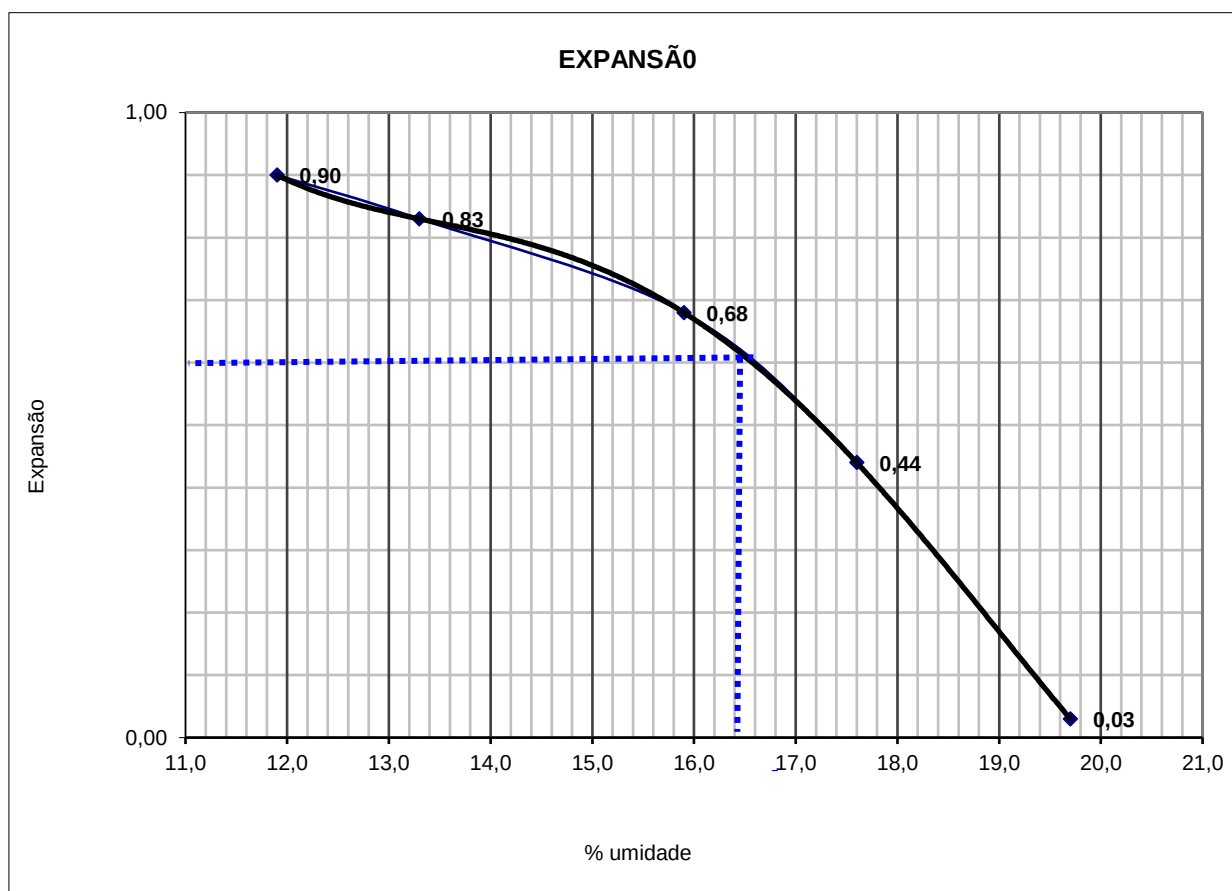


Massa espe. Aparente seca máxima (g/cm ³)	1,710
Umidade ótima (%)	16,4

Curitiba, 03 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-14 - Silte Arenoso Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

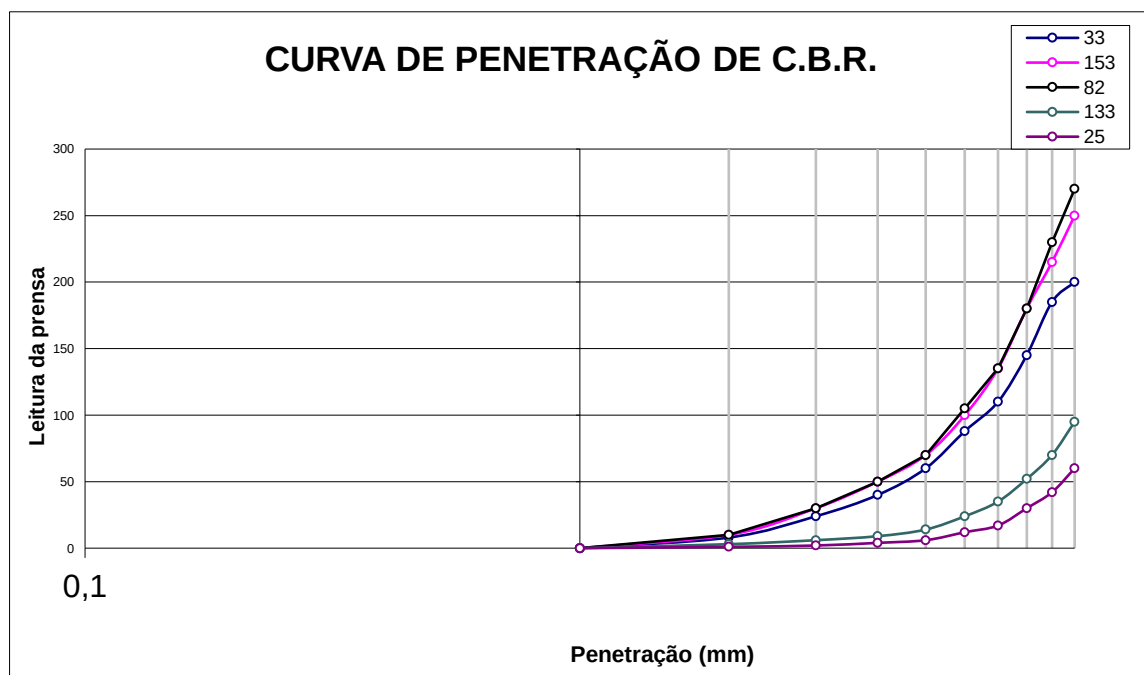
DETERMINAÇÃO DA EXPANSÃO					Alt.CP.(mm)	114
CILINDRO N.º	33	153	82	133	25	
Data da leitura inicial	23/11/18	23/11/18	23/11/18	23/11/18	23/11/18	23/11/18
Leitura inicial	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Data da leitura final	27/11/18	27/11/18	27/11/18	27/11/18	27/11/18	27/11/18
Leitura final	2,03	1,95	1,77	1,50	1,03	
Expansão (%)	0,90	0,83	0,68	0,44	0,03	
Umidade (%)	11,9	13,3	15,9	17,6	19,7	
					Úmidade ótima	16,4



Expansão (%)	0,6
--------------	-----

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-14 - Silte Arenoso Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

PENETRAÇÃO			Fator da prensa 0,085				
CILINDRO N.º			33	153	82	133	25
Carga padrão (kg)	Tempo (min.)	Penetração (mm)	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura
			0	0	0	0	0
	0,30"	0,63	8	10	10	3	1
	1' : 00"	1,27	24	30	30	6	2
	1' : 30"	1,90	40	50	50	9	4
1,350	2' : 00"	2,54	60	70	70	14	6
	3' : 00"	3,81	88	100	105	24	12
2,050	4' : 00"	5,08	110	135	135	35	17
	6' : 00"	7,62	145	180	180	52	30
	8' : 00"	10,16	185	215	230	70	42
	10' : 00"	12,70	200	250	270	95	60
C.B.R. (2,54)			7,3	8,5	8,5	1,7	0,7
C.B.R. (5,08)			8,9	10,9	10,9	2,8	1,4
C.B.R.			8,9	10,9	10,9	2,8	1,4

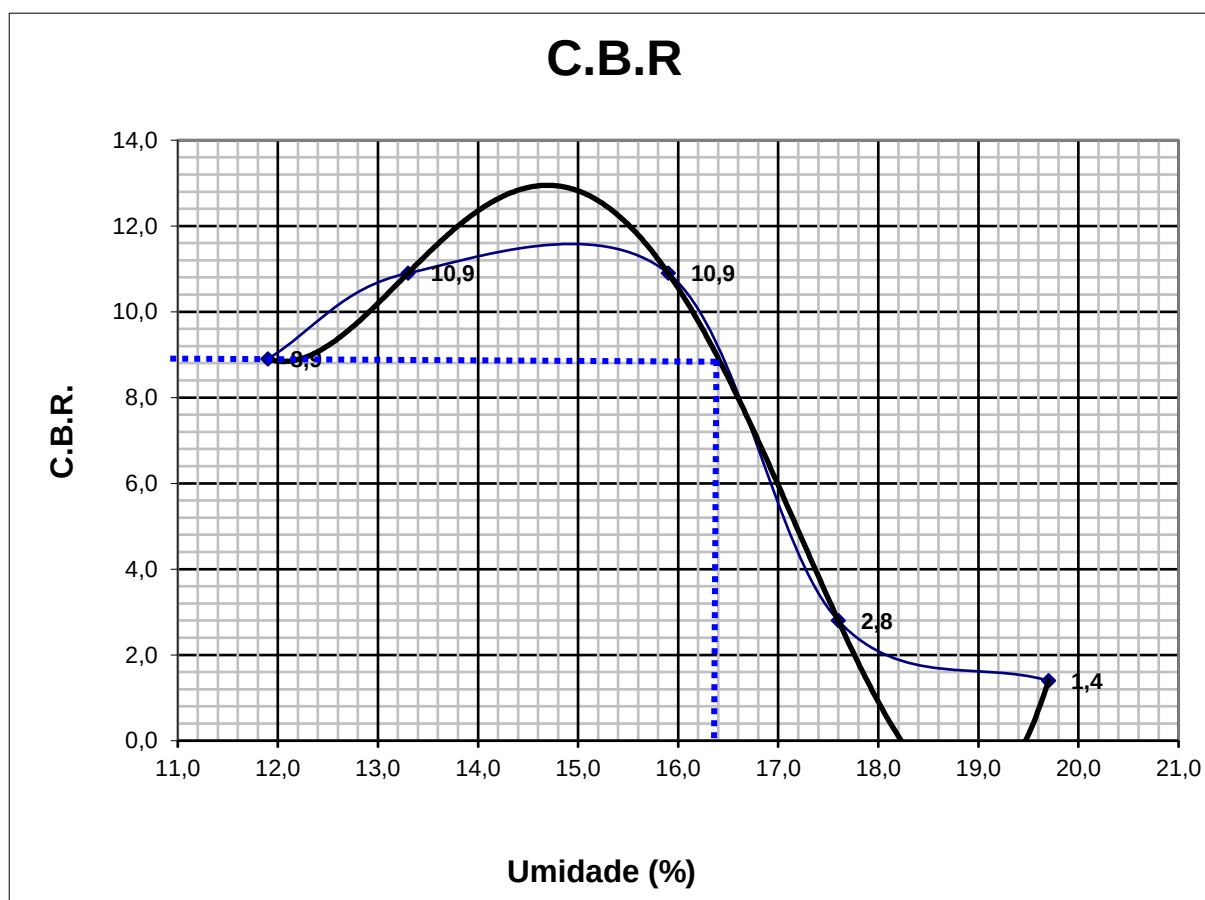


Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-14 - Silte Arenoso Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

DETERMINAÇÃO DO C.B.R.

CILINDRO N.º	33	153	82	133	25
C.B.R.	8,9	10,9	10,9	2,8	1,4
Umidade (%)	11,9	13,3	15,9	17,6	19,7

Umidade ótima (%)	Massa específica aparente seca máxima(g/cm ³)	Expansão (%)	C.B.R
16,4	1,71	0,6	4,2



C.B.R. 4,2

RELATÓRIO

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra ST-14 - Silte Arenoso Marrom
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a trado

DETERMINAÇÃO DA COMPACTAÇÃO E C.B.R. DNER ME 49/94

Energia aplicada	Normal
Umidade ótima (%)	16,4
Massa espe.apa. Seca máxima (g/cm ³)	1,710
Expansão (%)	0,6
C.B.R. / I.S.C (%)	4,2

PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

ass.

MARCOS GONÇALVES JUNIOR
Engenheiro CIVIL CREA: PR 152117/D

Cutitiba, 06 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-14 - Silte Arenoso Marrom claro
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA SIMPLES - MÉTODO DNER-ME 80-84

PENEIRAMENTO GROSSO

Amostra total úmida (g)	1523,5
Solo seco retido peneira n.º 10 (g)	229,9
Solo úmido passado peneira n.º 10 (g)	1293,6
Solo seco passado peneira n.º 10 (g)	1271,9
Amostra total seca (g)	1501,8

PENEIRAS		RETIDO (g)	PASSADO (g)	% PASSANDO	% RETIDA
POL.	mm				
3-1/2"	88,9		1501,80	100,0	0,0
3"	76,2		1501,80	100,0	0,0
2-1/2"	63,5		1501,80	100,0	0,0
2"	50,8		1501,80	100,0	0,0
1-1/2"	38,1		1501,80	100,0	0,0
1-1/4"	31,7		1501,80	100,0	0,0
1"	25,4		1501,80	100,0	0,0
3/4"	19,1	22,3	1479,50	98,5	1,5
1/2"	12,7	31,2	1448,30	96,4	2,1
3/8"	9,52	27,2	1421,10	94,6	1,8
N.º 4	4,76	58,8	1362,30	90,7	3,9
N.º 10	2,00	90,4	1271,90	84,7	6,0

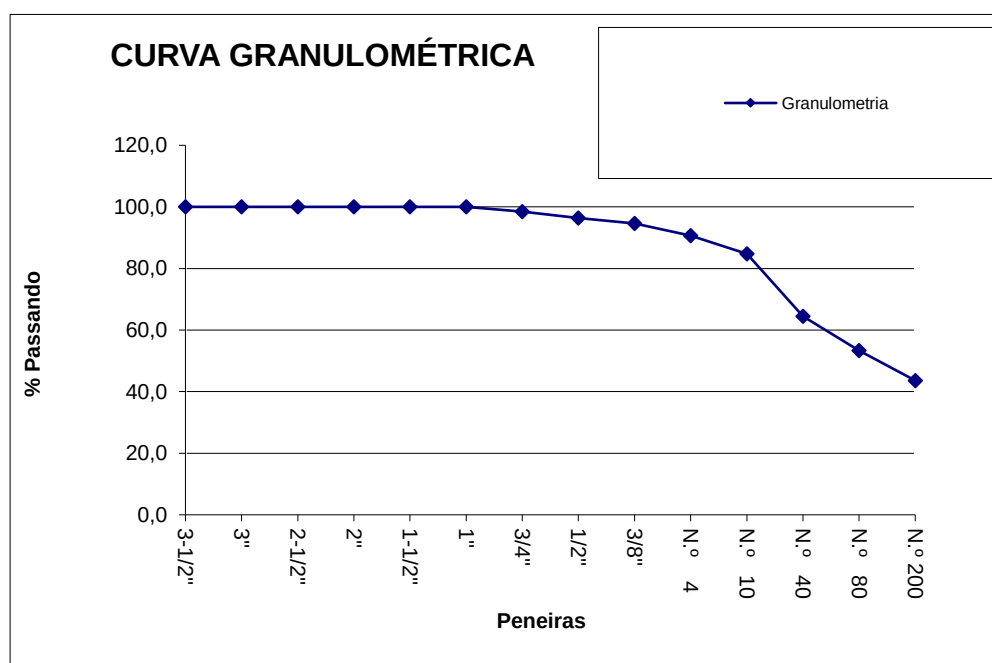
PENEIRAMENTO FINO

Solo úmido passado peneira n.º 10 (g)		150,3					
Solo seco passado peneira n.º 10 (g)		147,8					
Umidade higroscópica (%)		1,7					
PENEIRAS		RETIDO (g)	PASSADO (g)	% PARCIAL PASSADA	% PARCIAL RETIDA	% TOTAL PASSADA	% TOTAL RETIDA
POL.	mm						
N.º 40	0,42	35,2	112,60	76,2	23,8	64,5	20,2
N.º 80	0,177	19,7	92,90	62,9	13,3	53,3	11,2
N.º 200	0,074	16,8	76,10	51,5	11,4	43,6	9,7

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-14 - Silte Arenoso Marrom claro
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE HIGROSCÓPICA

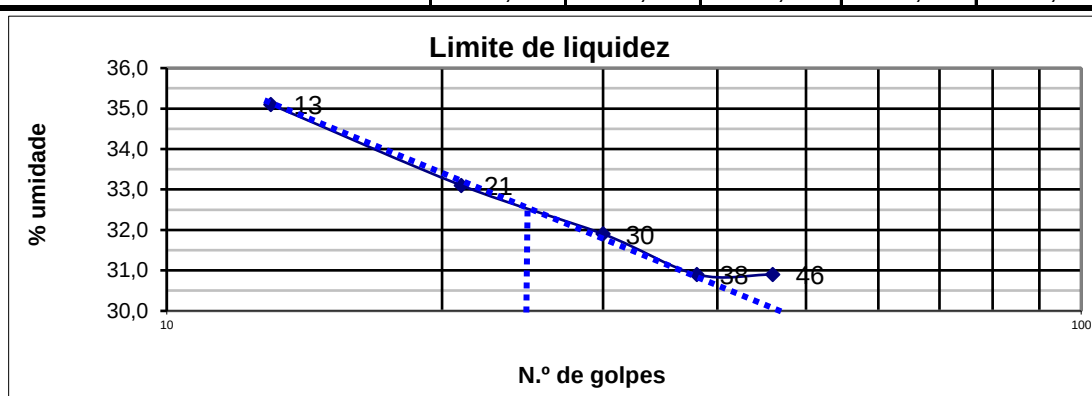
cáp. n.º	175	35	158
cáp + solo úmido (g)	69,56	68,01	68,29
cáp + solo seco (g)	68,86	67,17	67,64
tara (g)	28,48	18,79	28,22
Peso da água (g)	0,70	0,84	0,65
peso solo seco (g)	40,38	48,38	39,42
% D'água	1,73	1,74	1,65
Média higroscópica (%)	1,71		



Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-14 - Silte Arenoso Marrom claro
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

LIMITE DE LIQUIDEZ DNER-ME 44-71

cáp. n.º	281	208	318	42	283	
tara (g)	7,01	6,5	6,87	6,65	9,02	
cáp + solo úmido (g)	21,72	22,72	22,45	22,44	23,08	
cáp + solo seco (g)	18,25	18,89	18,68	18,51	19,43	
Num.de golpes	46	38	30	21	13	
Peso D'água (g)	3,47	3,83	3,77	3,93	3,65	
peso solo seco (g)	11,24	12,39	11,81	11,86	10,41	
% D'água	30,9	30,9	31,9	33,1	35,1	



LIMITE DE PLASTICIDADE DNER-ME 82-63

N.º DE PONTOS	4				MÉDIA	27,8
cáp. n.º	90	120	200	183	75	
tara (g)	11,47	11,36	12,18	11,39	11,82	
cáp + solo úmido (g)	13,84	13,64	14,43	13,58	14,34	
cáp + solo seco (g)	13,32	13,15	13,94	13,10	13,81	
Peso D'água (g)	0,52	0,49	0,49	0,48	0,53	
peso solo seco (g)	1,85	1,79	1,76	1,71	1,99	
% D'água	28,11	27,37	27,84	28,07	26,63	
TOLERÂNCIA	MAX. 29,19				MIN. 26,41	

LIMITE DE LIQUIDEZ	33
LIMITE DE PLASTICIDADE	28

ÍNDICE DE PLASTICIDADE	5
------------------------	---

RELATÓRIO

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-14 - Silte Arenoso Marrom claro
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

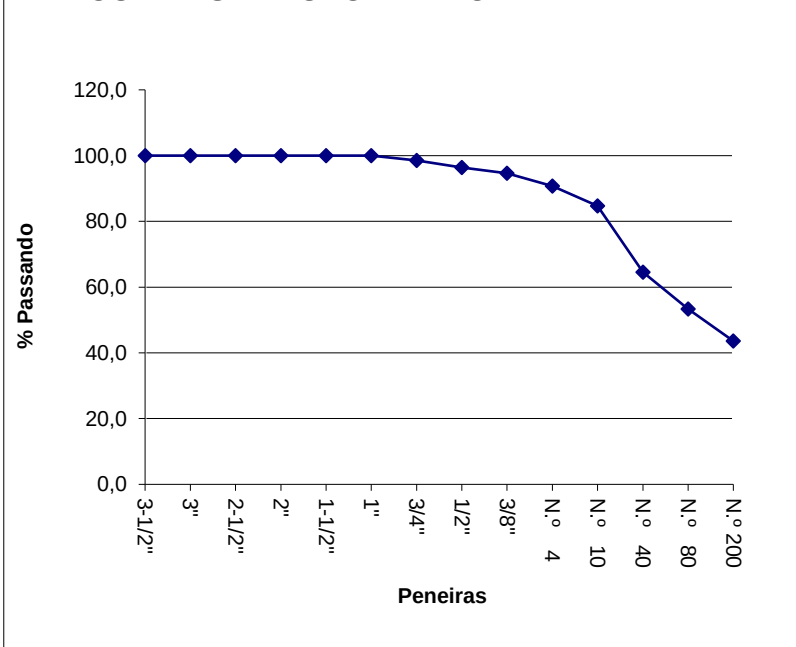
CARACTERIZAÇÃO DE AMOSTRA - DNER-ME 80-84 / DNER-ME 44-71 / DNER-ME 82-63

Limite de liquidez (%)	33
Limite de plasticidade (%)	28
Índice de plasticidade	5
Índice de grupo	1
Classificação T.R.B.	A- 4
Classificação unificada	S M

GRANULOMETRIA

PENEIRAS		%
POL.	mm	
3-1/2"	88,9	100,0
3"	76,2	100,0
2-1/2"	63,5	100,0
2"	50,8	100,0
1-1/2"	38,1	100,0
1"	25,4	100,0
3/4"	19,1	98,5
1/2"	12,7	96,4
3/8"	9,52	94,6
N.º 4	4,76	90,7
N.º 10	2,00	84,7
N.º 40	0,42	64,5
N.º 80	0,177	53,3
N.º 200	0,074	43,6

CURVA GRANULOMÉTRICA



PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42

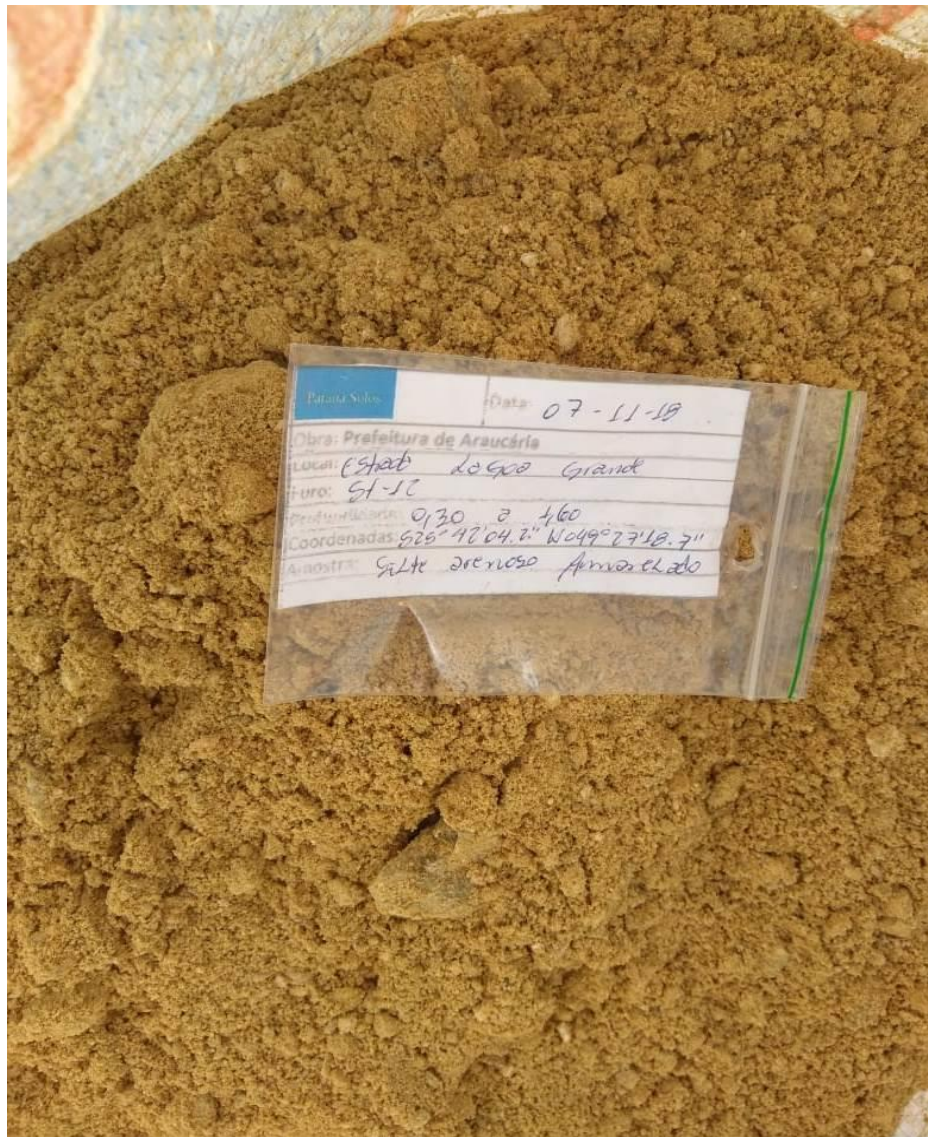
ass.

MARCOS GONÇALVES JUNIOR
Engenheiro Civil CREA: PR 152117/D

Curitiba, 06 de dezembro de 2018

Interessado:	Prefeitura Municipal de Araucária
Amostra:	Obra: Estrada Lagoa Grande
	Amostra: ST-14 - Silte Arenoso Marrom claro
	Profundidade: 1,60m
	Amostra Deformada
	Amostra Coletada a Trado

FOTOS DA AMOSTRA



BOLETIM DE SONDAAGEM GERAL - ST01 a ST014

OBRA: Prefeitura de Araucária

05/11/2018

LOCAL: Estrada Lagoa Grande

OBS.

[illegible]

OBRA: Prefeitura de Araucária

05/11/2018

LOCAL: Estrada Lagoa Grande

OBS.

[illegible]

OBRA: Prefeitura de Araucária

05/11/2018

LOCAL: Estrada Lagoa Grande

OBS.

[illegible]

QUADRO RESUMO DE ENSAIOS - ST01 ao ST14

OBRA Estrada da Lagoa Grande

INTERESSADO: Prefeitura Municipal de Araucária

TRECHO:

DATA

10/12/2018

Ponto				ST 012	ST 013	ST 014							
Lado				L.E.	L.D.	L.E.							
Coordenada													
Amostra				AD 012	AD 013	AD 014							
MATERIAL				SILTE	SILTE	SILTE							
				ARENOSO	ARENOSO	ARENOSO							
CARACTERIZAÇÃO	% PASSANDO NAS PENEIRAS	3"											
		2 1/2"											
		2"											
		1 1/2"											
		1"			100,0								
		3/4"	100,0		98,5								
		1/2"	99,9		96,4								
		3/8"	99,3	100,0	94,6								
		Nº4	96,0	99,5	90,7								
		Nº10	90,9	98,2	84,7								
		Nº40	71,4	80,7	64,5								
		Nº200	52,0	64,8	43,6								
	L.L.		35	41	33								
	L.P.		30	34	28								
	I.P.		5	7	5								
	I.G.		3	6	1								
CLASSIFICAÇÃO T.R.B.				A-4	A-5	A-4							
CLASSIFICAÇÃO S.U.C.S.				M L	M L	S M							
Energia de compactação				Normal	Normal	Normal							
COMPACTAÇÃO	COMPACTAÇÃO		D. máx. (g/cm³)	1,628	1,574	1,710							
			hot (%)	19,6	21,4	16,4							
			EXPANSÃO (%)	1,0	1,2	0,6							
			ISC (%)	7,6	5,0	4,2							
UNIDADE NATURAL (%)				26,3	26,1	29,1							

APÊNDICE B

Data Base: 15/01/2021 (Com desoneração)

Valores expressos em Reais (R\$)

Serviço: 531120 Brita graduada tratada c/cimento (Cp=4%) 100% PI

Unidade: m3

(A)Equipamento	Código	Quantidade	Ut. Pr	Ut. Impr	Vi. Hr. Prod	Vi. Hr. Imp	Custo Horário	
Caminhão irrigador 6000 l	346060	1,0000	0,8600	0,1400	141,92	46,03	128,49	
Motoniveladora c/ escarificador 140-K leve	311400	1,0000	0,3000	0,7000	250,36	87,94	136,65	
Rolo pneus autopropelido 27 t	340270	1,0000	0,4300	0,5700	166,38	68,38	110,51	
Rolo vibratório liso autoprop. 3411	340250	1,0000	1,0000	0,0000	167,14	64,58	167,14	
(A)Total:							542,79	
(B)Mão-de-Obra	Código	Eq. Salarial	Encargos(%)	Sal/Hora	Consumo		Custo Horário	
Apontador	200020	2,25	108,92	23,50	1,0000		23,50	
Encarregado de Serviço	210060	6,00	108,92	62,67	1,0000		62,67	
Servente	200130	2,20	108,92	22,98	8,0000		183,84	
(B)Total:							270,01	
(C)Itens de Incidência	Código	%	M. O.	Equip.	Mat.	Custo		
(C)Total:							0,00	
Custo Horário da Execução (A) + (B) + (C)						812,80		
(D) Produção da Equipe						87,30		
(E) Custo Unitário da Execução [(A) + (B) + (C)] / (D)						9,31		
(F)Materiais	Código	Unid.	Custo Unitário		Consumo		Custo Unitário	
(F)Total:							0,00	
(G)Serviços	Código	Unid.	Custo Unitário		Consumo		Custo Unitário	
Brita graduada c/ cimento - na usina	531215	m3	85,63		1,6000		137,00	
(G)Total:							137,00	
(H)Itens de Transporte	Código	Unid.	Fórmula	X1	X2	Custo	Consumo	Custo Unit.
Massa (Brita graduada)	19980	t	0,56x1 + 0,68x2			0,00	2,4000	0,00
			0,56x1 + 0,68x2 + 1,42					
(H)Total:							0,00	
Custo Direto Total (E) + (F) + (G) + (H)						146,31		

Data Base: 15/01/2021 (Com desoneração)

Valores expressos em Reais (R\$)

Serviço: 531000 Brita graduada 100% PI

Unidade: m3

(A)Equipamento	Código	Quantidade	Ut. Pr	Ut. Impr	Vi. Hr. Prod	Vi. Hr. Imp	Custo Horário	
Caminhão irrigador 6000 l	346060	1,0000	0,8600	0,1400	141,92	46,03	128,49	
Motoniveladora 140-K leve	310400	1,0000	0,3800	0,6200	233,71	79,47	138,07	
Rolo pneus autopropelido 27 t	340270	1,0000	0,4300	0,5700	166,38	68,38	110,51	
Rolo vibratório liso autoprop. 3411	340250	1,0000	1,0000	0,0000	167,14	64,58	167,14	
(A)Total:							544,21	
(B)Mão-de-Obra	Código	Eq. Salarial	Encargos(%)	Sal/Hora	Consumo		Custo Horário	
Apontador	200020	2,25	108,92	23,50	1,0000		23,50	
Encarregado de Serviço	210060	6,00	108,92	62,67	1,0000		62,67	
Servente	200130	2,20	108,92	22,98	6,0000		137,88	
(B)Total:							224,05	
(C)Itens de Incidência	Código	%	M. O.	Equip.	Mat.	Custo		
(C)Total:							0,00	
Custo Horário da Execução (A) + (B) + (C)						768,26		
(D) Produção da Equipe						87,30		
(E) Custo Unitário da Execução [(A) + (B) + (C)] / (D)						8,80		
(F)Materiais	Código	Unid.	Custo Unitário		Consumo		Custo Unitário	
(F)Total:							0,00	
(G)Serviços	Código	Unid.	Custo Unitário		Consumo		Custo Unitário	
Brita graduada - na usina	531200	m3	57,88		1,6000		92,60	
(G)Total:							92,60	
(H)Itens de Transporte	Código	Unid.	Fórmula	X1	X2	Custo	Consumo	Custo Unit.
Massa (Brita graduada)	19980	t	0,56x1 + 0,68x2			0,00	2,4000	0,00
			0,56x1 + 0,68x2 + 1,42					
(H)Total:							0,00	
Custo Direto Total (E) + (F) + (G) + (H)						101,40		

Data Base: 15/01/2021 (Com desoneração)

Valores expressos em Reais (R\$)

Serviço: 532500 Colchão de areia para paralelepípedo

Unidade: m3

(A)Equipamento	Código	Quantidade	Ut. Pr	Ut. Impr	Vi. Hr. Prod	Vi. Hr. Imp	Custo Horário	
(A)Total:							0,00	
(B)Mão-de-Obra	Código	Eq. Salarial	Encargos(%)	Sal/Hora	Consumo		Custo Horário	
Feitor	200250	5,00	108,92	52,23	0,1000		5,22	
Servente	200130	2,20	108,92	22,98	0,4000		9,19	
(B)Total:							14,41	
(C)Itens de Incidência	Código	%	M. O.	Equip.	Mat.	Custo		
(C)Total:							0,00	
Custo Horário da Execução (A) + (B) + (C)						14,41		
(D) Produção da Equipe						1,00		
(E) Custo Unitário da Execução [(A) + (B) + (C)] / (D)						14,41		
(F)Materiais	Código	Unid.	Custo Unitário		Consumo		Custo Unitário	
Areia	139000	m3	41,64		1,1500		47,88	
(F)Total:							47,88	
(G)Serviços	Código	Unid.	Custo Unitário		Consumo		Custo Unitário	
(G)Total:							0,00	
(H)Itens de Transporte	Código	Unid.	Fórmula	X1	X2	Custo	Consumo	Custo Unit.
Areia (Trecho)	19010	t	0,56x1 + 0,68x2			0,00	1,7250	0,00
			0,56x1 + 0,68x2 + 1,42					
(H)Total:							0,00	
Custo Direto Total (E) + (F) + (G) + (H)							62,29	

Data Base: 15/01/2021 (Com desoneração)

Valores expressos em Reais (R\$)

Serviço: 560100 Imprimação impermeab. exclusive fornec. da emulsão

Unidade: m2

(A)Equipamento	Código	Quantidade	Ut. Pr	Ut. Impr	Vi. Hr. Prod	Vi. Hr. Imp	Custo Horário
Cam. chassi 1419	346050	1,0000	1,0000	0,0000	136,67	46,82	136,67
Espargidor de asfalto 6000 l	370060	1,0000	1,0000	0,0000	94,41	48,10	94,41
Tanque depósito asfalto frio 20000 l	300200	2,0000	1,0000	0,0000	10,66	7,57	21,32
Trator agrícola 5105 4x4	341000	1,0000	0,2400	0,7600	137,11	40,44	63,63
Vassoura mecânica rebocável	300090	1,0000	0,2400	0,7600	9,49	6,74	7,39
(A)Total:							323,42

(B)Mão-de-Obra	Código	Eq. Salarial	Encargos(%)	Sal/Hora	Consumo	Custo Horário
Encarregado de Serviço	210060	6,00	108,92	62,67	0,1000	6,26
Servente	200130	2,20	108,92	22,98	2,0000	45,96
(B)Total:						52,22

(C)Itens de Incidência	Código	%	M. O.	Equip.	Mat.	Custo
Ferramentas Manuais	29990	5,0000	X			2,61
(C)Total:						2,61

Custo Horário da Execução (A) + (B) + (C)						378,25
(D) Produção da Equipe						1.200,00
(E) Custo Unitário da Execução [(A) + (B) + (C)] / (D)						0,31

(F)Materiais	Código	Unid.	Custo Unitário	Consumo	Custo Unitário
(F)Total:					0,00

(G)Serviços	Código	Unid.	Custo Unitário	Consumo	Custo Unitário
(G)Total:					0,00

(H)Itens de Transporte	Código	Unid.	Fórmula	X1	X2	Custo	Consumo	Custo Unit.
Emulsão (Trecho)	11000	t	0,51x + 25,01			0,00	0,0012	0,00
(H)Total:								0,00

Custo Direto Total (E) + (F) + (G) + (H)								0,31
--	--	--	--	--	--	--	--	------

Data Base: 15/01/2021 (Com desoneração)

Valores expressos em Reais (R\$)

Serviço: 532000 Macadame hidráulico

Unidade: m3

(A)Equipamento	Código	Quantidade	Ut. Pr	Ut. Impr	Vi. Hr. Prod	Vi. Hr. Imp	Custo Horário	
Caminhão irrigador 6000 l	346060	1,0000	0,9200	0,0800	141,92	46,03	134,24	
Motoniveladora c/ escarificador 140-K média	321400	1,0000	0,3300	0,6700	281,88	98,72	159,16	
Rolo vibratório liso autoprop. 3411	340250	1,0000	1,0000	0,0000	167,14	64,58	167,14	
Trator agrícola 5105 4x4	341000	1,0000	0,2300	0,7700	137,11	40,44	62,66	
Vassoura mecânica rebocável	300090	1,0000	0,2300	0,7700	9,49	6,74	7,36	
(A)Total:							530,56	
(B)Mão-de-Obra	Código	Eq. Salarial	Encargos(%)	Sal/Hora	Consumo		Custo Horário	
Apontador	200020	2,25	108,92	23,50	2,0000		47,00	
Encarregado de Serviço	210060	6,00	108,92	62,67	1,0000		62,67	
Servente	200130	2,20	108,92	22,98	8,0000		183,84	
(B)Total:							293,51	
(C)Itens de Incidência	Código	%	M. O.	Equip.	Mat.	Custo		
(C)Total:							0,00	
Custo Horário da Execução (A) + (B) + (C)						824,07		
(D) Produção da Equipe						45,06		
(E) Custo Unitário da Execução [(A) + (B) + (C)] / (D)						18,28		
(F)Materiais	Código	Unid.	Custo Unitário		Consumo		Custo Unitário	
Pedra britada (comercial)	130000	m3	52,18		0,3700		19,30	
Rachão britado (comercial)	130180	m3	50,41		1,1000		55,45	
(F)Total:							74,75	
(G)Serviços	Código	Unid.	Custo Unitário		Consumo		Custo Unitário	
(G)Total:							0,00	
(H)Itens de Transporte	Código	Unid.	Fórmula	X1	X2	Custo	Consumo	Custo Unit.
Pedra britada (Bica corrida)	19480	t	0,56x1 + 0,68x2			0,00	2,2000	0,00
			0,56x1 + 0,68x2 + 1,42					
(H)Total:							0,00	
Custo Direto Total (E) + (F) + (G) + (H)						93,03		

Data Base: 15/01/2021 (Com desoneração)

Valores expressos em Reais (R\$)

Serviço: 534908 Pavimento c/ bloco intertravado concreto (Paver-cor natural) e=8cm, incl. colchão areia

Unidade: m2

(A)Equipamento	Código	Quantidade	Ut. Pr	Ut. Impr	Vi. Hr. Prod	Vi. Hr. Imp	Custo Horário
Compactador manual solos gasolina	340200	9,0000	1,0000	0,0000	31,94	24,90	287,46
(A)Total:							287,46

(B)Mão-de-Obra	Código	Eq. Salarial	Encargos(%)	Sal/Hora	Consumo	Custo Horário
Calceteiro	200110	2,40	108,92	25,07	48,0000	1.203,36
Encarregado de Serviço	210060	6,00	108,92	62,67	4,0000	250,68
Servente	200130	2,20	108,92	22,98	24,0000	551,52
					(B)Total:	2.005,56

(C)Itens de Incidência	Código	%	M. O.	Equip.	Mat.	Custo	
Ferramentas Manuais	29990	5,0000	X				100,27
(C)Total:							100,27

Custo Horário da Execução (A) + (B) + (C)						2.393,29
(D) Produção da Equipe						120,00
(E) Custo Unitário da Execução [(A) + (B) + (C)] / (D)						19,94

(F)Materiais	Código	Unid.	Custo Unitário	Consumo	Custo Unitário
Areia	139000	m3	41,64	0,0500	2,08
Bloco intertravado(Paver) e=8cm (Fck=35 MPa)	145680	m2	34,66	1,0000	34,66
(F)Total:					36,74

(G)Serviços	Código	Unid.	Custo Unitário	Consumo	Custo Unitário
(G)Total:					0,00

(H)Itens de Transporte	Código	Unid.	Fórmula	X1	X2	Custo	Consumo	Custo Unit.
Areia (Trecho)	19010	t	0,56x1 + 0,68x2			0,00	0,0750	0,00
			0,56x1 + 0,68x2 + 1,42					
Bloco de concreto p/pavimento	10650	t	0,41x1 + 0,49x2			0,00	0,1800	0,00
			0,41x1 + 0,49x2 + 4,14					
(H)Total:						0,00		

Custo Direto Total (E) + (F) + (G) + (H)							56,68
--	--	--	--	--	--	--	-------

Data Base: 15/01/2021 (Com desoneração)

Valores expressos em Reais (R\$)

Serviço: 561100 Pintura de ligação exclusive fornec. da emulsão

Unidade: m2

(A)Equipamento	Código	Quantidade	Ut. Pr	Ut. Impr	Vi. Hr. Prod	Vi. Hr. Imp	Custo Horário
Cam. chassi 1419	346050	1,0000	1,0000	0,0000	136,67	46,82	136,67
Espargidor de asfalto 6000 l	370060	1,0000	1,0000	0,0000	94,41	48,10	94,41
Tanque depósito asfalto frio 20000 l	300200	2,0000	1,0000	0,0000	10,66	7,57	21,32
Trator agrícola 5105 4x4	341000	1,0000	0,2400	0,7600	137,11	40,44	63,63
Vassoura mecânica rebocável	300090	1,0000	0,2400	0,7600	9,49	6,74	7,39
(A)Total:							323,42

(B)Mão-de-Obra	Código	Eq. Salarial	Encargos(%)	Sal/Hora	Consumo	Custo Horário
Encarregado de Serviço	210060	6,00	108,92	62,67	0,1000	6,26
Servente	200130	2,20	108,92	22,98	2,0000	45,96
(B)Total:						52,22

(C)Itens de Incidência	Código	%	M. O.	Equip.	Mat.	Custo
Ferramentas Manuais	29990	5,0000	X			2,61
(C)Total:						2,61

Custo Horário da Execução (A) + (B) + (C)						378,25
(D) Produção da Equipe						1.728,00
(E) Custo Unitário da Execução [(A) + (B) + (C)] / (D)						0,21

(F)Materiais	Código	Unid.	Custo Unitário	Consumo	Custo Unitário
(F)Total:					0,00

(G)Serviços	Código	Unid.	Custo Unitário	Consumo	Custo Unitário
(G)Total:					0,00

(H)Itens de Transporte	Código	Unid.	Fórmula	X1	X2	Custo	Consumo	Custo Unit.
Emulsão (Trecho)	11000	t	0,51x + 25,01			0,00	0,0005	0,00
(H)Total:								0,00

Custo Direto Total (E) + (F) + (G) + (H)								0,21
--	--	--	--	--	--	--	--	------

Data Base: 15/01/2021 (Com desoneração)

Valores expressos em Reais (R\$)

Serviço: 511100 Regularização compac.subleito 100% PN (A)

Unidade: m2

(A)Equipamento	Código	Quantidade	Ut. Pr	Ut. Impr	Vi. Hr. Prod	Vi. Hr. Imp	Custo Horário
Caminhão irrigador 6000 l	346060	2,0000	0,8000	0,2000	141,92	46,03	245,48
Grade de discos	300240	1,0000	0,1300	0,8700	5,57	3,89	4,10
Motoniveladora c/ escarificador 140-K média	321400	1,0000	0,2700	0,7300	281,88	98,72	148,16
Rolo pneus autopropelido 27 t	340270	1,0000	0,1800	0,8200	166,38	68,38	86,01
Rolo vibratório corrug. autopr. CP-54 B	341840	1,0000	1,0000	0,0000	171,07	68,00	171,07
Trator agrícola BH-174 4x4	341100	1,0000	0,1300	0,8700	136,17	48,57	59,95
(A)Total:							714,77

(B)Mão-de-Obra	Código	Eq. Salarial	Encargos(%)	Sal/Hora	Consumo	Custo Horário
Apontador	200020	2,25	108,92	23,50	1,0000	23,50
Encarregado de Serviço	210060	6,00	108,92	62,67	0,1000	6,26
Servente	200130	2,20	108,92	22,98	4,0000	91,92
(B)Total:						121,68

(C)Itens de Incidência	Código	%	M. O.	Equip.	Mat.	Custo
(C)Total:						0,00

Custo Horário da Execução (A) + (B) + (C)					836,45
(D) Produção da Equipe					312,97
(E) Custo Unitário da Execução [(A) + (B) + (C)] / (D)					2,67

(F)Materiais	Código	Unid.	Custo Unitário	Consumo	Custo Unitário
(F)Total:					0,00

(G)Serviços	Código	Unid.	Custo Unitário	Consumo	Custo Unitário
(G)Total:					0,00

(H)Itens de Transporte	Código	Unid.	Fórmula	X1	X2	Custo	Consumo	Custo Unit.
(H)Total:								0,00

Custo Direto Total (E) + (F) + (G) + (H)								2,67
--	--	--	--	--	--	--	--	------

Data Base: 15/01/2021 (Com desoneração)

Valores expressos em Reais (R\$)

Serviço: 603300 Aço CA-60 fornec. dobr. colocação

Unidade: kg

(A)Equipamento	Código	Quantidade	Ut. Pr	Ut. Impr	Vi. Hr. Prod	Vi. Hr. Imp	Custo Horário	
Caminhão carroceria 1419 14 t	346000	0,2000	0,0000	0,0200	139,40	48,16	0,19	
(A)Total:							0,19	
(B)Mão-de-Obra	Código	Eq. Salarial	Encargos(%)	Sal/Hora	Consumo		Custo Horário	
Armador	200230	2,85	108,92	29,77	0,0800		2,38	
Encarregado de Serviço	210060	6,00	108,92	62,67	0,0300		1,88	
Servente	200130	2,20	108,92	22,98	0,1000		2,29	
(B)Total:							6,55	
(C)Itens de Incidência	Código	%	M. O.	Equip.	Mat.	Custo		
Ferramentas Manuais	29990	5,0000	X			0,32		
(C)Total:							0,32	
Custo Horário da Execução (A) + (B) + (C)						7,06		
(D) Produção da Equipe						1,00		
(E) Custo Unitário da Execução [(A) + (B) + (C)] / (D)						7,06		
(F)Materiais	Código	Unid.	Custo Unitário		Consumo		Custo Unitário	
Arame recozido nº 18	150180	kg	17,04		0,0300		0,51	
Ferro redondo CA-60 4,2 mm	156420	kg	10,18		1,0500		10,68	
(F)Total:							11,19	
(G)Serviços	Código	Unid.	Custo Unitário		Consumo		Custo Unitário	
(G)Total:							0,00	
(H)Itens de Transporte	Código	Unid.	Fórmula	X1	X2	Custo	Consumo	Custo Unit.
(H)Total:							0,00	
Custo Direto Total (E) + (F) + (G) + (H)							18,25	

Data Base: 15/01/2021 (Com desoneração)

Valores expressos em Reais (R\$)

Serviço: 606200 Concreto Fck = 32 MPa, preparo em betoneira e lanç.

Unidade: m3

(A)Equipamento	Código	Quantidade	Ut. Pr	Ut. Impr	Vi. Hr. Prod	Vi. Hr. Imp	Custo Horário
Betoneira 600 l gasolina	373200	1,0000	1,0000	0,0000	20,51	4,58	20,51
Carrinho de concretagem 80 l	301800	3,0000	0,6900	0,3100	0,16	0,11	0,43
Vibrador imersão gasolina 45mm	370450	2,0000	1,0000	0,0000	6,11	1,29	12,22
(A)Total:							33,16

(B)Mão-de-Obra	Código	Eq. Salarial	Encargos(%)	Sal/Hora	Consumo	Custo Horário
Encarregado de Serviço	210060	6,00	108,92	62,67	0,2000	12,53
Pedreiro	200260	2,85	108,92	29,77	1,0000	29,77
Servente	200130	2,20	108,92	22,98	14,0000	321,72
(B)Total:						364,02

(C)Itens de Incidência	Código	%	M. O.	Equip.	Mat.	Custo
Ferramentas Manuais	29990	5,0000	X			18,20
(C)Total:						18,20

Custo Horário da Execução (A) + (B) + (C)					415,38
(D) Produção da Equipe					2,50
(E) Custo Unitário da Execução [(A) + (B) + (C)] / (D)					166,15

(F)Materiais	Código	Unid.	Custo Unitário	Consumo	Custo Unitário
Areia	139000	m3	41,64	0,5000	20,82
Cimento Portland (saco de 50kg)	173200	t	456,20	0,5120	233,57
Pedra britada (comercial)	130000	m3	52,18	0,7400	38,61
(F)Total:					293,00

(G)Serviços	Código	Unid.	Custo Unitário	Consumo	Custo Unitário
(G)Total:					0,00

(H)Itens de Transporte	Código	Unid.	Fórmula	X1	X2	Custo	Consumo	Custo Unit.
Areia (Trecho)	19010	t	0,56x1 + 0,68x2			0,00	0,7500	0,00
			0,56x1 + 0,68x2 + 1,42					
Cimento (Trecho)	13200	t	0,41x1 + 0,49x2			0,00	0,5120	0,00
			0,41x1 + 0,49x2 + 4,14					
Pedra britada (Trecho)	19400	t	0,56x1 + 0,68x2			0,00	1,1100	0,00
			0,56x1 + 0,68x2 + 1,42					
(H)Total:						0,00		

Custo Direto Total (E) + (F) + (G) + (H)							459,15
--	--	--	--	--	--	--	--------