



INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e de Gestão

AVALIAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DE UMA ESTRADA DE BAIXO VOLUME DE TRÁFEGO

Bruna Teixeira de Freitas

Relatório Final de Dissertação apresentado à
Escola Superior de Tecnologia e de Gestão
Instituto Politécnico de Bragança

Para obtenção do grau de Mestre em
Engenharia da Construção

Outubro, 2019



INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Escola Superior de Tecnologia e Gestão



AVALIAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DE UMA ESTRADA DE BAIXO VOLUME DE TRÁFEGO

Bruna Teixeira de Freitas

Relatório Final de Dissertação apresentado à
Escola Superior de Tecnologia e de Gestão
Instituto Politécnico de Bragança

Para obtenção do grau de Mestre em
Engenharia da Construção

Orientadores:

Professor Doutor Manuel Joaquim da Costa Minhoto

Professor Doutor António Miguel Verdelho Paula

Professor Doutor Ronaldo Luis dos Santos Izzo

Outubro, 2019

DEDICATÓRIA

“Para Sempre

*Por que Deus permite
que as mães vão-se embora?
Mãe não tem limite,
é tempo sem hora,
luz que não apaga
quando sopra o vento
e chuva desaba,
veludo escondido
na pele enrugada,
água pura, ar puro,
puro pensamento.
Morrer acontece
com o que é breve e passa
sem deixar vestígio.
Mãe, na sua graça,
é eternidade.
Por que Deus se lembra
- mistério profundo -
de tirá-la um dia?
Fosse eu Rei do Mundo,
baixava uma lei:
Mãe não morre nunca,
mãe ficará sempre
junto de seu filho
e ele, velho embora,
será pequenino
feito grão de milho.”*

- Carlos Drummond de Andrade

Em memória da minha mãe amada.

AGRADECIMENTOS

A realização desta tese de mestrado contou com importantes apoios e incentivos de diversas pessoas, que sem as quais não teria se tornado possível e que serei eternamente grata.

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por todas as oportunidades, pelas pessoas que coloca em minha vida e por sempre abençoar meu caminho.

À minha mãe, Judite Teixeira de Freitas, que foi e continua sendo a minha principal inspiração de vida, de pessoa e de mulher. Sem ela, nada disso seria possível.

À minha madrinha e minha tia, Roseni Maria de Camargo e Teresinha Teixeira de Freitas, que são meus pilares principais e que, mesmo antes da falta da minha mãe, assumiram o posto de mães juntamente com ela.

Agradeço à minha família, que sempre está presente, por sempre me acolher e dividir momentos felizes e tristes ao meu lado. Em especial aos meus primos: Ana Cristina, Lucas, Lucas Filho, Giovanna, Sueli, Antônio, Nicole, Sergio e Dirceu.

À família que eu escolhi, meus amigos, agradeço as conversas e o apoio que recebo diariamente, tanto aos que estão distantes, quanto aos amigos feitos aqui em Portugal, que se tornaram minha família portuguesa durante este período.

Aos meus professores orientadores, Manuel Joaquim da Costa Minhoto, António Miguel Verdelho Paula e Ronaldo Luis dos Santos Izzo, agradeço a orientação, disponibilidade e incentivo prestada durante este trabalho.

A Marina Cabette que disponibilizou seu tempo para auxiliar neste trabalho.

Aos técnicos do laboratório, Hermínia, Octávio, João e Vítor, agradeço o apoio, pelos ensaios realizados e os ensinamentos.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e ao Instituto Politécnico de Bragança pela oportunidade da dupla diplomação, no qual tornou possível a realização deste trabalho.

RESUMO

As estradas de baixo volume de tráfego (EBVT) apresentam grande importância para mobilidade e acessibilidade a regiões do território com pouca densidade demográfica, com segurança, conforto e de forma econômica. No entanto, grande parte desses trechos são estradas não pavimentadas, que requerem uma abordagem tecnicamente aprofundada, para garantir padrões de qualidade aceitáveis. Assim, este trabalho visa caracterizar uma EBVT de uma forma simples e de baixo custo. Para tal, a estrada é avaliada a partir de suas características funcionais e estruturais. Para a avaliação funcional é aplicado o método proposto por Cabette (2018) para estradas não pavimentadas. Já para estudo estrutural do pavimento é utilizado do ensaio com o Light Falling Weight Deflectometer (LFWD), por ser um equipamento com resultados instantâneos, portátil e mais leve que os demais de carga dinâmica e estática, podendo ser facilmente utilizado em zonas de difícil acesso.

Nesta comunicação apresentam-se alguns resultados do estudo realizado. Sobre a avaliação funcional, a estrada se enquadra no conceito péssimo, de acordo com a norma DNIT 006/2003. Porém o método adotado traz algumas ressalvas, primeiramente a análise do defeito é subjetiva, ou seja, depende do avaliador. A respeito do ensaio estrutural, através da resposta do pavimento é possível separar a estrada em seis seções homogêneas. Com os ensaios de caracterização geotécnica, como ensaio de granulometria, proctor e CBR, conclui-se que o solo é bem graduado e tem alta resistência. Com isso se propõem que seja realizado a melhor compactação de alguns pontos, juntamente com a colocação de uma camada de desgaste de cascalho para melhorar as características dessa EBVT.

Palavras-chave: EBVT; LFWD; estradas; não-pavimentadas.

ABSTRACT

Low volume roads (LVR) are of great importance for mobility and accessibility to regions of the territory with low population density, safety, comfort, and cost-effectiveness. However, most of these stretches are unpaved roads, which require a technically thorough approach to ensure acceptable quality standards. Thus, this work aims to characterize an LVR in a simple and low-cost way. For this, the road is evaluated from its functional and structural characteristics. For the functional evaluation, the method proposed by Cabette (2018) for unpaved roads is applied. For structural study of the pavement is used the test with the Light Falling Weight Deflectometer (LFWD), because it is an equipment with instant results, portable and lighter than the others of dynamic and static load and can be easily used in hard to reach areas.

This paper presents some results of the study. Regarding the functional evaluation, the road fits the bad concept, according to DNIT 006/2003. However, the method adopted brings some caveats, firstly the defect analysis is subjective, that is, it depends on the evaluator. Regarding the structural test, through the pavement response, it is possible to separate the road into six homogeneous sections. With the geotechnical characterization tests, such as granulometry, proctor and CBR tests, it can be concluded that the soil is well-graded and has high resistance. Thus, it is proposed that the best compression of some points be performed, along with the placement of a gravel wear layer to improve the characteristics of this LVR.

Keywords: LVR; LFWD; Roads; Unpaved.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. ENQUADRAMENTO DO TEMA.....	2
1.2. OBJETIVOS.....	2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	3
2.2. ESTRADA DE BAIXO VOLUME DE TRÁFEGO	3
2.3. AVALIAÇÃO FUNCIONAL	6
2.4. AVALIAÇÃO ESTRUTURAL	9
2.5. DIMENSIONAMENTO.....	13
2.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	16
3. METODOLOGIA.....	17
3.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	17
3.2. LOCAL DE ESTUDO.....	17
3.3. AVALIAÇÃO FUNCIONAL	20
3.4. ENSAIO LFWD	25
3.5. SEÇÕES HOMOGÊNEAS	26
3.6. ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA.....	29
3.7. DIMENSIONAMENTO.....	32
3.8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	33
4.2. AVALIAÇÃO FUNCIONAL	33
4.3. ENSAIO DO LFWD	36
4.4. SEÇÕES HOMOGÊNEAS	38

4.5. ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA.....	41
4.6. DIMENSIONAMENTO.....	48
4.7. CORRELAÇÕES ENTRE OS RESULTADOS DOS ENSAIOS.....	49
4.8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
5. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS.....	51
5.1. CONCLUSÃO	51
5.2. TRABALHOS FUTUROS	52
REFERÊNCIAS.....	53
APÊNDICE A – Coordenadas dos Pontos	55
APÊNDICE B – Avaliação Funcional.....	56
APÊNDICE C – Relatório do ensaio LFWD	88
APÊNDICE D – Seções Homogêneas	119
APÊNDICE E – Valor Característico	120
APÊNDICE F – Ensaio de Granulometria	122
APÊNDICE G – Ensaio Proctor.....	128
APÊNDICE H – Ensaio CBR.....	134

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Performance da estrada.....	4
Figura 2 - Diagrama das influências no ambiente da estrada	5
Figura 3 - Equipamento LFWD	12
Figura 4 - Extensão do Parque Natural de Montesinho.....	18
Figura 5 - Delimitação da área de estudo	19
Figura 6 - Perfil longitudinal da estrada.....	19
Figura 7 - Esquema da avaliação funcional (sem escala)	20
Figura 8 - Defeitos encontrados na estrada.	21
Figura 9 - Sequência do ensaio LFWD	26
Figura 10 - Recolha de amostra	29
Figura 11 - Repartidores de amostra.....	30
Figura 12 - Preparo da amostra para ensaio granulométrico	30
Figura 13 - Resultado da peneiração dos materiais finos e grossos	30
Figura 14 - Ensaio proctor	31
Figura 15 - Ensaio CBR	31
Figura 16 – Comparação do Índice de Gravidade Individual da Degradação da Estrada.....	35
Figura 17 – Comparação do Índice de Gravidade Individual do Sistema de Drenagem.....	35
Figura 18 - Comparação do IGI de degradação da estrada e de sistemas de drenagem	36
Figura 19 - Gráfico do Módulo de Elasticidade LFWD por ponto	38
Figura 20 - Gráfico do Valor Z.....	38
Figura 21 - Gráfico representativo das seções homogêneas	39
Figura 22 - Seções homogêneas pelo ensaio LFWD	40
Figura 23 - Seções homogêneas do ensaio PDL realizado por Cabette (2018) ..	40
Figura 24 - Seções homogêneas do ensaio carga em placa realizado por Cabette (2018).....	40
Figura 25 - Resultado do ensaio de granulometria.....	41
Figura 26 - Classificação ASTM D 2487 - 85 das seções homogêneas do ensaio LFWD	43

Figura 27 - Classificação AASHTO M 145 das seções homogêneas do ensaio LFWD	43
Figura 28 - Classificação ASTM D 2487 - 85 das seções homogêneas do ensaio PDL realizado por Cabette (2018).....	44
Figura 29 - Classificação AASHTO M 145 das seções homogêneas do ensaio PDL realizado por Cabette (2018).....	44
Figura 30 - Classificação ASTM D 2487 - 85 das seções homogêneas do ensaio carga em placa realizado por Cabette (2018)	45
Figura 31 - Classificação AASHTO M 145 das seções homogêneas do ensaio carga em placa realizado por Cabette (2018)	45
Figura 32 - Curvas do ensaio proctor	47
Figura 33 - Dimensionamento com os cascalhos G45, G30 e G15 (sem escala)	49
Figura 34 - Correlação ECP e LFWD	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação dos defeitos de degradação da EBVT.....	7
Tabela 2 - Classificação da eficiência do sistema de drenagem da EBVT.....	7
Tabela 3 - Conceito de degradação em função do IGG	9
Tabela 4 - Compactação do solo com o Módulo Evd	11
Tabela 5 - Classificação do tráfego em eixos padrão.....	14
Tabela 6 - Tipos de cascalho	14
Tabela 7 - Espessura da camada para cascalho forte em mm (G45)	15
Tabela 8 - Espessura da camada para cascalho médio em mm (G30).....	15
Tabela 9 - Espessura da camada para cascalho fraco em mm (G15)	15
Tabela 10 - Fatores de ponderação da degradação da estrada	22
Tabela 11 - Fatores de ponderação do sistema de drenagem	22
Tabela 12 - Avaliação da degradação da estrada por trecho	23
Tabela 13 - Avaliação do sistema de drenagem por trecho	24
Tabela 14 - Etapas do Cálculo do Valor Z.....	27
Tabela 15 - Resultados IGG degradação da estrada	34
Tabela 16 - Resultados IGG sistema de drenagem	34
Tabela 17 - Resultados do ensaio LFWD.....	37
Tabela 18 - Classificação do solo em cada ponto característico.....	42
Tabela 19 - Relação Evd e compactação do solo	46
Tabela 20 - Resultado do ensaio proctor	48
Tabela 21 - Resultado do CBR corrigido à 95%.....	48

LISTA DE ABREVIATURAS

AASHTO	<i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i>
CBR	<i>California Bearing Ratio</i> ou Índice de Suporte California
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
DPC	<i>Dynamic Cone Penetrometer</i>
EBVT	Estrada de Baixo Volume de Tráfego
ECP	Ensaio de Carga em Placa
ICNF	Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas
IGG	Índice de Gravidade Global
IGI	Índice de Gravidade Individual
LFWD	<i>Light Falling Weight Deflectometer</i>
PDL	Penetrômetro Dinâmico Ligeiro

1. INTRODUÇÃO

As estradas têm influência direta no desenvolvimento econômico e social de uma nação, não só porque elas permitem acesso da população rural a saúde, educação e alimentação, mas também, elas servem para o transporte de matérias primas aos grandes centros urbanos (Jorge, 2014).

Visto isso, essas estradas de baixo volume de tráfego (EBVT) têm o grande papel de disponibilizar mobilidade e acessibilidade a regiões com pouca densidade demográfica, com segurança, conforto aos usuários e de forma econômica. No entanto, grande parte desses trechos, que são compostas por acessos a pequenas povoações, zonas agrícolas e/ou ecológicas, são estradas não pavimentadas, que requerem uma abordagem tecnicamente mais aprofundada do que a que habitualmente lhes é atribuída.

Portanto, a estrutura dessa estrada deve ser corretamente caracterizada e dimensionada para cada situação. Para que isso ocorra deve-se contar com a realização de avaliações funcionais e estruturais adequadas.

Avaliação funcional é a análise da superfície da via, sendo ela pavimentada ou não pavimentada, no qual é possível se obter a condição dela. Já a avaliação estrutural consiste na análise da capacidade de suporte da estrada, ou seja, é a análise mecânica das camadas de solo.

Ao longo de muitos anos os ensaios realizados para definir as propriedades mecânicas de um pavimento eram ensaios estáticos, no entanto essa metodologia recria cargas muito elevadas que não condizem com a real situação da passagem do tráfego. Visto isso, surgiu a necessidade de criar ensaios de cargas dinâmicas, que são capazes de avaliar melhor o comportamento dos solos, perante a circulação de veículos (Lopes, 2010).

Os equipamentos utilizados nos testes de carga dinâmica possuem, em sua grande maioria, uma elevada capacidade de transmissão das cargas, no entanto, possuem um grande porte, no qual diversas vezes dificulta o acesso a determinadas áreas (Lopes, 2010).

Em consequência disso, foi desenvolvido o *Light Falling Weight Deflectometer* (LFWD), no final dos anos 90 na Alemanha, por ser um equipamento

mais leve que os demais ele propicia facilidade de transporte e um baixo custo para a realização do ensaio. Outras vantagens que este ensaio promove, devido sua composição e funcionamento, é a realização de seus testes com rapidez e facilidade, portanto esse equipamento permite com que o tráfego ou um possível trabalho em obra não sejam atrapalhados ou obstruídos em demasiado (Lopes, 2010) (Marques, 2015).

1.1. ENQUADRAMENTO DO TEMA

Este trabalho visa caracterizar uma estrada de baixo volume de tráfego não-pavimentada utilizando o ensaio do LFWD e ensaios complementares, para assim propor melhoramentos para a área a ser estudada.

Os ensaios deste trabalho serão realizados em um trecho da estrada situada dentro do Parque Natural do Montesinho, que por se tratar de uma zona de proteção natural deve-se atentar pela preservação de suas características naturais.

1.2. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivos:

- Mensurar a degradação de EBVT em um determinado período através da avaliação funcional;
- Utilizar o ensaio de LFWD na avaliação de uma estrada não pavimentada de baixo tráfego;
- Verificar a viabilidade da estrada para receber o tráfego da região;
- Comparar resultados com estudos prévios;
- Promover soluções de melhoria;

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Neste capítulo será abordado o conceito de estradas de baixo volume de tráfego (EBVT) e quais os fatores que influenciam no seu desempenho. Será também tratada como avaliar uma estrada não pavimentada de acordo com seu aspecto funcional e estrutural, como forma de fazer um dimensionamento adequado do pavimento.

2.2. ESTRADA DE BAIXO VOLUME DE TRÁFEGO

Há várias abordagens sobre a definição de uma estrada de baixo volume de tráfego (EBVT), mas segundo o Manual da *Ethiopian Roads Authority* (ERA, 2011) o conceito é bastante simples. Uma EBVT é uma via dimensionada para um baixo volume de tráfego. A delimitação do volume de circulação de veículos, que se torna um ponto divergente, pois à medida que esse número cresce, aumenta também a necessidade de fornecer segurança e conforto aos usuários, ou seja, os padrões e custos para projetar e manter a estrada também aumentam.

De acordo com o Manual ERA (2011), o nível de tráfego habitual para definir uma EBVT de 300 veículos motorizados, de quatro ou mais rodas, por dia. Isso seria correspondente a menos de 1,0 milhão de eixos padrões durante a vida útil projetada de 15 anos.

Contudo, muitos guias e publicações mostram que o desempenho do pavimento está relacionado mais com influências ambientais do que com o tráfego (ERA, 2011), conforme representado na Figura 1.

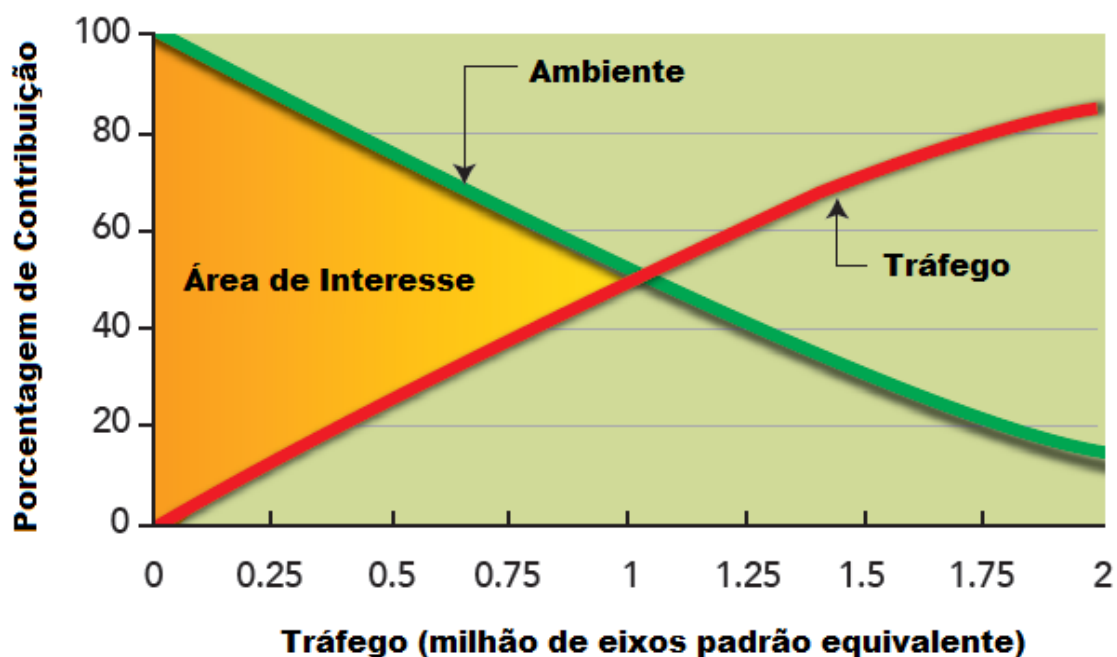


Figura 1 - Performance da estrada.

Fonte: Adaptado de ERA, 2011.

Os fatores ambientais, podem ser divididos em dois grandes grupos: o ambiente natural e o ambiente humano. Essa influência pode ser boa ou má, o mais importante é reconhecer a interferência que cada um causa no pavimento e minimizar os efeitos negativos (ERA, 2011).

A Figura 2 exemplifica um diagrama que apresenta quais são os fatores de uma estrada. Os itens em laranja fazem parte dos aspectos que podem ser controlados dentro desse ambiente, os itens em verde são fatores que não podem ser controlados.

Na Figura 2 o item “materiais de construção” está na lista de fatores que não podem ser controlados, porque segundo o manual ERA (2011) a utilização de materiais naturais, ou seja, os encontrados na área de estudo da estrada, é a base da filosofia de um projeto de uma EBVT.

Inúmeras pesquisas mostram que esses materiais ditos como “não padronizados” podem ser utilizados com um bom resultado e uma diminuição no custo do projeto. Todavia, eles devem ser avaliados para conhecer suas propriedades e prever seu comportamento no ambiente da estrada.



Figura 2 - Diagrama das influências no ambiente da estrada

Fonte: Adaptado Manual ERA, 2011.

De acordo com o Manual ERA (2011) o material apropriado para utilização na estruturação das estradas deve, perante tráfego, suportar chicotadas, resistir a geração de poeira e a deformação proveniente da compactação. Quando compactado deve apresentar resistência à abrasão e à erosão. Já referente ao clima, quando úmido, o material deve propiciar a drenagem superficial da estrada e, quando seco, resistir à abrasão e ao desgaste.

As características do subleito também são importantes para definir o comportamento do pavimento, principalmente em períodos de clima úmido. Por causa da baixa resistência do subleito a estrada pode conter buracos tornando uma via complicada e insegura para o tráfego de veículos (ERA, 2011).

A drenagem da pista e das valas são importantes para manter a estabilidade da EBVT, pois sem sua adequação pode levar a erosão e perda de material. Esse processo enfraquece as camadas de solo e, com o passar dos veículos, movimentar o material de forma que cause deformações e buracos, gerando interrupção do serviço da via (ERA, 2011).

O cascalho é muito utilizado para obras rodoviárias e em estradas não pavimentadas, parte do cascalho é empregado como uma camada de sacrifício, porque, por efeito do tráfego de veículos e do tempo, se perde da estrada. De acordo com o Manual ERA (2011) essa perda pode ser mensurada em 25 a 35mm de cascalho por ano, devido a isso o recascalho deve ser previsto periodicamente para as EBTV.

2.3. AVALIAÇÃO FUNCIONAL

As estruturas do pavimento se deterioram gradativamente conforme ocorre a passagem do tráfego, principalmente quando se trata de veículos pesados, por isso, a estrada deve ser constantemente avaliada para que esteja atendendo os requisitos de desempenho. Portanto, o pavimento deve manter a sua superfície com certas características mínimas, chamadas também de características funcionais, como geometria e drenagem adequada, poucos defeitos, como exemplo: afundamentos da trilha de roda, buracos e perda de agregado.

Para analisar as características funcionais das estradas não pavimentadas, Cabette (2018) adaptou a avaliação funcional estabelecida pela norma brasileira do DNIT 006/2003-PRO (2003), com propostas do manual proposto por Beckemeyer (1995) com algumas alterações. Essa metodologia é realizada perante duas óticas: os defeitos relativos à degradação da estrada e os defeitos apresentados do sistema de drenagem.

Visando a melhora na determinação dos defeitos existentes na estrada e a minimização da subjetividade na escolha, o método propõe a classificação dos defeitos por sua gravidade e para isso, usa medidas para cada categoria (Cabette, 2018). Os defeitos a serem avaliados e sua respectiva gravidade são apresentados na Tabela 1 e na Tabela 2.

Tabela 1 - Classificação dos defeitos de degradação da EBVT.

	O que observar?	Gravidade
Ondulações	≤ 25 mm de altura	Baixo
	25 a 75 mm	Médio
	> 75 mm	Elevado
Buracos (em sua maioria não são maiores do que 1m de diâmetro)	≤ 50 mm de profundidade	Baixo
	50 a 100 mm	Médio
	> 100 mm	Elevado
Afundamentos	≤ 25 mm de profundidade	Baixo
	25 a 75 mm	Médio
	> 75 mm	Elevado
Percurso de erosão	≤ 50 mm de profundidade	Baixo
	50 a 100 mm	Médio
	> 100 mm	Elevado
Perda de agregado/ cascalho solto	≤ 50 mm de altura (pouco)	Baixo
	50 a 100 mm (médio)	Médio
	> 100 mm (denso)	Elevado
Poeira	300 mm de altura	Baixo
	300 a 2000 mm	Médio
	> 2000 mm	Elevado

Fonte: Cabette, 2018.

Tabela 2 - Classificação da eficiência do sistema de drenagem da EBVT.

	O que observar?	Gravidade
Inclinação transversal incorreta	se existe ou não	-
Acostamentos elevados	≤ 25 mm	Baixo
	25 a 75 mm	Médio
	> 75 mm	Elevado
Bueiros	se existe ou não	-
Valas	se existe ou não	-
Crescimento da vegetação/acúmulo de sedimentos nas valas com...	≤ 150 mm	Baixo
	150 a 250 mm	Médio
	> 250 mm	Elevado

Fonte: Cabette, 2018.

Este método se assemelha ao método proposto pela norma DNIT 006/2003-PRO (2013), no qual tem o objetivo de classificar o estado da via através do grau de degradação da estrada. Para isso, os dois métodos utilizam o Índice de Gravidade Global (IGG).

O método do DNIT, consiste em duas etapas principais. O primeiro passo é ir a campo, verificar e anotar os defeitos identificados na via, por exemplo: fissuras e tricas, afundamentos, buracos e ondulações.

Após esse procedimento de campo, inicia-se a fase da determinação do Índice de Gravidade Global (IGG) através das seguintes fórmulas, retiradas da norma DNIT 006/2003-PRO (2013):

$$f_r = \frac{f_a \times 100}{n} \quad (1)$$

Onde: f_r é a frequência relativa,

f_a é a frequência absoluta,

n é o número de estações inventariadas.

$$IGI = f_p \times f_r \quad (2)$$

Onde: IGI é o Índice de Gravidade Individual,

f_p é o fator de ponderação dos defeitos,

f_r é a frequência relativa dos defeitos.

$$IGG = \sum IGI \quad (3)$$

Onde: IGI é o Índice de Gravidade Individual,

IGG é o Índice de Gravidade Global.

Para se obter o conceito da estrada deve comparar os valores obtidos de IGG no cálculo com a Tabela 3:

Tabela 3 - Conceito de degradação em função do IGG

Conceitos	Limites
Ótimo	$0 < \text{IGG} \leq 20$
Bom	$20 < \text{IGG} \leq 40$
Regular	$40 < \text{IGG} \leq 80$
Ruim	$80 < \text{IGG} \leq 160$
Péssimo	$\text{IGG} > 160$

Fonte: DNIT, 2013.

2.4. AVALIAÇÃO ESTRUTURAL

A avaliação estrutural é imprescindível para determinação do comportamento mecânico do solo. Existem diversas metodologias para fazer essa análise e podemos dividi-las em duas categorias de ensaios: in situ e laboratoriais. Os ensaios in situ são procedimentos executados no local em que o material está presente, ou seja, não é necessário fazer a coleta de amostras, como exemplo: carga em placa, penetrômetro dinâmico ligeiro, defletômetro de impacto.

Já os ensaios laboratoriais, para realizá-los, é necessário fazer a coleta do material e levá-la ao laboratório, por isso essas metodologias demandam mais tempo. Exemplos dessa metodologia são os ensaios de granulometria e de CBR.

É possível também, classificar os ensaios como destrutivo e não-destrutivo, sendo que, no primeiro, ocorre uma alteração do meio físico, químico, mecânico ou dimensional do material. Já o outro, não ocorre mudanças dessas propriedades do solo (Marques, 2015). Com isso é possível afirmar que a maioria dos ensaios de laboratório são ensaios destrutivos, já que muitos são realizados com a simples coleta de material, sem a preservação do meio físico e dimensional da amostra.

Quando o material sofre modificação em sua propriedade, é possível esta mudança acarrete imprecisões nos resultados mecânicos do solo. Visto isso, as análises realizadas in situ tem as vantagens de obter os resultados rapidamente e,

se não-destrutivos, mais precisos, pois são realizados nas mesmas condições que o material é encontrado (Marques, 2015).

O Light Falling Weight Deflectometer (LFWD), também conhecido por Portable Falling Weight Deflectometer (PFWD) ou Light Weight Deflectometer (LWD) e na literatura em português como Defletômetro de Impacto Portátil ou Ligeiro (DIP ou DIL), se enquadra na classificação de um ensaio realizado in situ e não destrutivo.

Outras vantagens encontradas no LFWD são que ele é um equipamento portátil e leve. E pelo motivo do aparelho ter um carregamento dinâmico, faz com que consiga simular melhor a carga que a estrada recebe devido a passagem de veículos.

Segundo Oliveira (2017) a execução do ensaio do LFWD é mais rápida e simples. Seus resultados são mais precisos quando utilizado em solos e são mais conservativos do que os demais ensaios, como carga em placa, ensaio CBR e CBR dinâmico.

A desvantagem está em possuir uma baixa capacidade de carga (Lopes, 2010). Segundo Lopes (2010), existem fatores externos, controláveis, mas que podem influenciar os resultados do equipamento. Exemplo: fatores ambientais, como temperatura e umidade. Esses fatores do ambiente influenciam diretamente a umidade do solo, que quando aumentada faz com que a capacidade de suporte do subleito diminua.

Outra desvantagem está em relação as camadas de solo, o equipamento trata o pavimento como um material homogêneo e de camada única, dificultando a análise global do pavimento.

Os estudos feitos por Oliveira (2017), Elhakim *et al* (2014) e outros, que verificaram essa interação, comprovam que o equipamento também pode ser utilizado para medir a compactação do solo estudado. A Tabela 4, retirada do Manual do usuário para o Light Weight Deflectometer (LWD) (Zorn, 2016), demonstra a relação do módulo de elasticidade dinâmico (E_{vd}) e a compactação do material.

O seu funcionamento consiste na geração de uma carga de impulso pela queda de uma massa em uma determinada altura, esse impulso é transmitido para a superfície por meio de uma placa circular, resultando no módulo de deformabilidade dinâmico do solo. A massa móvel e o diâmetro da placa podem

variar de acordo com o ensaio e a marca do equipamento. O ensaio é normatizado pela ASTM, E2835-11: Standard Test Method for Measuring Deflections using a Portable Impulse Plate Load Test Device (2011).

Tabela 4 - Compactação do solo com o Módulo E_{vd}

Grupo de solos (DIN 18 196)	Taxa de Compactação %	Módulo de elasticidade estático E_{v2}	Módulo de elasticidade dinâmico E_{vd}
GW, GI	≥ 103	≥ 120	≥ 60
	≥ 100	≥ 100	≥ 50
	≥ 98	≥ 80	≥ 40
	≥ 97	≥ 70	≥ 35
GE, SE, SW, SI	≥ 100	≥ 80	≥ 40
	≥ 98	≥ 70	≥ 35
	≥ 97	≥ 60	≥ 32
Solos mistos e granulosos finos	≥ 100	≥ 45	≥ 25
	≥ 97	≥ 30	≥ 15
	≥ 95	≥ 20	≥ 10

Fonte: Zorn, 2016.

O módulo de deformação dinâmico é calculado a partir da força, gerada pela queda da massa, e da resposta apresentada pela superfície, sendo esta última medida através de um geofone ou acelerômetro contido na placa. Relação essa descrita na equação (4) (Elhakim *et al*, 2014).

$$E_{vd} = \frac{1,5 \times \sigma \times R}{s} \quad (4)$$

Onde:

E_{vd} – Módulo de elasticidade dinâmico;

σ – Tensão aplicada;

R – Raio da placa de carga;

s – Deflexão;

A Figura 3, a seguir, representa um dos modelos de LFWD encontrado no mercado, com os seus detalhes.

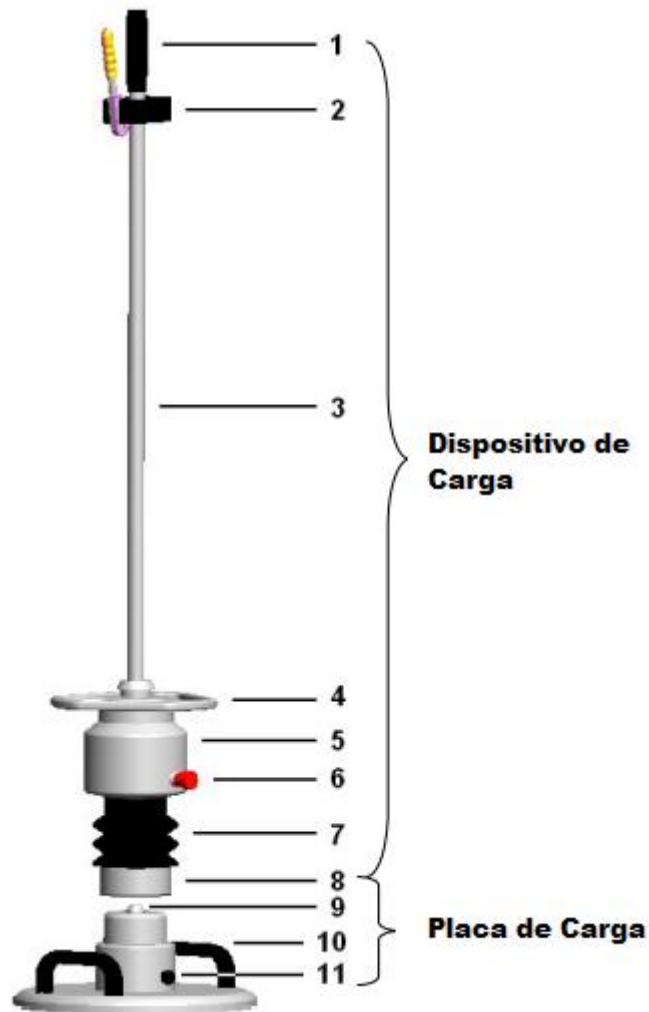


Figura 3 - Equipamento LFWD
 Fonte: Adaptado de Zorn.

A numeração da Figura 3 estão descritos a seguir:

- 1) Cabo para segurar;
- 2) Limite superior com alavanca de liberação;
- 3) Haste guia;
- 4) Alça da massa móvel;
- 5) Massa móvel;
- 6) Trava para transporte;
- 7) Conjunto de amortecedores;
- 8) Dispositivo anti-tip;
- 9) Centralização;
- 10) Alça de transporte;
- 11) Tomada do sensor na placa de carga.

2.5. DIMENSIONAMENTO

As EBVT fornecem importantes ligações às zonas menos povoadas e, em sua maioria, são estradas não pavimentadas, ou seja, uma superfície de cascalho ou terra. Visto que os solos são materiais muito varáveis, eles se tornam um desafio a engenharia tradicional e a engenharia rodoviária tradicional (ERA, 2011).

Na Etiópia, as estradas de baixo volume se enquadram nessas especificações descritas acima e ainda o país tem uma agravante, eles possuem um orçamento limitado para a manutenção e melhoria dessas estradas. Tendo em vista esse desafio de promover a melhoria das EBVT e partindo do suposto de que a aplicação das filosofias convencionais de planejamento, projeto, construção e manutenção usadas para estradas com um tráfego mais intenso, possam não proporcionar uma solução ideal para uma EBVT, a *Ethiopian Roads Authority* montou um manual com estudos e práticas empregadas no seu país.

O Manual ERA traz uma metodologia para o dimensionamento de estradas de baixo volume de tráfego tanto pavimentadas como não pavimentadas que podem ser aplicadas em diversos cenários e com poucos ensaios. Para as EBVT não pavimentadas o método traz 5 etapas principais, que são:

- Determinação do volume e carregamento do tráfego:

A determinação do volume e carregamento de tráfego com a finalidade de fazer um projeto deve ser feita através de pesquisas de tráfego feita na estrada, ou em caso da abertura de uma nova via, deve ser feito em estradas que possuam as mesmas características de trânsito. Entretanto, se nenhum desses casos seja possível deve ser realizada uma pesquisa de informações históricas da região de projeto (ERA, 2011).

Os danos são causados nas vias são devidos a aplicação de carga por eixo do veículo e, também, pela frequência que é aplicada. Visto isso, após a realização das pesquisas de trânsito, deve-se calcular a carga que o pavimento será submetido ao longo do período de projeto. Em seguida, dividi-la pela carga do eixo padrão, que é 8160 kg, assim teremos o número de eixos padrões que aquela

estrada estará sujeita. Esse valor será necessário para determinar a classificação de tráfego naquela estrada, conforme é apresentado na Tabela 5 (ERA, 2011).

Tabela 5 - Classificação do tráfego em eixos padrão

Intervalo de tráfego (eixos padrão x 10 ⁶)	Classes de Tráfego				
	LV1	LV2	LV3	LV4	LV5
	< 0,01	0,01 – 0,1	0,1 – 0,3	0,3 – 0,5	0,5 – 1,0

Fonte: ERA, 2011.

- **Determinação da resistência do subleito:**
Realiza-se ensaios para a determinação da resistência, como exemplo ensaio CBR ou DPC (*Dynamic Cone Penetrometer*).
- **Escolha da qualidade do cascalho a ser utilizado:**
O cascalho a ser utilizado pode ser fraco (G15), médio (G30) ou forte (G45).

Tabela 6 - Tipos de cascalho

Código	Material	Descrição
G15	Cascalho / Solo	CBR min. 15%
G30	Cascalho Natural	CBR min. 30%
G45	Cascalho Natural	CBR min. 45%

Fonte: ERA, 2011.

- **Determinação da espessura da base de cascalho:**
Para a escolha da espessura tem que, primeiramente, escolher a tabela relativa ao tipo de cascalho escolhido (Tabela 7, Tabela 8 ou Tabela 9). Em seguida, entrar com a classificação do tráfego e a resistência do pavimento, que é classificado pela resistência do ensaio CBR.

Tabela 7 - Espessura da camada para cascalho forte em mm (G45)

Resistência do Subleito CBR (%)	Classes de Tráfego				
	LV1	LV2	LV3	LV4	LV5
S2 (3-4)	175	225	250	300	350
S3 (5-7)	150	200	225	250	300
S4 (8-14)	100	150	200	200	250
S5 (15-29)	100	125	150	175	200

Fonte: ERA, 2011.

Tabela 8 - Espessura da camada para cascalho médio em mm (G30)

Resistência do Subleito CBR (%)	Classes de Tráfego				
	LV1	LV2	LV3	LV4	LV5
S2 (3-4)	175	250	290	325	370
S3 (5-7)	150	200	250	275	325
S4 (8-14)	125	175	200	220	275
S5 (15-29)	100	100	150	175	200

Fonte: ERA, 2011.

Tabela 9 - Espessura da camada para cascalho fraco em mm (G15)

Resistência do Subleito CBR (%)	Classes de Tráfego				
	LV1	LV2	LV3	LV4	LV5
S2 (3-4)	225	325	375	NA	NA
S3 (5-7)	200	250	325	350	NA
S4 (8-14)	150	225	275	300	NA
S5 (15-29)	150 ¹	150 ¹	200 ¹	200 ¹	NA

¹ Essa é a profundidade adicional do material compactado do subleito.

Fonte: ERA, 2011.

Observa-se que em subleito fracos, como S2 e S3, o uso de cascalhos fortes (G45) deve ser evitado. Em vez disso, utilizar de uma camada de subleito aprimorada, onde o cascalho disponível é bem graduado, ou seja, substituir uma classe específica de cascalho por uma ou mais classes diferentes de cascalho de espessura apropriada. Para esse fim, pode-se utilizar a seguinte conversão:

$$G45 = 1,5 \times G15 \quad (5)$$

$$G30 = 1,5 \times G15 \quad (6)$$

2.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação funcional e estrutural visa reconhecimento da estrada para que seja possível identificar suas características físicas e mecânicas e como adendo ter conhecimento de como o material se comporta quando é submetido ao tráfego de veículos.

O LFWD é um equipamento versátil que serve para a avaliação do módulo de elasticidade dinâmico do solo, bem como a sua compactação. Essas são avaliações importantes para o solo, porém devem ser complementadas com outros ensaios de caracterização, uma vez que o método de dimensionamento escolhido faz o uso do ensaio CBR.

Os métodos escolhidos para ambas avaliações serão mais bem explicados no capítulo seguinte.

3. METODOLOGIA

3.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A metodologia usada no desenvolvimento do presente trabalho consistiu na escolha do local de estudo, na definição dos ensaios utilizados para avaliação funcional e estrutural. É feita o uso do método das somas acumuladas para obter seções semelhantes com o objetivo de caracterizar e propor uma melhoria para cada trecho.

3.2. LOCAL DE ESTUDO

A estrada escolhida para estudo está situada dentro do Parque Natural de Montesinho, que é um dos maiores parques naturais, dentre os 13 parques existentes em Portugal. Ele está situado ao extremo nordeste de Portugal (Figura 4) e é composto por 74 229 hectares (ha) de área com proteção ambiental (ICNF, 2019).

Este local recebe a designação de “Parque Natural” através do decreto de lei do ano de 79 que o classificou como tal. De acordo com o Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas (2019), compreende-se por “Parque Natural” uma extensão que tenha predominantemente ecossistemas naturais ou seminaturais, que por sua vez devem ser preservados das intervenções do homem.

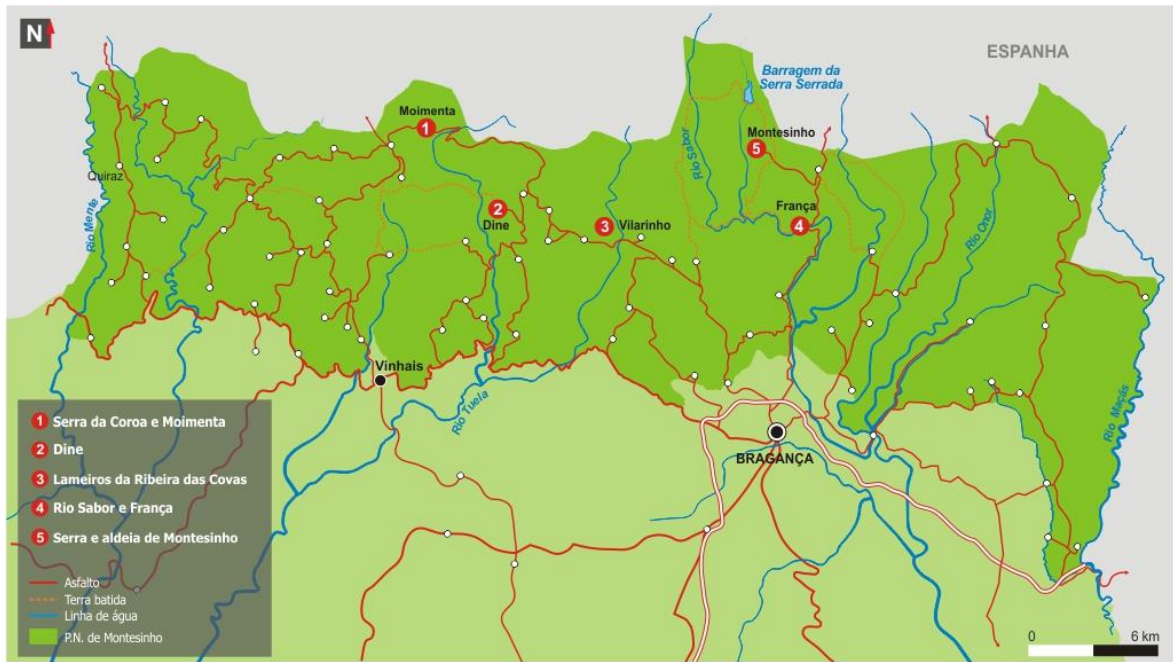


Figura 4 - Extensão do Parque Natural de Montesinho
 Fonte: ICNF, 2019.

O trecho a ser avaliado apresenta uma extensão de 3 km e constitui a principal via de acesso para as duas barragens, Serra Serrada e Veiguiñas, instaladas neste parque. A Figura 5 (criada a partir dos mapas do Google Earth) mostra, com um traçado em vermelho, a localização e desenvolvimento do segmento da estrada a ser avaliada, bem como a localização das duas albufeiras. A linha em amarelo indica a fronteira administrativa entre Portugal e Espanha. Visto isso, escolheu-se este trecho para avaliar devido ao fluxo de veículos pesados, que existe por conta das barragens, e também porque este trecho possui alguns estudos prévios a respeito do solo e do pavimento em terra.

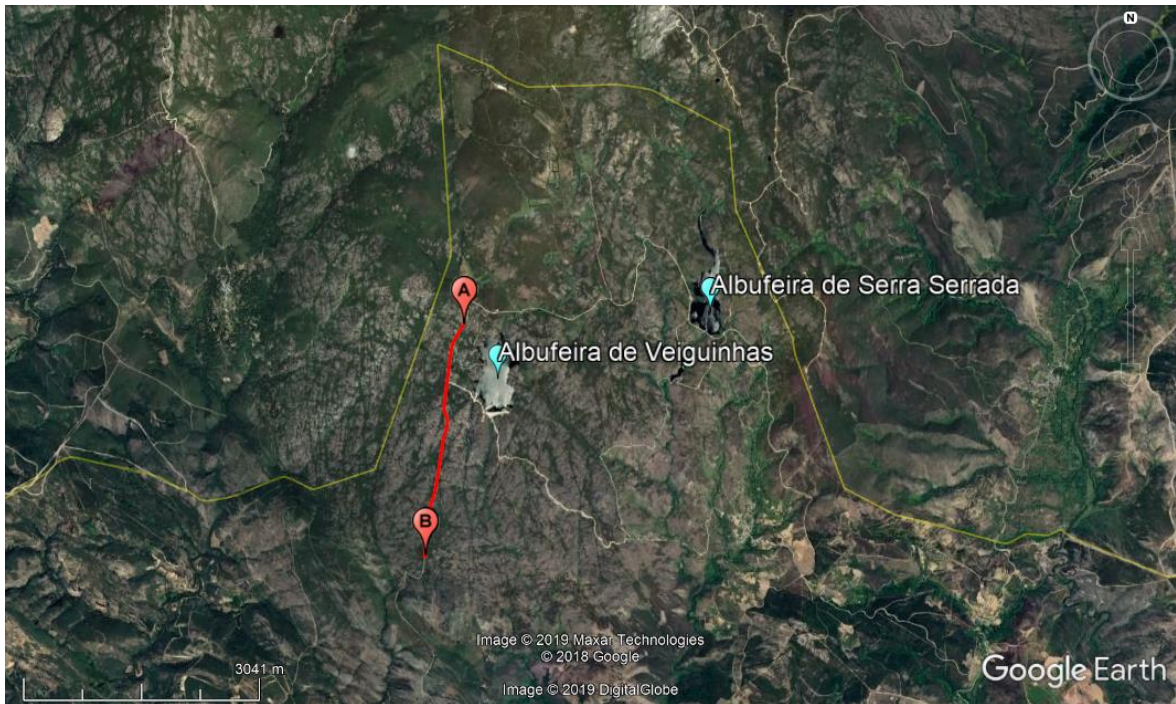


Figura 5 - Delimitação da área de estudo

A Figura 6 (criada a partir dos mapas do Google Earth) apresenta o perfil longitudinal da extensão da estrada estudada.

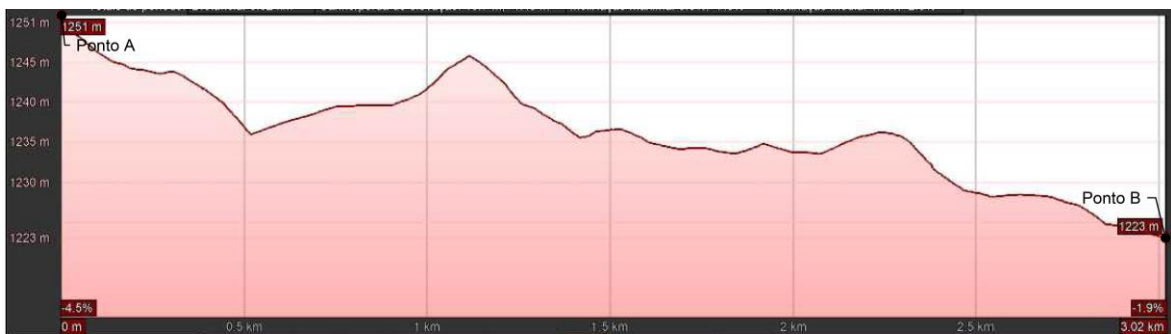


Figura 6 - Perfil longitudinal da estrada

A seção para estudo tem início no ponto A (Figura 5) nas coordenadas geográficas (WGS84): 41° 57' 44.56" N, 6° 48' 28.32" O; ou nas coordenadas PT-TM06/ETRS89: 109862.488, 255612.467, 1247,51, altura ortométrica; e tem seu fim no ponto B (Figura 5) nas coordenadas geográficas (WGS84): 41° 56' 9.56" N, 6° 48' 50.36" O; ou nas coordenadas PT-TM06/ETRS89: 109400.553, 252673.367, 1219.801, altura ortométrica.

3.3. AVALIAÇÃO FUNCIONAL

A avaliação funcional da estrada em estudo consiste na divisão do trecho estudado em intervalos de 100 em 100 metros. No qual seria utilizado somente os 6 primeiros metros como objeto de análise (Cabette, 2018), conforme Figura 7.

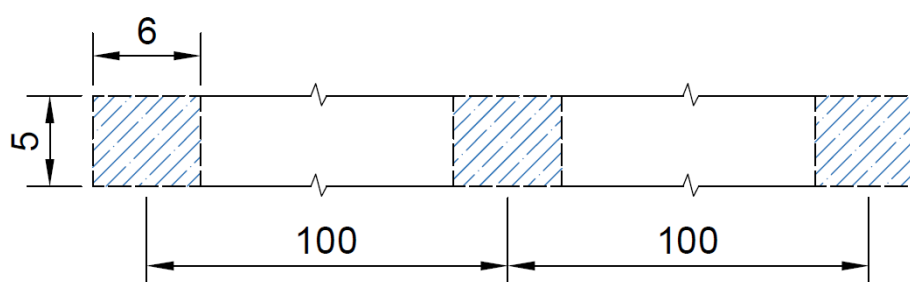


Figura 7 - Esquema da avaliação funcional (sem escala)

Para obter o valor do IGG da estrada em estudo é necessário observar a estrada, fazendo o levantamento dos defeitos citados na seção 2.3 e registrando a existência ou a frequência com que esse defeito ocorre, ou seja, contabilizar a frequência absoluta (f_a) do dano. Exemplos dos defeitos encontrados na Figura 8.

Após esse procedimento de campo, inicia-se a fase da determinação do Índice de Gravidade Global (IGG) através das equações (1),(2) e (3).

Os fatores de ponderação apresentados pela norma do DNIT (2013) diferem dos apresentados por Cabette (2018). A mesma destaca que a norma diz a respeito de estradas pavimentadas e estabelece assim novos fatores de ponderação a serem utilizados, conforme apresentado na Tabela 10 e Tabela 11.



(a) Buracos



(b) Afundamentos



(c) Percurso de erosão



(d) Bueiros inexistentes



(e) Acostamento elevado



(f) Valas inexistentes

Figura 8 - Defeitos encontrados na estrada.

Tabela 10 - Fatores de ponderação da degradação da estrada

Degradação		Fator de Ponderação
Ondulações	Baixo	0,70
	Médio	0,85
	Elevado	1,00
Buracos	Baixo	0,70
	Médio	0,85
	Elevado	1,00
Afundamentos	Baixo	0,70
	Médio	0,85
	Elevado	1,00
Percurso De Erosão	Baixo	0,70
	Médio	0,85
	Elevado	1,00
Cascalho Solto/ Perda De Agregados	Baixo	0,50
	Médio	0,75
	Elevado	0,80
Poeira	Baixo	0,25
	Médio	0,30
	Elevado	0,35

Fonte: Cabette, 2018.

Tabela 11 - Fatores de ponderação do sistema de drenagem

Inadequado sistema de drenagem		Fator de Ponderação
Inclinação Transversal		1,00
Acostamentos/ Berma Elevados	Baixo	0,50
	Médio	0,75
	Elevado	1,00
Bueiros/ Galerias/ Aquedutos		1,00
Valas Inexistentes		1,00
Crescimento da Vegetação/ Sedimentos na Vala	Baixo	0,20
	Médio	0,60
	Elevado	0,80

Fonte: Cabette, 2018.

Após avaliação em campo é preenchido um formulário conforme Tabela 12 e Tabela 13, para cada trecho de 6m, conforme a observação dos defeitos.

Tabela 12 - Avaliação da degradação da estrada por trecho

Item	Degradação	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI
1	Ondulações	Baixo		0,70	
		Médio		0,85	
		Elevado		1,00	
2	Buracos	Baixo		0,70	
		Médio		0,85	
		Elevado		1,00	
3	Afundamentos	Baixo		0,70	
		Médio		0,85	
		Elevado		1,00	
4	Percurso De Erosão	Baixo		0,70	
		Médio		0,85	
		Elevado		1,00	
5	Cascalho Solto/ Perda De Agregados	Baixo		0,50	
		Médio		0,75	
		Elevado		0,80	
6	Poeira	Baixo		0,25	
		Médio		0,30	
		Elevado		0,35	
Nº total de estações				Σ IGG	

Fonte: Cabette, 2018.

Na Tabela 12, o item 2 “Buracos” será avaliado pela quantidade encontrada do defeito dentro dos 6 metros de avaliação. Cada buraco, será analisado de acordo com sua profundidade, que irá classificá-lo como baixo, médio ou elevado. Com isso teremos o número de buracos baixo, médio e/ ou elevado. O restante dos defeitos dessa tabela serão avaliados apenas caso haja ou não, sem quantidade, Em caso positivo, será mensurado por sua gravidade; entre baixo, médio e elevado; conforme Tabela 1.

Tabela 13 - Avaliação do sistema de drenagem por trecho

Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI
1	Inclinação Transversal			1,00	
2	Acostamentos/ Berma Elevados	Baixo		0,50	
		Médio		0,75	
		Elevado		1,00	
3	Bueiros/ Galerias/ Aquedutos			1,00	
4	Valas Inexistentes			1,00	
5	Crescimento da Vegetação/ Sedimentos na Vala	Baixo		0,20	
		Médio		0,60	
		Elevado		0,80	
Nº total de estações				Σ IGG	

Fonte: Cabette, 2018.

Na Tabela 13, o item 3 “Bueiros, Galerias e Aquedutos” é avaliado caso naquele trecho tenha uma passagem de água ou lago nas proximidades da estrada, visto que nestes casos há a necessidade de uma drenagem, para que não afete as condições da via.

Já o item 4 “Valas Inexistentes” será apontado caso um dos lados da pista não tenha vala, em exceção trechos em que a pista é inclinada propositalmente para somente um dos lados. O restante dos defeitos serão avaliados caso haja ou não, em caso positivo, será mensurado por sua gravidade; entre baixo, médio e elevado; conforme Tabela 2.

Para completar a avaliação funcional da estrada serão utilizadas as equações (1) e (2), para o cálculo da frequência relativa e do Índice de Gravidade Individual (IGI) da tabela, respectivamente.

Após o cálculo do IGI de cada trecho utiliza a equação (3), que consiste na somatória do IGI de cada trecho. Com isso, tem-se o Índice de Gravidade Global (IGG) e a partir desse valor é possível obter o conceito que retrate o grau da degradação da estrada.

3.4. ENSAIO LFWD

Para avaliação estrutural da estrada foi realizado ensaios com o ZFG 3.0 Light Weight Deflectometer (LWD) da Zorn Instruments. O equipamento tem uma massa móvel de 15 kg, que cai de uma altura de 67 cm, já descontando a altura da massa. Isso gera uma força máxima de 10,6 kN, que é distribuído no solo através de sua placa de carga de 300 mm de diâmetro. A partir disso, pode ser gerado uma pressão máxima de 0,15 MN/m² no solo (Zorn, 2016).

O equipamento nos fornece dados como a deformação do pavimento (s , em mm), o módulo de elasticidade dinâmico (E_{vd} , em MN/m²), a velocidade do impacto (v , em mm/s) e as coordenadas geográficas do local.

Para realizar o ensaio com o LFWD, foram seguidos os seguintes passos, de acordo com a norma ASTM E2835-11(2015):

- Limpar a superfície de grânulos maiores ou materiais protuberantes;
- Posicionar a placa de carga na superfície;
- Rotacionar 45 graus a placa para direita e para esquerda;
- Colocar o restante do equipamento sobre a placa;
- Plugar o cabo do sensor ao dispositivo de leitura;
- Posicionar a massa móvel no dispositivo de liberação;
- Conferir a verticalidade do dispositivo através da bolha d'água;
- Soltar a massa móvel em queda livre e segurá-la antes que caia pela segunda vez;
- Repetir os últimos 3 passos 6 vezes.

A leitura dos dados de deformação e velocidade deverá ser realizada somente nos últimos 3 impactos, pois os três primeiros servem para assentar a porção de solo abaixo do equipamento e com a média desses valores é calculado o módulo de elasticidade dinâmico.

Os ensaios deverão ser repetidos em outro local, segundo a norma da ASTM (2015), caso: a placa tenha uma inclinação de mais de 4%; as deflexões tenham

uma diferença em mais de +/- 10%; tenha uma queda defeituosa ou o equipamento tenha se deslocado.

A Figura 9, que ilustra o passo a passo utilizado.



Figura 9 - Sequência do ensaio LFWD

3.5. SEÇÕES HOMOGENEAS

Para a determinação das seções homogêneas, com base no conhecimento da variação do parâmetro E_{vd} (módulo de elasticidade dinâmico), utiliza-se o método das somas acumuladas apresentada por AASHTO (1993). Para tal é analisada a variação do parâmetro, como resultado do ensaio estrutural do pavimento, determinando-se, com base neste, a variação Z, descrito na seguinte equação (7):

$$Z_x = A_i - \frac{A_n}{L_p} \times \overline{\Delta x_i} \quad (7)$$

Onde:

Z_x – Valor Z (resposta do pavimento x metro, neste trabalho, MN/m² x m);

A_i – Área acumulada em cada ponto (resposta do pavimento x metro, neste trabalho, MN/m² x m);

A_n – Somatória da área total (MN/m² x m);

L_p – Distância Total;

$\overline{\Delta x_i}$ – Distância horizontal acumulada (m).

Com o intuito de exemplificar e simplificar a utilização dessa fórmula AASHTO (1993) apresenta uma tabela com a sequência de cálculo e suas para obtenção do valor Z (Tabela 14).

Tabela 14 - Etapas do Cálculo do Valor Z

Distância Horizontal (1)	Resposta do Pavimento (2)	Distância horizontal entre pontos (3)	Distância horizontal acumulada (4)
1	r_1	Δx_1	$\overline{\Delta x_1} = \Delta x_1$
2	r_2	Δx_2	$\overline{\Delta x_2} = (\Delta x_1 + \Delta x_2)$
3	r_3	Δx_3	$\overline{\Delta x_3} = (\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3)$
L_p	r_n	Δx_n	$\overline{\Delta x_n} = (\Delta x_1 + \dots + \Delta x_n)$

Fonte: Adaptado de ASSHTO, 1993.

Tabela 14 - Etapas do Cálculo do Valor Z (continuação)

Média da resposta do Pavimento (5)	Área (6)	Área acumulada (7)	Valor Z (8)
$\bar{r}_1 = r_1$	$a_1 = \bar{r}_1 \Delta x_1$	$A_1 = a_1$	$Z_{x1} = A_1 - \frac{A_n}{L_p} \times \overline{\Delta x_1}$
$\bar{r}_2 = \frac{(r_1 + r_2)}{2}$	$a_2 = \bar{r}_2 \Delta x_2$	$A_2 = a_1 + a_2$	$Z_{x2} = A_2 - \frac{A_n}{L_p} \times \overline{\Delta x_2}$
$\bar{r}_3 = \frac{(r_2 + r_3)}{2}$	$a_3 = \bar{r}_3 \Delta x_3$	$A_3 = a_1 + a_2 + a_3$	$Z_{x3} = A_3 - \frac{A_n}{L_p} \times \overline{\Delta x_3}$
$\bar{r}_n = \frac{(r_{n-1} + r_n)}{2}$	$a_n = \bar{r}_n \Delta x_n$	$A_n = a_1 + \dots + a_n$	$Z_{xn} = A_n - \frac{A_n}{L_p} \times \overline{\Delta x_n}$

Fonte: Adaptado de ASSHTO, 1993.

Após a obtenção dos valores do número Z (coluna 8 da Tabela 14) representa-se num gráfico a distância acumulada, no eixo das abscissas, versus o Valor Z, no eixo das ordenadas. Para determinar os limites das seções homogêneas é necessário, nesse gráfico, definir quando a função Valor Z muda de sinal algebricamente (do positivo para o negativo ou vice e versa), ou seja, quando há uma variação na inclinação da linha Z.

O passo seguinte é calcular o valor característico do parâmetro E_{vd} , obtido através do ensaio LFWD, de cada seção, para isso é utilizado a equação a seguir, no qual o sinal será definido de acordo com a variável pretendida.

$$x_k = \bar{x} \pm 1,04 \times s \quad (8)$$

Onde: x_k é o valor característico;

\bar{x} é a média do intervalo;

s é o desvio padrão do intervalo.

A equação (8) é considerando a distribuição normal ou distribuição de Gauss. O valor de 1,04 vem da probabilidade de 85% da variável escolhida dentro da seção homogênea não ultrapassar o valor característico.

Neste trabalho, a resposta do pavimento que será analisada é o módulo de elasticidade dinâmico (E_{vd}) e visando encontrar um valor que seja a favor da

segurança, será escolhido, por meio de cálculo, valores que sejam menores que a média encontrada, ou seja, o intervalo inferior da distribuição de Gauss.

Para tanto, será utilizada a equação (8), porém com a operação de subtração, para que assim seja possível encontrar um valor característico em que tenha a probabilidade 85% de não ser ultrapassado pelos os resultados do pavimento, para que assim não haja a ruptura deste devido a um subdimensionamento.

$$x_k = \bar{x} - 1,04 \times s \quad (9)$$

Por fim, o valor característico daquela seção será comparado com os valores obtidos através do ensaio, qual dos valores tiver maior proximidade ao valor característico, com base da na comparação do erro, será o valor utilizado para o dimensionamento da seção homogênea em questão.

3.6. ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA

Primeiramente é feita a coleta da amostra em campo, conforme Figura 10, nos pontos característicos de cada seção homogênea.



Figura 10 - Recolha de amostra

Em seguida, é retirado uma amostragem do material colido com ajuda do repartidor de amostra (Figura 11) para prosseguir com os ensaios.



Figura 11 - Repartidores de amostra

O material recolhido, referente a cada ponto característico, será utilizado para a realização de ensaios de caracterização geotécnica, que são:

- Ensaio de granulometria, segundo a norma LNEC E. 239 (LNEC, 1970) (Figura 12 e Figura 13);



Figura 12 - Preparo da amostra para ensaio granulométrico



Figura 13 - Resultado da peneiração dos materiais finos e grossos

- Ensaio de Proctor, segundo a norma ASTM D 698-07 (ASTM, 2007); (Figura 14).



Figura 14 - Ensaio proctor

- Ensaio CBR, segundo a norma ASTM D1883-07 (ASTM, 2007) (Figura 15).



Figura 15 - Ensaio CBR

3.7. DIMENSIONAMENTO

A estrada estudada não possui uma pesquisa de tráfego, será utilizado os dados históricos daquela região. Como se trata de uma zona de preservação natural, poucas pessoas fazem o uso dessa via diariamente e a maioria dos veículos que utilizam essa via são carros. Visto isso a classificação de tráfego a ser utilizada será a menor, que é LV1 segundo a Tabela 5.

Para facilitar o dimensionamento da estrada será escolhido o menor valor obtido através do ensaio CBR. Este, junto com a classificação de tráfego (LV1), serão inseridos na Tabela 7, Tabela 8 e Tabela 9. O resultado retirado do ábaco será a espessura necessária de cada tipo de cascalho (G15, G30 e G45).

3.8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É realizado ensaio de avaliação funcional, seguindo a metodologia do DNIT (2003), porém com algumas adaptações feitas por Cabette (2018), juntamente com o ensaio do LFWD, para um estudo inicial da estrada.

Porém o método adotado para a avaliação funcional traz algumas ressalvas, primeiramente a análise do defeito é subjetiva, ou seja, depende do avaliador identificar e classificar cada defeito. Por outro lado, a avaliação deixa de fora partes da estrada, uma vez que são analisados somente os seis primeiros metros. A simples modificação da distância das seções ou a distância a ser analisada pode alterar o resultado final.

Com os resultados do LFWD serão definidas seções homogêneas e, a partir delas, irá se obter os pontos característicos de cada trecho, no qual servirá para realizar os ensaios de caracterização.

Os demais ensaios serão utilizados para melhorar o estudo da estrada e propor o dimensionamento do pavimento.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Neste capítulo será apresentado os resultados obtidos nas avaliações funcional e estrutural, bem como análises obtidas através dos ensaios de caracterização. No final será proposto o dimensionamento para a melhoria da estrada não pavimentada.

4.2. AVALIAÇÃO FUNCIONAL

A avaliação funcional do pavimento foi realizada no local da estrada, os defeitos encontrados foram analisados e devidamente anotados conforme estão apresentados na Tabela 15 e Tabela 16. O resultado da análise ponto a ponto está apresentado no anexo.

Comparando o resultado obtido com a Tabela 3, de conceito do DNIT (2003), a estrada é conceituada como “pessíma”, visto que seu IGG é maior que 160 tanto em relação a degradação da estrada, quanto ao sistema de drenagem.

Comparando os estudos de Cabette (2018) para esta mesma estrada, é possível perceber que esta piorou. Porém ao fazer a análise ponto a ponto, Figura 16 e Figura 17, pode-se notar que mais da metade dos pontos melhoraram, mas dentre os 14 pontos que constata-se uma piora. Há 6 pontos que tiveram uma piora consideravelmente alta, o que fez com que o IGG dessa EBVT piorasse como um todo.

Vale ressaltar que a metodologia aplicada faz a análise somente dos seis primeiros metros dos subtrechos de 100 m. Isto faz com que a área analisada possa conter mais ou menos defeitos que no restante do trecho de 100 m, fazendo com que essa avaliação carregue uma imprecisão aos estudos.

Tabela 15 - Resultados IGG degradação da estrada

Item	Degradação	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	ONDULAÇÕES	Baixo	1	3,23	0,70	2,26
		Médio	1	3,23	0,85	2,74
		Elevado	1	3,23	1,00	3,23
2	BURACOS	Baixo	20	64,52	0,70	45,16
		Médio	14	45,16	0,85	38,39
		Elevado	16	51,61	1,00	51,61
3	AFUNDAMENTOS	Baixo	9	29,03	0,70	20,32
		Médio	12	38,71	0,85	32,90
		Elevado	9	29,03	1,00	29,03
4	PERCURSO DE EROÇÃO	Baixo	10	32,26	0,70	22,58
		Médio	4	12,90	0,85	10,97
		Elevado	4	12,90	1,00	12,90
5	CASCALHO SOLTO/ PERDA DE AGREGADOS	Baixo	5	16,13	0,50	8,06
		Médio	4	12,90	0,75	9,68
		Elevado	1	3,23	0,80	2,58
6	POEIRA	Baixo	0	0	0,25	0,00
		Médio	0	0	0,30	0,00
		Elevado	0	0	0,35	0,00
Nº total de estações		31	ΣIGG		292,42	

Tabela 16 - Resultados IGG sistema de drenagem

Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL	27	87,10	1,00	87,10	
2	ACOSTAMENTOS/ BERMA ELEVADOS	Baixo	11	35,48	0,50	17,74
		Médio	2	6,45	0,75	4,84
		Elevado	5	16,13	1,00	16,13
3	BUEIROS/ GALERIAS/ AQUEDUTOS	1	3,23	1,00	3,23	
4	VALAS INEXISTENTES	19	61,29	1,00	61,29	
5	Crescimento da Vegetação/ Sedimentos na vala	Baixo	24	77,42	0,20	15,48
		Médio	3	9,68	0,60	5,81
		Elevado	4	12,90	0,80	10,32
Nº total de estações		31	ΣIGG		221,94	

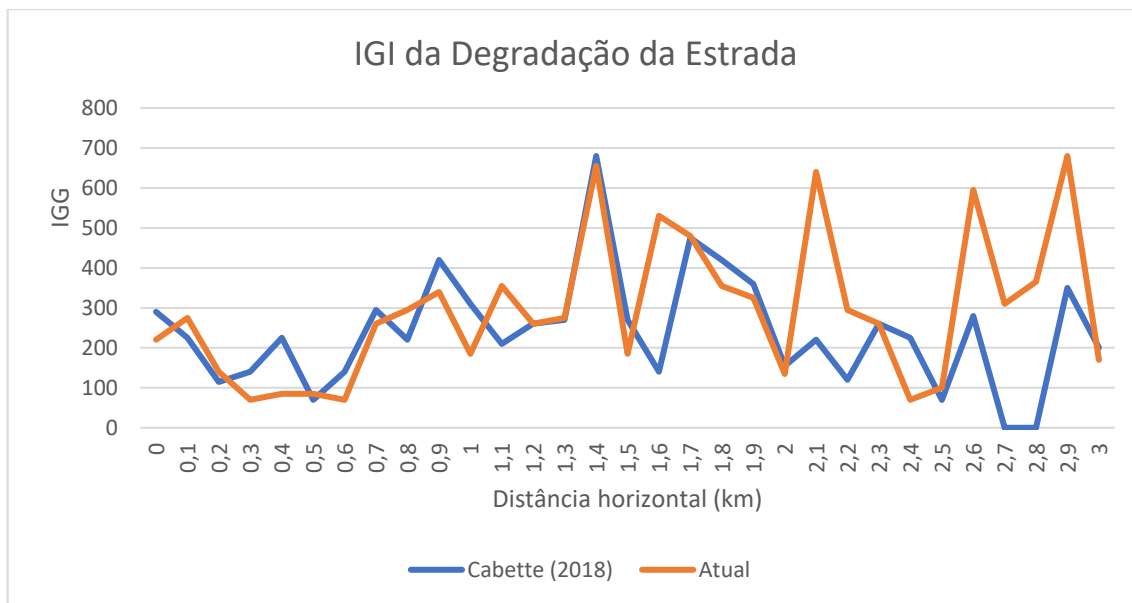


Figura 16 – Comparação do Índice de Gravidade Individual da Degradação da Estrada

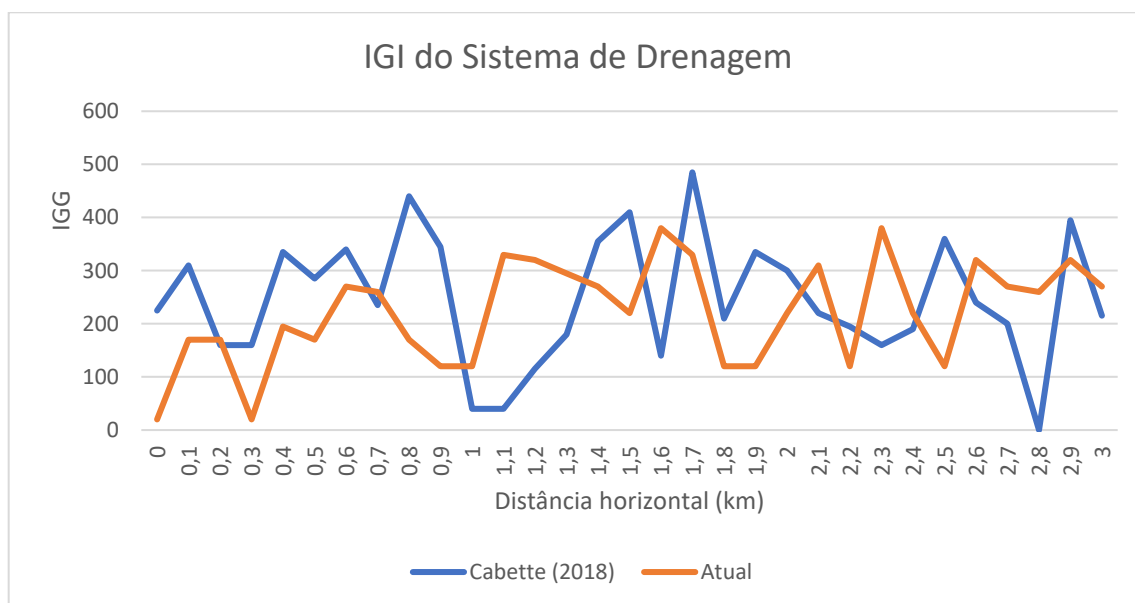


Figura 17 – Comparação do Índice de Gravidade Individual do Sistema de Drenagem

Entre a análise feita por Cabette (2018) e a análise atual passou aproximadamente 11 meses, ou seja, passaram-se todas as estações do ano e ainda houve uma intervenção feita pela camara municipal da cidade, a qual não se há muito conhecimento.

A Figura 18 faz a comparação dos IGI de degradação da estrada e do sistema de drenagem durante o mesmo período. É possível afirmar, através dessa figura, que na maioria dos pontos onde há problemas com o sistema de drenagem também há a degradação da estrada.

Porém os pontos onde apresentaram o maior aumento do IGG foram nos pontos no final do trecho de 3 km, que pode ter ocorrido devido a inclinação da pista e/ou a inclinação do perfil longitudinal (Figura 6).

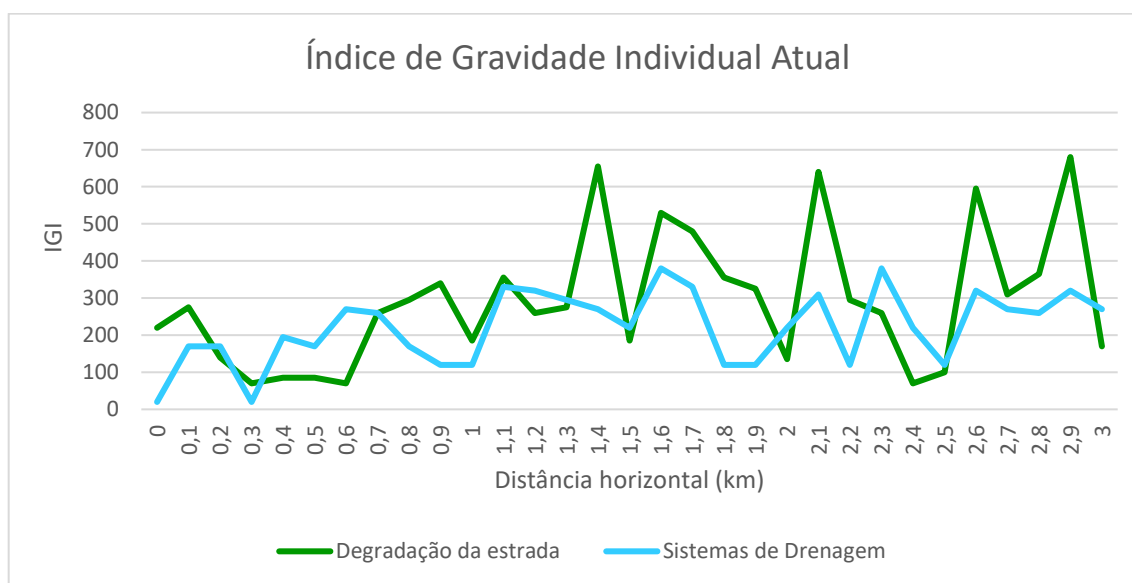


Figura 18 - Comparação do IGI de degradação da estrada e de sistemas de drenagem

4.3. ENSAIO DO LFWD

Os resultados obtidos através do ZFG 3.0 Light Weight Deflectometer (LWD) da Zorn Instruments são representados no gráfico da Figura 19, que é o resultado obtido de E_{vd} (MN/m²) em cada ponto ao longo da distância. Os demais resultados também obtidos estão apresentados na Tabela 17.

Tabela 17 - Resultados do ensaio LFWD

Teste nº	km	v méd (mm/s)	s méd (mm)	s/v (m.s)	Evd (MN/m²)
1	0,0	247,1	0,697	2,821	48,42
2	0,1	340,1	1,663	4,890	20,29
3	0,2	375,0	1,665	4,440	20,27
4	0,3	174,1	1,135	6,519	29,73
5	0,4	226,0	1,136	5,024	29,71
6	0,5	155,8	0,676	4,341	49,90
7	0,7	413,8	1,315	3,178	25,66
8	0,8	262,9	0,819	3,117	41,19
9	0,9	341,8	1,358	3,972	24,85
10	1,0	327,3	1,328	4,056	25,42
11	1,1	375,1	1,397	3,724	24,16
12	1,2	313,2	1,541	4,920	21,90
13	1,3	295,4	0,687	2,327	49,10
14	1,4	279,5	0,858	3,068	39,35
15	1,5	380,0	1,535	4,039	21,98
16	1,6	353,7	0,796	2,250	42,39
17	1,7	409,5	1,678	4,098	20,11
18	1,8	346,2	1,694	4,895	19,91
19	1,9	584,3	3,110	5,323	10,85
20	2,0	778,1	4,370	5,616	7,72
21	2,1	344,9	1,321	3,830	25,54
22	2,2	321,0	1,480	4,610	22,80
23	2,3	281,6	1,504	5,342	22,43
24	2,4	627,7	2,712	4,320	12,44
25	2,5	316,0	1,339	4,237	25,21
26	2,6	355,2	1,423	4,005	23,72
27	2,7	295,0	1,524	5,167	22,14
28	2,8	362,3	1,565	4,320	21,56
29	2,9	277,1	0,983	3,549	34,32
30	3,0	344,0	1,521	4,422	22,18
31	3,1	807,4	4,362	5,403	7,73

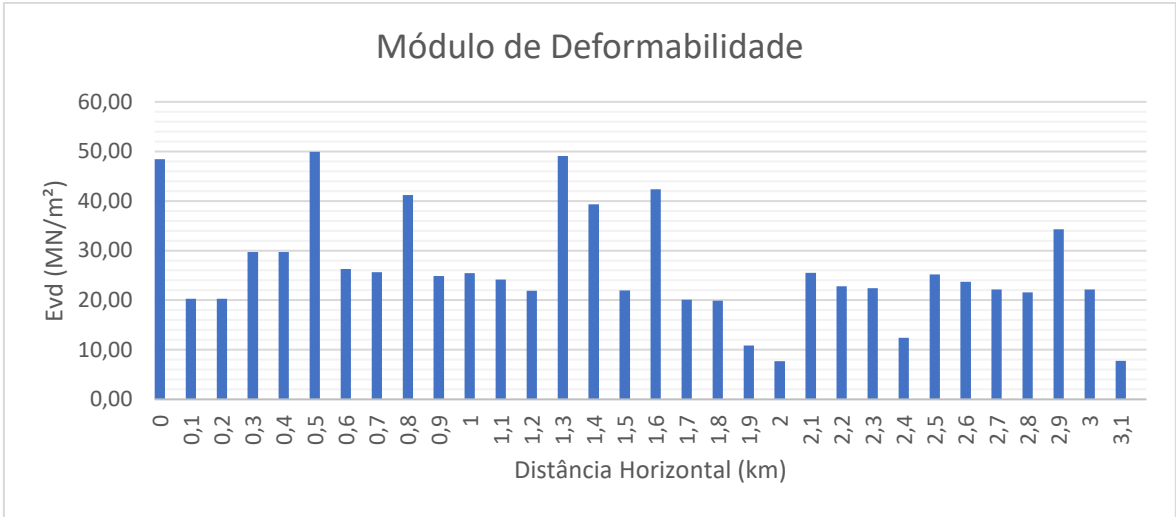


Figura 19 - Gráfico do Módulo de Elasticidade LFWD por ponto

4.4. SEÇÕES HOMOGÊNEAS

Para melhor estudo o trecho foi dividido em seções homogêneas, segundo o método das somas acumuladas proposto por ASSHTO. O valor Z é apresentado na Figura 20 de acordo com a distância horizontal acumulada no qual foram realizados os ensaios.

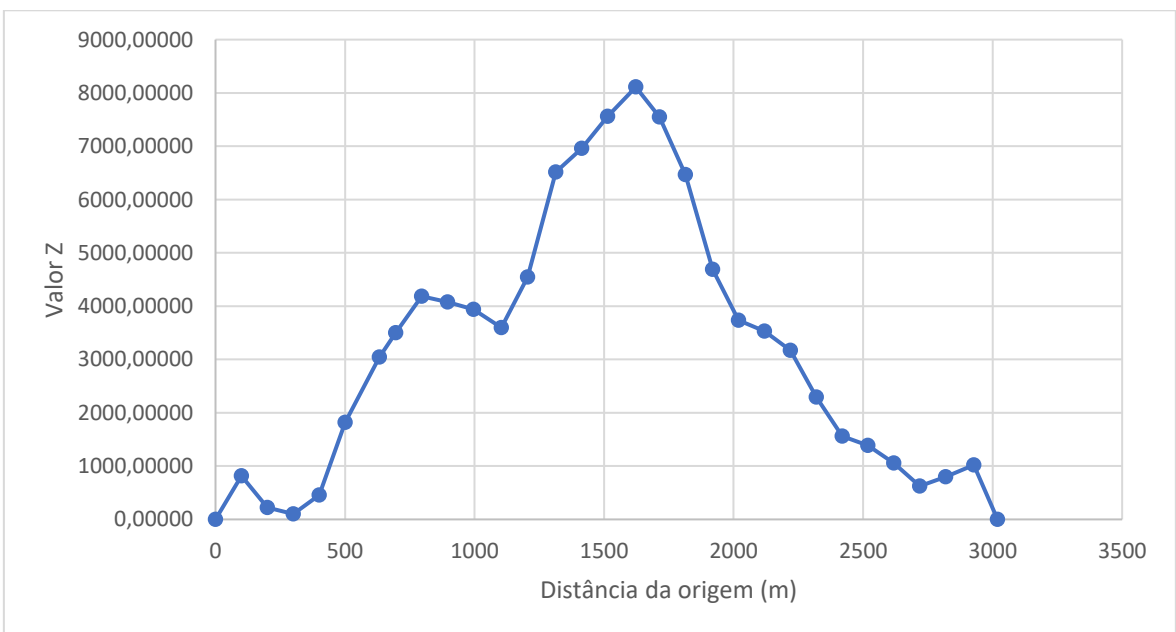


Figura 20 - Gráfico do Valor Z

Como podemos observar na Figura 20, a primeira e a última seção contêm apenas 2 pontos, portanto considerando que os pontos 1 e 31 foram ensaiados nos limites do trecho, esses pontos serão desconsiderados para a análise das seções homogêneas por fazerem parte de outros trechos, um precedente e outro subsequente a esse estudado.

Portanto teremos um novo gráfico, no qual pode-se identificar 6 seções homogêneas, que estão definidas pela linha vermelha sobreposta ao gráfico, como mostra na Figura 21 abaixo.

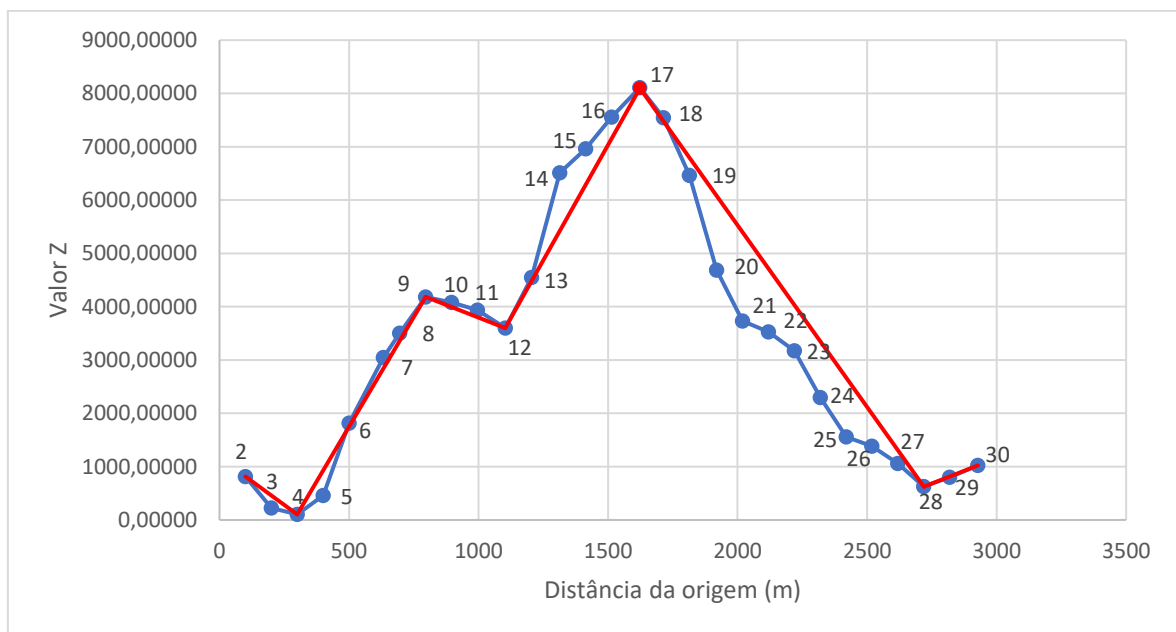


Figura 21 - Gráfico representativo das seções homogêneas

A seguir a Figura 22 representa a divisão das seções homogêneas no perfil longitudinal da estrada a partir do ensaio LFWD e a variável E_{vd} .

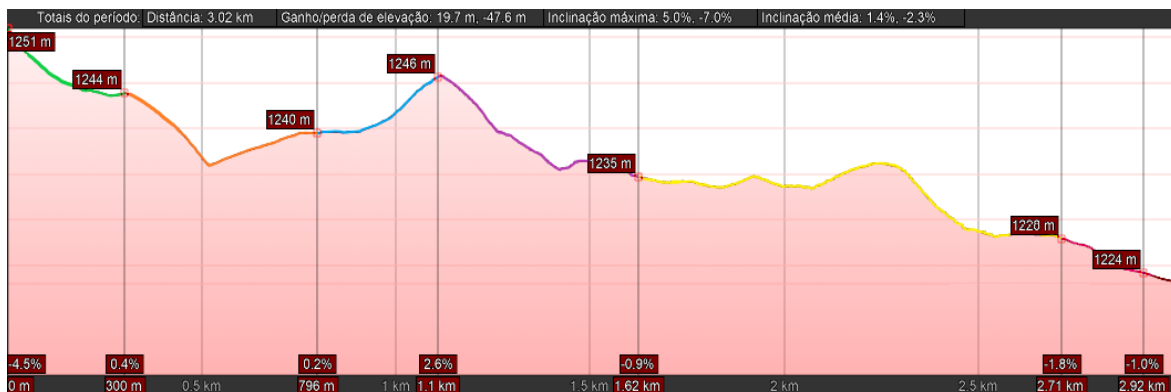


Figura 22 - Seções homogêneas pelo ensaio LFWD

A Figura 23 e a Figura 24 representam a divisão em seções homogêneas de acordo com o ensaio PDL e o ensaio em carga em placa, respectivamente, proposta por Cabette (2018).



Figura 23 - Seções homogêneas do ensaio PDL realizado por Cabette (2018)



Figura 24 - Seções homogêneas do ensaio carga em placa realizado por Cabette (2018)

Conforme mostrado nas figuras é possível notar que, embora que a Figura 22 tenha mais subtrechos, há semelhanças nas seções homogêneas das três figuras. Com isso pode concluir que a estrada se mantém e o ensaio realizado tornou-se possível segmentar melhor a estrada para o estudo.

A partir da divisão dos pontos nas seções propostas na Figura 21, calcula-se os pontos característicos de cada seção para o ensaio LFWD, são eles: 3, 9, 12, 17, 24 e 28.

4.5. ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA

Com a coleta de amostras nos pontos característicos 3, 9, 12, 17, 24 e 28 foram os ensaios de caracterização. O ensaio de granulometria (Figura 25) mostra que em todos os pontos onde foram coletada as amostras de solo, o solo preenche todas a faixa granulométrica.

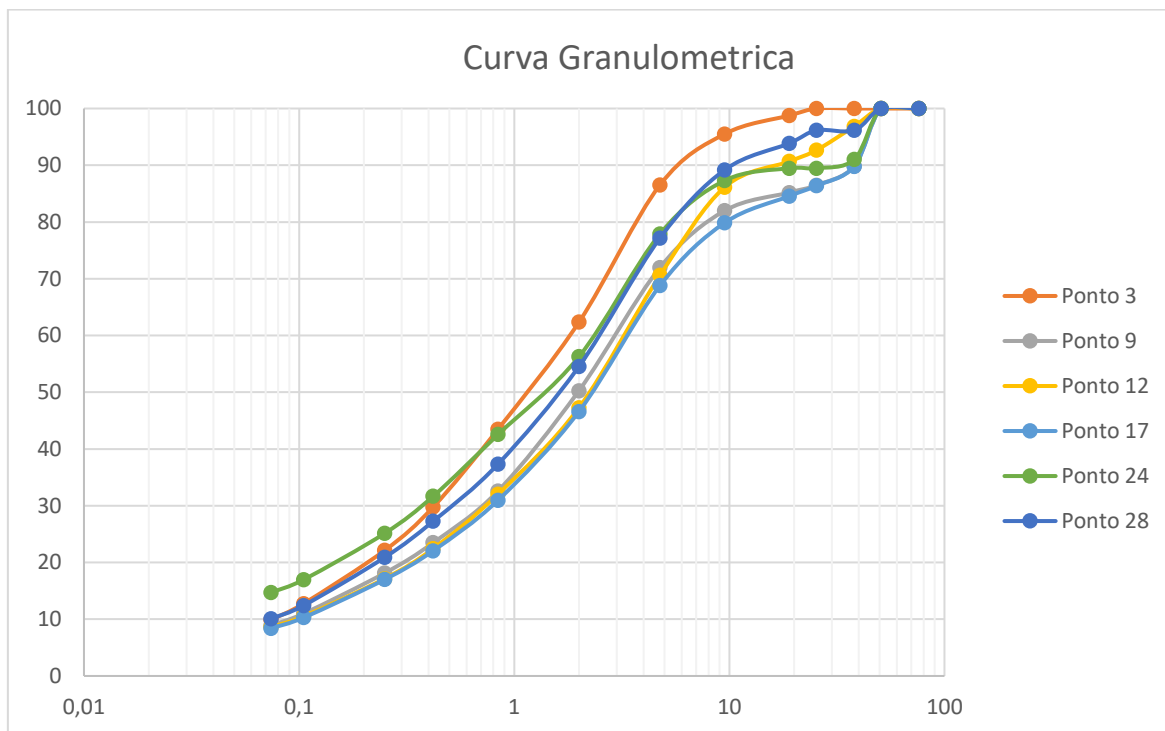


Figura 25 - Resultado do ensaio de granulometria

Isso significa que o solo em estudo é bem graduado, ou seja, solo tem uma distribuição proporcional do tamanho de seus grãos e com isso tem seus vazios mais bem preenchidos. Este solo, quando bem compactado, tendem a atingir pesos específicos mais altos, o que resulta em uma estrutura mais resistente.

Os solos foram classificados segundo o sistema unificado de classificação de solos, descrito pela norma ASTM D 2487-85 (ASTM, 1985), e pela Classificação de solos para construção de estrada M 145 (AASHTO, 2004).

Tabela 18 - Classificação do solo em cada ponto característico

Ponto	ASTM D2487 - 85	AASHTO (M 145)
3	Areia bem graduada com silte (SW-SM). Retidos acumulados nos peneiros número 4 e 200, respectivamente, 13% e 90%. $D_{10} = 0,075 \text{ mm}$, $D_{30} = 0,43 \text{ mm}$, $D_{60} = 1,90 \text{ mm}$, $CC = 1,3$ e $CU = 25,7$.	Areia grossa com ou sem um ligante, solo bem graduado (A-1-b), o solo tem passantes acumulados nos peneiros 10, 40 e 200, respectivamente, 62%, 30% e 10%.
9	Areia bem graduada com silte (SW-SM). Retidos acumulados nos peneiros número 4 e 200, respectivamente, 28% e 91%. $D_{10} = 0,09 \text{ mm}$, $D_{30} = 0,70 \text{ mm}$, $D_{60} = 3,00 \text{ mm}$, $CC = 1,8$ e $CU = 33,3$.	Areia grossa com ou sem um ligante, solo bem graduado (A-1-b), o solo tem passantes acumulados nos peneiros 10, 40 e 200, respectivamente, 50%, 23% e 9%.
12	Areia bem graduada com silte (SW-SM). Retidos acumulados nos peneiros número 4 e 200, respectivamente, 29% e 91%. $D_{10} = 0,10 \text{ mm}$, $D_{30} = 0,75 \text{ mm}$, $D_{60} = 3,30 \text{ mm}$, $CC = 1,7$ e $CU = 33,0$.	Predominantemente com fragmentos de pedra ou cascalho, com ou sem um ligante de material fino bem graduado (A-1-a), o solo tem passantes acumulados nos peneiros 10, 40 e 200, respectivamente, 47%, 23% e 9%.
17	Areia bem graduada com silte (SW-SM). Retidos acumulados nos peneiros número 4 e 200, respectivamente, 31% e 92%. $D_{10} = 0,09 \text{ mm}$, $D_{30} = 0,78 \text{ mm}$, $D_{60} = 3,40 \text{ mm}$, $CC = 2,0$ e $CU = 37,8$.	Predominantemente com fragmentos de pedra ou cascalho, com ou sem um ligante de material fino bem graduado (A-1-a), o solo tem passantes acumulados nos peneiros 10, 40 e 200, respectivamente, 47%, 22% e 8%.
24	Areia siltosa (SM). Retidos acumulados nos peneiros número 4 e 200, respectivamente, 22% e 85%.	Areia grossa com ou sem um ligante, solo bem graduado (A-1-b), o solo tem passantes acumulados nos peneiros 10, 40 e 200, respectivamente, 56%, 31% e 15%.
28	Areia bem graduada com silte (SW-SM). Retidos acumulados nos peneiros número 4 e 200, respectivamente, 23% e 90%. $D_{10} = 0,075 \text{ mm}$, $D_{30} = 0,50 \text{ mm}$, $D_{60} = 2,50 \text{ mm}$, $CC = 1,4$ e $CU = 33,8$.	Areia grossa com ou sem um ligante, solo bem graduado (A-1-b), o solo tem passantes acumulados nos peneiros 10, 40 e 200, respectivamente, 55%, 27% e 10%.

A Figura 26 e a Figura 27 mostram graficamente como é estabelecido a classificação do solo pela ASTM D 2487 – 85 e pela AASHTO M 145, respectivamente, diante da divisão das seções homogêneas.

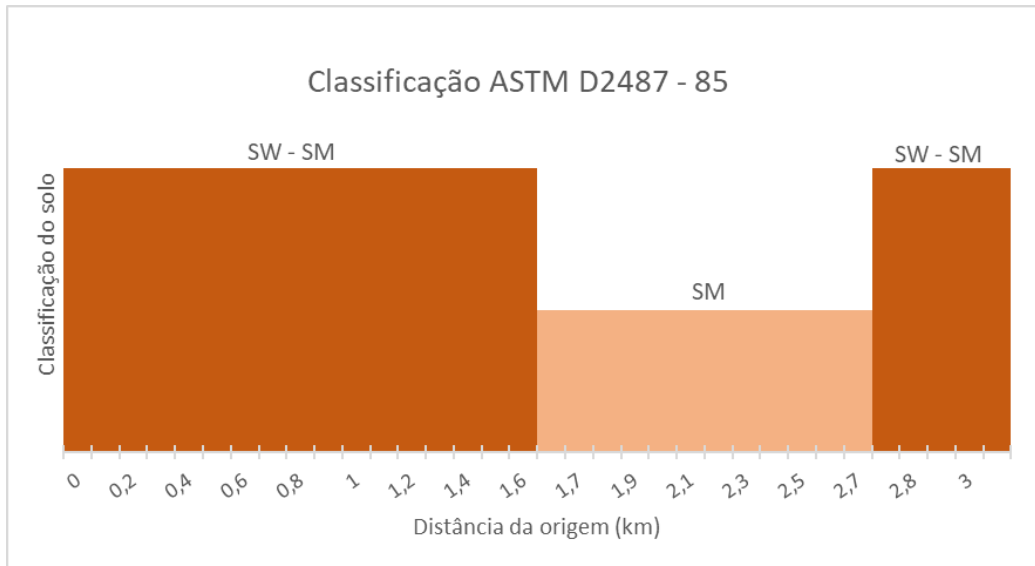


Figura 26 - Classificação ASTM D 2487 - 85 das seções homogêneas do ensaio LFWD

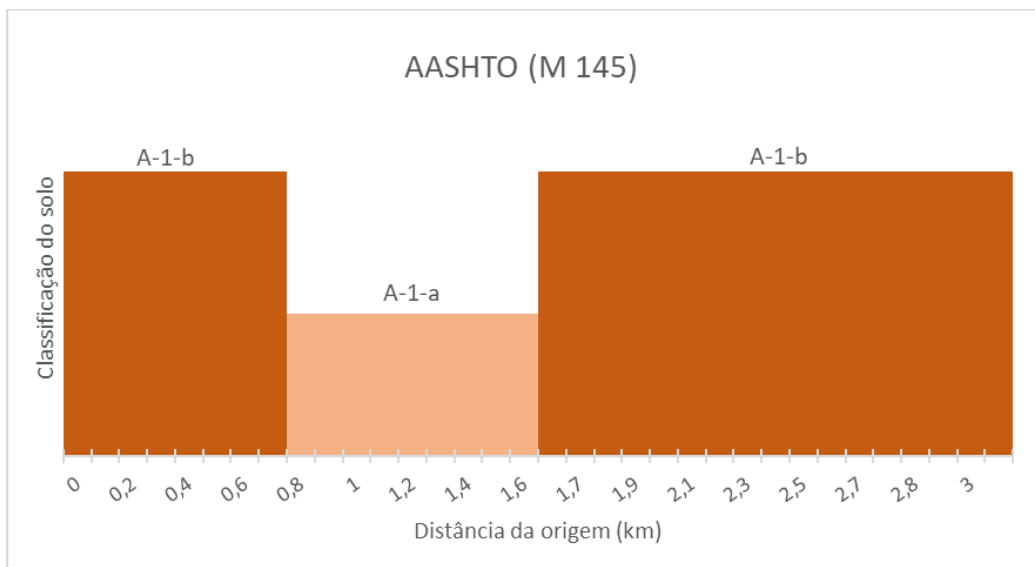


Figura 27 - Classificação AASHTO M 145 das seções homogêneas do ensaio LFWD

Para índice de comparação das tabelas geradas pelas seções homogêneas do ensaio LFWD, montou-se figuras relativas as seções homogêneas descritas por Cabette (2018) referentes ao ensaio PDL e o ensaio de carga em placa.

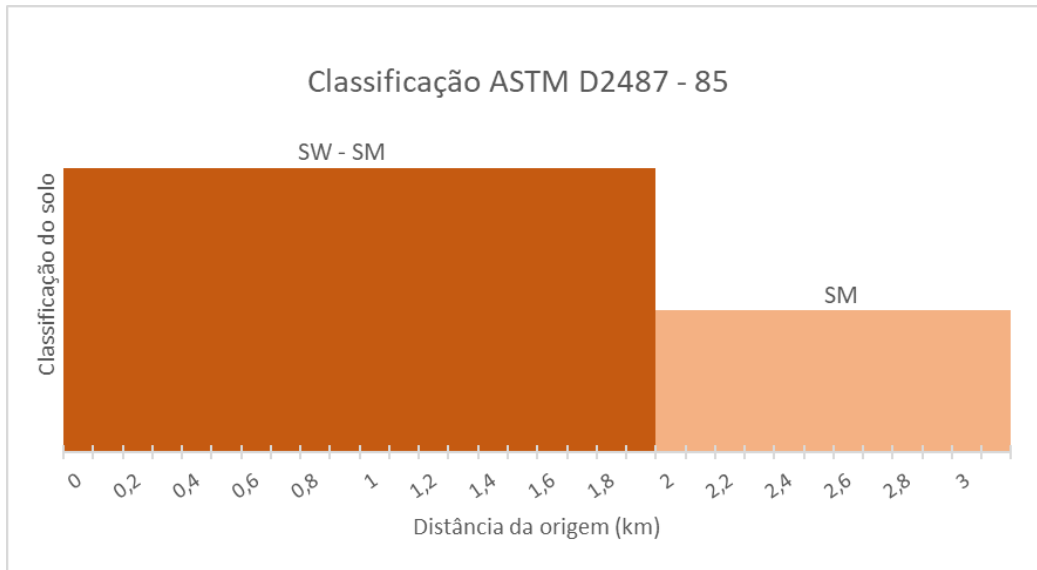


Figura 28 - Classificação ASTM D 2487 - 85 das seções homogêneas do ensaio PDL realizado por Cabette (2018)

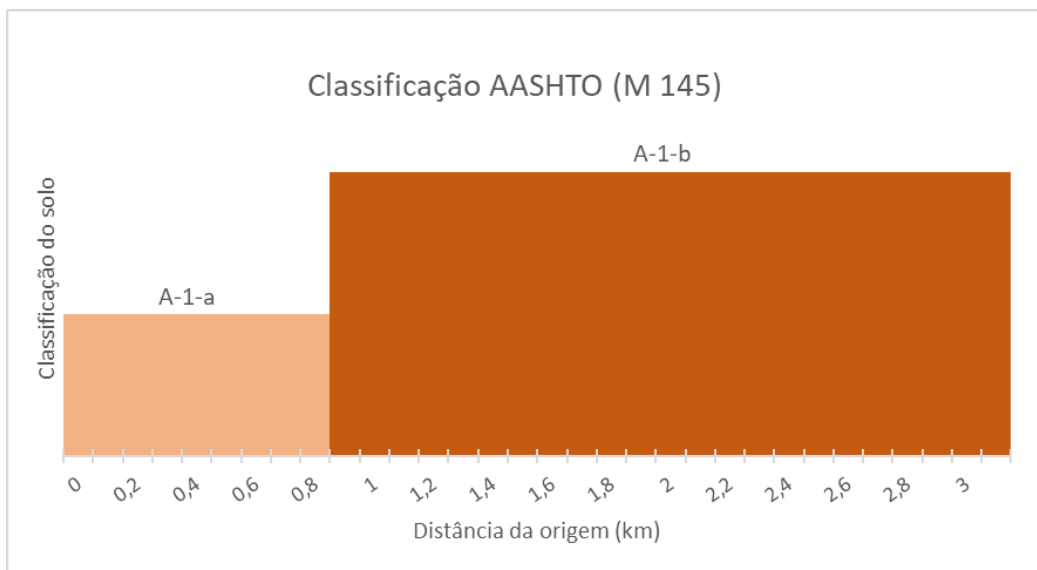


Figura 29 - Classificação AASHTO M 145 das seções homogêneas do ensaio PDL realizado por Cabette (2018)

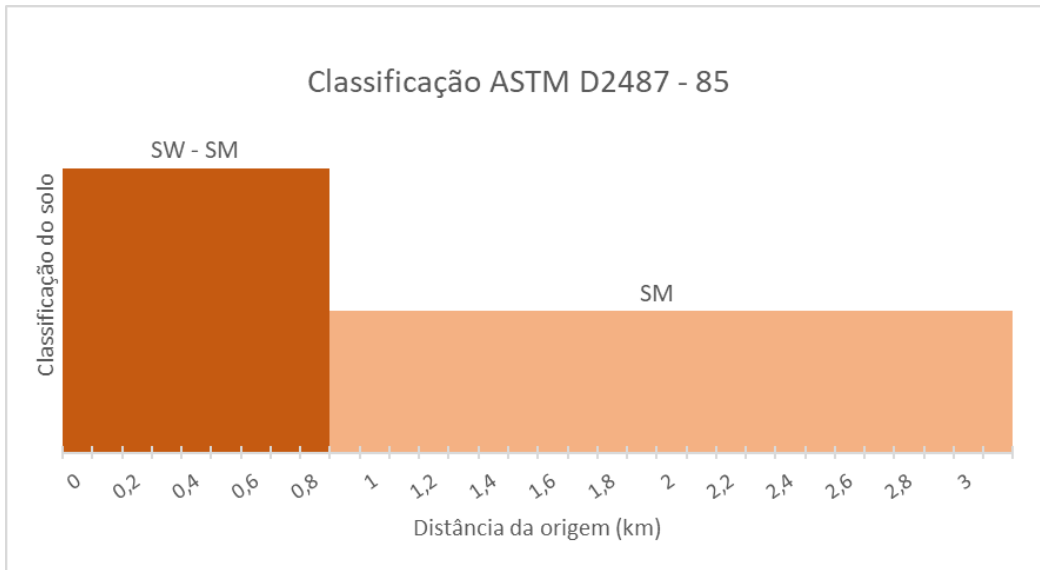


Figura 30 - Classificação ASTM D 2487 - 85 das seções homogêneas do ensaio carga em placa realizado por Cabette (2018)

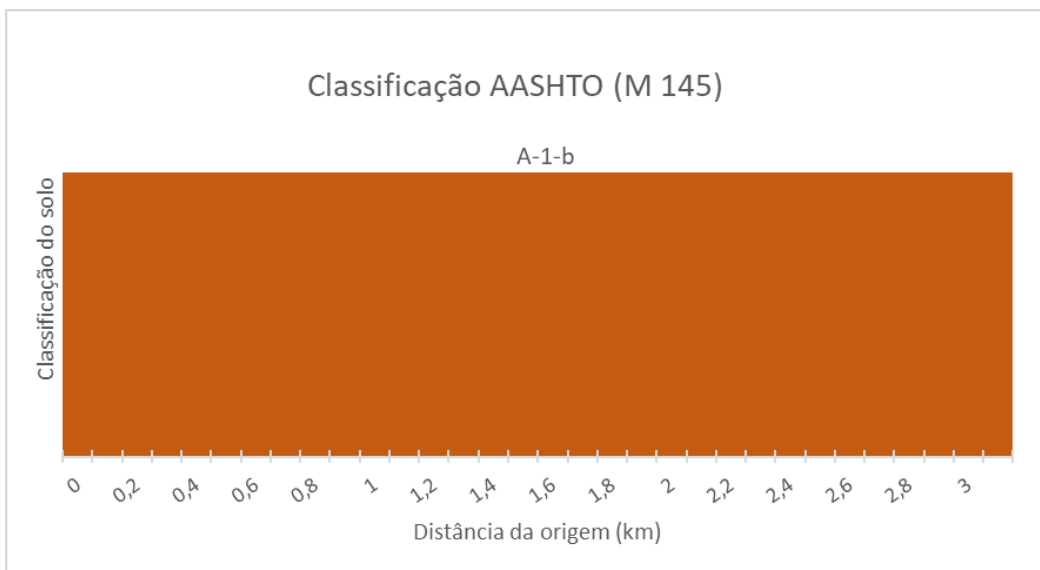


Figura 31 - Classificação AASHTO M 145 das seções homogêneas do ensaio carga em placa realizado por Cabette (2018)

Para gerar as Figuras 26 a 31 foram utilizados os dados dos pontos característicos de cada seção homogênea e por alguns pontos serem diferentes, apresentou-se trechos de classificação diferente.

Isso pode ser devido ao trecho ser mais segmentado ou devido à intervenção realizada anteriormente, que pode ter remexido e uniformizado o solo existente no local.

É possível também relacionarmos a classificação atual dos solos (Figura 26) com os resultados do ensaio LFWD (Figura 19) e a Tabela 4. Com isso tem-se a relação entre o tipo de solo, o resultado do LFWD e a compactação do solo, conforme, Tabela 19.

Tabela 19 - Relação E_{vd} e compactação do solo

Pontos	E _{vd} (MN/m ²)	Classificação do solo	Compactação (%)
1	48,42	SW - SM	≥ 100
2	20,29	SW - SM	≥ 97
3	20,27	SW - SM	≥ 97
4	29,73	SW - SM	≥ 100
5	29,71	SW - SM	≥ 100
6	49,90	SW - SM	≥ 100
7	25,66	SW - SM	≥ 100
8	41,19	SW - SM	≥ 100
9	24,85	SW - SM	≥ 97
10	25,42	SW - SM	≥ 100
11	24,16	SW - SM	≥ 97
12	21,90	SW - SM	≥ 97
13	49,10	SW - SM	≥ 100
14	39,35	SW - SM	≥ 100
15	21,98	SW - SM	≥ 97
16	42,39	SW - SM	≥ 100
17	20,11	SW - SM	≥ 97
18	19,91	SM	< 95
19	10,85	SM	< 95
20	7,72	SM	< 95
21	25,54	SM	< 95
22	22,80	SM	< 95
23	22,43	SM	< 95
24	12,44	SM	< 95
25	25,21	SM	< 95
26	23,72	SM	< 95
27	22,14	SM	< 95
28	21,56	SW - SM	≥ 97
29	34,32	SW - SM	≥ 100
30	22,18	SW - SM	≥ 97
31	7,73	SW - SM	<95

Na Tabela 19, os valores de módulo de elasticidade dinâmico não explicitados pela Tabela 4, assumiu-se resultados de compactação menores que 95%, que é o limite inferior proposta pelo manual.

Os pontos 18 a 27 e 31 tiveram um resultado de E_{vd} menores do que os estimados na Tabela 4, isso significa que a compactação nesses pontos é menor do que 95%. Esse resultado explica o alto significativo do IGG nesses pontos.

O ensaio proctor mede a compactação do solo de acordo com a sua umidade. A partir do ensaio é montado um gráfico peso específico por umidade, como é mostrado na Figura 32.

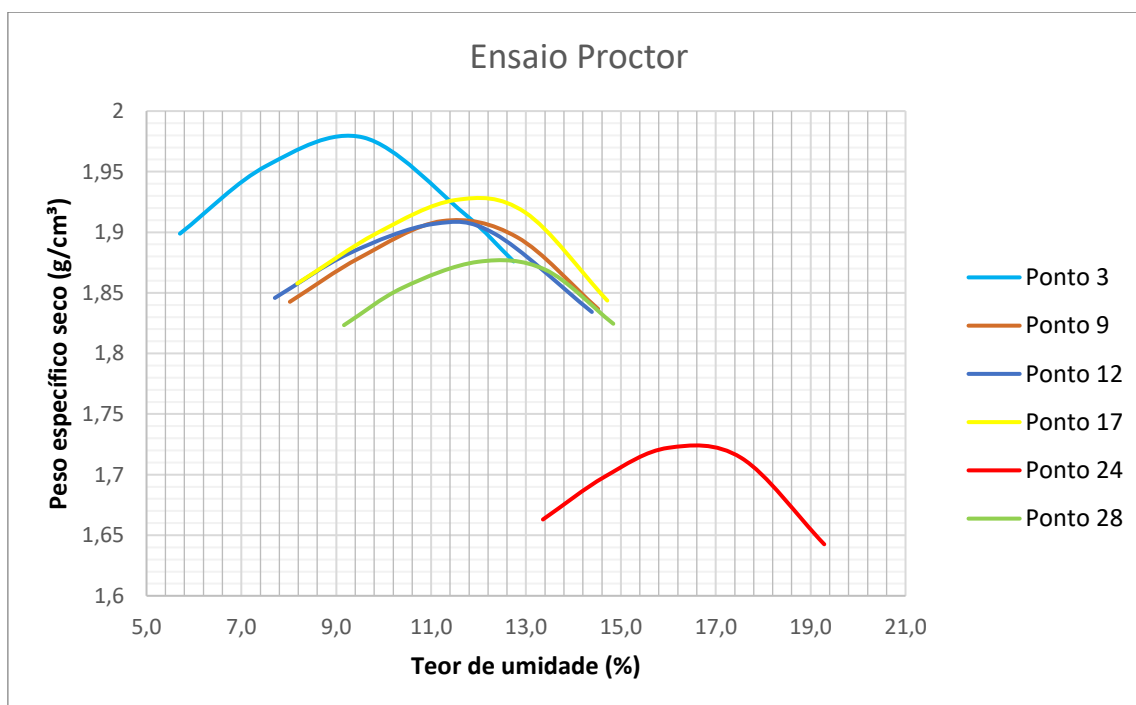


Figura 32 - Curvas do ensaio proctor

A partir das curvas do ensaio proctor encontra-se o valor máximo de peso específico e conseqüentemente o teor de umidade vinculados a ele. Os resultados de cada ponto estão expressos na Tabela 20.

Tabela 20 - Resultado do ensaio proctor

Ponto	Peso específico seco (g/cm³)	Teor de umidade ótimo (%)
3	1,980	9,7
9	1,910	11,5
12	1,910	11,5
17	1,930	12,0
24	1,730	16,5
28	1,880	12,5

O ensaio CBR tem como resultado a resistência do solo, que é expressa na Tabela 21.

Tabela 21 - Resultado do CBR corrigido à 95%

Ponto	CBR (%)
3	36,8
9	35,7
12	34,3
17	33,8
24	20,2
28	24,8

Através dos resultados do ensaio CBR é possível notar que o solo tem uma boa resistência ao longo da estrada. Para o dimensionamento da EBVT e considerando a segurança do projeto será utilizado o menor valor de CBR, que é do ponto 24.

4.6. DIMENSIONAMENTO

Para a metodologia proposta pelo manual ERA (2011) será utilizado o resultado CBR que será utilizado será o do ponto 24, que é 20,2%. Conforme as tabelas de espessuras de cascalho (Tabela 7, Tabela 8 e Tabela 9) o resultado CBR se enquadra na classificação da resistência de subleito como S5.

Visto isso, temos três possibilidades de cascalho (G15, G30 e G45) e conseqüentemente três dimensionamentos diferentes. Tanto para o

dimensionamento com o cascalho G45, quanto com o cascalho G30, requerem uma camada de 10 cm. Já o com o cascalho G15 a espessura seria de 15 cm, conforme Figura 33.

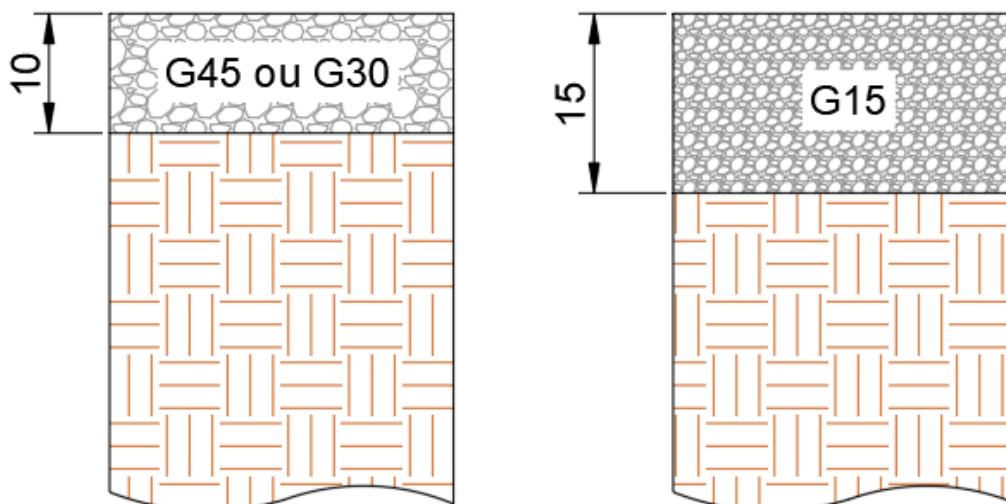


Figura 33 - Dimensionamento com os cascalhos G45, G30 e G15 (sem escala)

De acordo com a Tabela 6, os cascalhos G45, G30 e G15 são materiais com o CBR igual a 45%, 30% e 15%, respectivamente. Esses valores são próximos dos encontrados em campo, por isso somente uma re-compactação do solo já seria o suficiente para melhorar essa estrada, visto que os resultados de CBR são acima de 20,2%.

Porém, esta EBVT pode receber uma camada de cascalho, conforme previsto no dimensionamento, para que seja prevenido o desgaste das camadas de solo do local, com isso será possível preservar a camada de subleito.

4.7. CORRELAÇÕES ENTRE OS RESULTADOS DOS ENSAIOS

Esse capítulo visa estabelecer uma correlação entre o ensaio LFWD, realizado no decorrer deste trabalho e o ensaio de carga em placa realizados por Cabette (2018), visto que as variáveis resultantes dos ensaios têm a mesma unidade de medida (MPa). Com isso foi possível obter o gráfico seguinte (Figura 34).

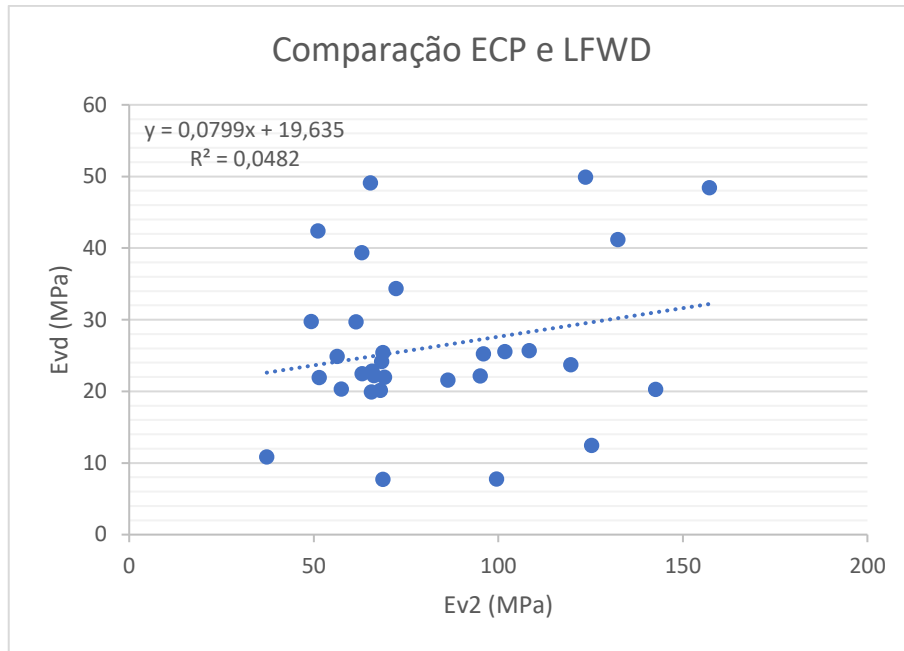


Figura 34 - Correlação ECP e LFWD

Conforme mostrado na Figura 34, os dados dos ensaios têm uma grande dispersão, não sendo possível obter uma relação entre estes ensaios. Esta resposta se dá em decorrência do intervalo de tempo em que foram ensaiados, aproximadamente um ano, e devido provavelmente a intervenção realizada no solo.

4.8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O solo presente nessa estrada é um solo bom, bem graduado e com resistência alta. Visto isso pode-se concluir que o conceito péssimo da via é atribuído devido aos defeitos relacionados ao sistema de drenagem, juntamente com a má compactação do solo, em determinados pontos.

Para melhorar a qualidade dessa EBVT deve-se realizar a melhor compactação nas áreas com menor módulo de elasticidade dinâmico. E para conservar a camada de subleito, a colocação de uma camada de cascalho.

5. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

5.1. CONCLUSÃO

Neste trabalho utilizou-se de avaliações funcional e estrutural para conhecer as propriedades físicas e mecânicas do solo da EBVT, com o intuito de mensurar a degradação do pavimento, estabelecer a resistência de suporte ao tráfego exigido e promover melhorias. Como a estrada estudada já continha estudos prévios, buscou-se fazer a comparação dos trabalhos.

O equipamento LFWD é um equipamento versátil, rápido e de fácil transporte, que serve para a avaliação do módulo de elasticidade dinâmico do solo, bem como a sua compactação. Para o dimensionamento foram realizados ensaios de caracterização geotécnica, como ensaio de granulometria, proctor e CBR em pontos que melhor caracterizaram o trecho estudado.

Com os resultados e análise obtidos conclui-se que o solo da estrada é um solo bem graduado e com resistência alta. Com isso, o conceito péssimo, obtido através da avaliação funcional, pode ser explicado pelos problemas relacionados ao sistema de drenagem em conjunto com a má compactação do solo, em alguns trechos.

A má drenagem do solo tem duas principais consequências, superficialmente, gera o carregamento de partículas causando a erosão hidráulica, visto isso quanto maior a inclinação longitudinal da estrada maior é a velocidade de escoamento da água superficial, portanto maior é a erosão. Nas camadas, quando há a infiltração da água, faz com que o solo reduza sua resistência, ou seja tem uma diminuição na sua capacidade de suporte. Portanto a condução da água ou para fora da pista, através da inclinação lateral, ou a drenagem do solo, através de arquedutos, são trabalhos que devem ser realizados em conjunto com o trabalho geotécnico de melhoramento do CBR.

Foi observado também, que a estrada teve uma piora, em determinados pontos, desde o último estudo, que pode ser consequência do tempo entre as duas análises e/ou a intervenção realizada no local.

Contudo para a melhoria dessa EBVT, deve ser realizado a compactação dos trechos com menor módulo de elasticidade dinâmico e, visando a conservação da camada de subleito desse pavimento, a colocação de uma camada de cascalho conforme dimensionamento.

5.2. TRABALHOS FUTUROS

Recomenda-se que para trabalhos futuros:

- Fazer a análise de áreas maiores na avaliação funcional ou reduzir a distância do intervalo entre elas, para verificar se a estrada está devidamente conceituada;
- Realização de outros ensaios de caracterização geotécnica como CBR dinâmico;
- Avaliar a contribuição objetiva e os efeitos das intervenções vigentes realizadas nas vias para seu melhoramento a partir da avaliação funcional.

REFERÊNCIAS

- AASHTO. *Design of Pavement Structures*. Washington, D.C.: American Association of State Highway and Transportation, 1993.
- AASHTO. *M. 145 - Standard Specification for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes*. AASHTO Internacional, 2004.
- ASTM. *D 1883-07: Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils*. West Conshohocken, PA: ASTM Internacional, 2007.
- ASTM. *D 698-07: Standard test methods for laboratory compaction characteristics for soil using standard effort (12,400 ft-lbf/ft³ (600 kN-m/m³))*. Annual Book of ASTM Standards, West Conshohocken, PA., USA: ASTM International, 2007.
- ASTM. *D. 2487-85: Standard practice for classification of soils for engineering purposes (Unified Soil Classification System)*. ASTM Internacional, 1985.
- ASTM. *E2835-11: Standard Test Method for Measuring Deflections using a Portable Impulse Plate Load Test Device*. West Conshohocken, PA: ASTM International, 2011.
- Beckemeyer, Curt A. "Rural Road Condition Survey Guide." 1995.
- Cabette, Marina M. *Caracterização geotécnica de estradas não pavimentadas de baixo volume de tráfego: Estudo de Caso*. Bragança: Tese (Mestrado em Engenharia da Construção). Instituto Politécnico de Bragança, 2018.
- DNIT. *DNIT 006/2003 - PRO: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento*. Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte, 2003.
- Elhakim, Amr F., Khaled Elbaz, and Mohamed I. Amer. "The use of light weight deflectometer for in situ evaluation of sand degree of compaction." *HBRC Journal, Vol. 10* (HBRC Journal), 2014: 298–307.
- ERA. "Part A, Part B and Part C." In *Design Manual For Low Volume Roads*, by Ethiopian Roads Authority. Ethiopia, 2011.
- "Google Earth." *Google Earth*. s.d. <https://www.google.com/earth/> (acesso em 24 de Junho de 2019).

- ICNF. *Parque Natural do Montesinho*. Março 22, 2019. <<http://www2.icnf.pt/portal/ap/p-nat/pnm>>.
- Jorge, Laura da C. D. L. *Constituição, Dimensionamento e Conservação de Pavimentos para Baixos Volumes de Tráfego*. Dissertação de Mestrado, Coimbra: Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, 2014.
- LNEC. *E. 239 (1970): Análise Granulométrica por peneiração Húmida*. Especificação LNEC, Lisboa, Portugal: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1970.
- Lopes, Jorge Edgar Rodrigues. *Contributo para o estudo da utilização do deflectómetro de impacto ligeiro*. Dissertação de mestrado, Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2010.
- Marques, Diogo Miguel Abrantes Carvalho. *Controlo de Qualidade de Estradas de Baixo Volume de Tráfego*. Dissertação de Mestrado, Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, 2015.
- Mooney, Michael A., and Patrick K. Miller. "Analysis of Lightweight Deflectometer Test Based on In Situ Stress and Strain Response." *JOURNAL OF GEOTECHNICAL AND GEOENVIRONMENTAL ENGINEERING*, Fevereiro 2009: 199-208.
- Oliveira, Joaquim Pedro Mendes Vilela de. *Avaliação de diferentes métodos de ensaio para determinação da capacidade de carga da fundação de pavimentos rodoviários*. Dissertação de Mestrado (Mestrado Integrado em Engenharia Civil), Minho: Universidade do Minho, 2017.
- Zorn. *User Manual for Light Weight Deflectometer (LWD) ZFG 3.0*. Stebdal, Germany: Zorn Instruments, 2016.

APÊNDICE A – Coordenadas dos Pontos

Ponto	WGS84		WGS84			PT-TM06/ETRS89		
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Altura Ortometrica	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z
1	41°57'45"	6°48'28"	41,9623782	-6,8078727	1247,51	109862,49	255612,47	1247,51
2	41°57'42"	6°48'31"	41,9615928	-6,8085087	1242,661	109811,11	25524,41	1242,661
3	41°57'39"	6°48'33"	41,9608041	-6,8091193	1241,198	109761,84	255436,03	1241,198
4	41°57'36"	6°48'35"	41,9599935	-6,8097398	1242,563	109711,79	255345,19	1242,563
5	41°57'33"	6°48'36"	41,9591171	-6,8099684	1238,141	109694,35	255247,55	1238,141
6	41°57'30"	6°48'37"	41,9582147	-6,810149	1235,179	109680,92	255147,09	1235,179
7	41°57'25"	6°48'37"	41,9570018	-6,8103428	1237,192	109666,93	255012,11	1237,192
8	41°57'23"	6°48'38"	41,9564003	-6,8104563	1236,303	109658,55	254945,15	1236,303
9	41°57'20"	6°48'38"	41,955505	-6,810572	1240,000	109650,5	254845,56	1240,000
10	41°57'17"	6°48'39"	41,9545956	-6,8107774	1239,873	109635,03	254744,29	1239,873
11	41°57'13"	6°48'39"	41,9536909	-6,8109228	1241,291	109624,52	254643,61	1241,291
12	41°57'10"	6°48'40"	41,9528002	-6,8110766	1245,579	109613,3	254544,48	1245,579
13	41°57'7"	6°48'38"	41,9519367	-6,8106469	1242,612	109650,4	254449,11	1242,612
14	41°57'4"	6°48'38"	41,9510529	-6,8105644	1236,346	109658,76	254351,05	1236,346
15	41°57'0"	6°48'39"	41,9500909	-6,8108083	1232,497	109640,18	254243,89	1232,497
16	41°56'58"	6°48'40"	41,949328	-6,8111217	1231,627	109615,5	254158,75	1231,627
17	41°56'54"	6°48'41"	41,9483566	-6,8113126	1230,407	109601,34	254050,6	1230,407
18	41°56'51"	6°48'41"	41,9475250	-6,811510	1234,000	109586,4	253957,98	1234,000
19	41°56'48"	6°48'42"	41,9466224	-6,8116895	1232,023	109573,06	253857,49	1232,023
20	41°56'45"	6°48'43"	41,945741	-6,8118962	1232,888	109557,42	253759,32	1232,888
21	41°56'41"	6°48'43"	41,9448146	-6,8120797	1230,278	109543,79	253656,19	1230,278
22	41°56'38"	6°48'44"	41,943956	-6,8122761	1232,84	109528,98	253560,57	1232,84
23	41°56'35"	6°48'45"	41,9430665	-6,8125126	1234,609	109510,89	253461,46	1234,609
24	41°56'32"	6°48'47"	41,9422755	-6,8129431	1231,09	109476,54	253373,06	1231,09
25	41°56'29"	6°48'47"	41,9413452	-6,8130802	1224,387	109466,77	253269,55	1224,387
26	41°56'26"	6°48'48"	41,9404503	-6,8132406	1224,283	109454,99	253169,95	1224,283
27	41°56'22"	6°48'48"	41,9395449	-6,8133797	1225,419	109445,01	253069,19	1225,419
28	41°56'19"	6°48'49"	41,938651	-6,8135472	1225,602	109432,64	252969,69	1225,602
29	41°56'16"	6°48'49"	41,9377467	-6,8136854	1222,748	109422,73	252869,07	1222,748
30	41°56'12"	6°48'50"	41,936782	-6,8138562	1222,057	109410,21	252761,7	1222,057
31	41°56'10"	6°48'50"	41,9359883	-6,813989	1219,801	109400,55	252673,37	1219,801

APÊNDICE B – Avaliação Funcional

AVALIAÇÃO FUNCIONAL			
Total			
Data:	07/06/2019		

Item	Degradação	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	ONDULAÇÕES	Baixo	1	3,23	0,70	2,26
		Médio	1	3,23	0,85	2,74
		Elevado	1	3,23	1,00	3,23
2	BURACOS	Baixo	20	64,52	0,70	45,16
		Médio	14	45,16	0,85	38,39
		Elevado	16	51,61	1,00	51,61
3	AFUNDAMENTOS	Baixo	9	29,03	0,70	20,32
		Médio	12	38,71	0,85	32,90
		Elevado	9	29,03	1,00	29,03
4	PERCURSO DE EROÇÃO	Baixo	10	32,26	0,70	22,58
		Médio	4	12,90	0,85	10,97
		Elevado	4	12,90	1,00	12,90
5	CASCALHO SOLTO/ PERDA DE AGREGADOS	Baixo	5	16,13	0,50	8,06
		Médio	4	12,90	0,75	9,68
		Elevado	1	3,23	0,80	2,58
6	POEIRA	Baixo	0	0	0,25	0,00
		Médio	0	0	0,30	0,00
		Elevado	0	0	0,35	0,00
Nº total de estações		31		ΣIGG	292,42	

Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL	27	87,10	1,00	87,10	
2	ACOSTAMENTOS/ BERMA ELEVADOS	Baixo	11	35,48	0,50	17,74
		Médio	2	6,45	0,75	4,84
		Elevado	5	16,13	1,00	16,13
3	BUEIROS/ GALERIAS/	1	3,23	1,00	3,23	
4	VALAS INEXISTENTES	19	61,29	1,00	61,29	
5	Crescimento da Vegetação/ Sedimentos na vala	Baixo	24	77,42	0,20	15,48
		Médio	3	9,68	0,60	5,81
		Elevado	4	12,90	0,80	10,32
Nº total de estações		31		ΣIGG	221,94	

AVALIAÇÃO FUNCIONAL				 ipb INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Ponto n°:	1	GPS:	41°57'45"N	
Data:	07/06/2019		6°48'28"O	

Item	Degradação	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	ONDULAÇÕES	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
2	BURACOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
3	AFUNDAMENTOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	1	100,00	1,00	100,00
4	PERCURSO DE EROÇÃO	Baixo	1	100,00	0,70	70,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
5	CASCALHO SOLTO/ PERDA DE AGREGADOS	Baixo	1	100,00	0,50	50,00
		Médio	0	0,00	0,75	0,00
		Elevado	0	0,00	0,80	0,00
6	POEIRA	Baixo	0	0	0,25	0,00
		Médio	0	0	0,30	0,00
		Elevado	0	0	0,35	0,00
n total de estações		1			ΣIGI	220,00

Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL	0	0	1,00	0	
2	ACOSTAMENTOS/ BERMA ELEVADOS	Baixo	0	0	0,50	0
		Médio	0	0	0,75	0
		Elevado	0	0	1,00	0
3	BUEIROS/ GALERIAS/	0	0	1,00	0	
4	VALAS INEXISTENTES	0	0	1,00	0	
5	CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO/ SEDIMENTOS NA	Baixo	1	100	0,20	20
		Médio	0	0	0,60	0
		Elevado	0	0	0,80	0
n total de estações		1			ΣIGI	20

AVALIAÇÃO FUNCIONAL				 ipb INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Ponto n°:	2	GPS:	41°57'42"N	
Data:	07/06/2019		6°48'31"O	

Item	Degradação	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	ONDULAÇÕES	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
2	BURACOS	Baixo	1	100,00	0,70	70,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
3	AFUNDAMENTOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	1	100,00	0,85	85,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
4	PERCURSO DE EROÇÃO	Baixo	1	100,00	0,70	70,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
5	CASCALHO SOLTO/ PERDA DE AGREGADOS	Baixo	1	100,00	0,50	50,00
		Médio	0	0,00	0,75	0,00
		Elevado	0	0,00	0,80	0,00
6	POEIRA	Baixo	0	0	0,25	0,00
		Médio	0	0	0,30	0,00
		Elevado	0	0	0,35	0,00
n total de estações		1	ΣIGI		275,00	

Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL	1	100	1,00	100	
2	ACOSTAMENTOS/ BERMA ELEVADOS	Baixo	1	100	0,50	50
		Médio	0	0	0,75	0
		Elevado	0	0	1,00	0
3	BUEIROS/ GALERIAS/	0	0	1,00	0	
4	VALAS INEXISTENTES	0	0	1,00	0	
5	CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO/ SEDIMENTOS NA	Baixo	1	100	0,20	20
		Médio	0	0	0,60	0
		Elevado	0	0	0,80	0
n total de estações		1	ΣIGI		170	

AVALIAÇÃO FUNCIONAL				 ipb INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Ponto n°:	3	GPS:	41°57'39"N	
Data:	07/06/2019		6°48'33"O	

Item	Degradação	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	ONDULAÇÕES	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
2	BURACOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
3	AFUNDAMENTOS	Baixo	1	100,00	0,70	70,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
4	PERCURSO DE EROÇÃO	Baixo	1	100,00	0,70	70,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
5	CASCALHO SOLTO/ PERDA DE AGREGADOS	Baixo	0	0,00	0,50	0,00
		Médio	0	0,00	0,75	0,00
		Elevado	0	0,00	0,80	0,00
6	POEIRA	Baixo	0	0	0,25	0,00
		Médio	0	0	0,30	0,00
		Elevado	0	0	0,35	0,00
n total de estações		1	ΣIGI		140,00	

Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL	1	100	1,00	100	
2	ACOSTAMENTOS/ BERMA ELEVADOS	Baixo	1	100	0,50	50
		Médio	0	0	0,75	0
		Elevado	0	0	1,00	0
3	BUEIROS/ GALERIAS/	0	0	1,00	0	
4	VALAS INEXISTENTES	0	0	1,00	0	
5	CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO/ SEDIMENTOS NA	Baixo	1	100	0,20	20
		Médio	0	0	0,60	0
		Elevado	0	0	0,80	0
n total de estações		1	ΣIGI		170	

AVALIAÇÃO FUNCIONAL				 ipb INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Ponto nº:	4	GPS:	41°57'36"N	
Data:	07/06/2019		6°48'35"O	


Item	Degradação	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	ONDULAÇÕES	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
2	BURACOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
3	AFUNDAMENTOS	Baixo	1	100,00	0,70	70,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
4	PERCURSO DE EROSÃO	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
5	CASCALHO SOLTO/ PERDA DE AGREGADOS	Baixo	0	0,00	0,50	0,00
		Médio	0	0,00	0,75	0,00
		Elevado	0	0,00	0,80	0,00
6	POEIRA	Baixo	0	0	0,25	0,00
		Médio	0	0	0,30	0,00
		Elevado	0	0	0,35	0,00
n total de estações		1	ΣIGI		70,00	

Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL	0	0	1,00	0	
2	ACOSTAMENTOS/ BERMA ELEVADOS	Baixo	0	0	0,50	0
		Médio	0	0	0,75	0
		Elevado	0	0	1,00	0
3	BUEIROS/ GALERIAS/	0	0	1,00	0	
4	VALAS INEXISTENTES	0	0	1,00	0	
5	CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO/ SEDIMENTOS NA	Baixo	1	100	0,20	20
		Médio	0	0	0,60	0
		Elevado	0	0	0,80	0
n total de estações		1	ΣIGI		20	

AVALIAÇÃO FUNCIONAL				 ipb INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Ponto n°:	5	GPS:	41°57'33"N	
Data:	07/06/2019		6°48'36"O	

Item	Degradação	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	ONDULAÇÕES	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
2	BURACOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
3	AFUNDAMENTOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	1	100,00	0,85	85,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
4	PERCURSO DE EROSÃO	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
5	CASCALHO SOLTO/ PERDA DE AGREGADOS	Baixo	0	0,00	0,50	0,00
		Médio	0	0,00	0,75	0,00
		Elevado	0	0,00	0,80	0,00
6	POEIRA	Baixo	0	0	0,25	0,00
		Médio	0	0	0,30	0,00
		Elevado	0	0	0,35	0,00
n total de estações		1	ΣIGI		85,00	

Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL	1	100	1,00	100	
2	ACOSTAMENTOS/ BERMA ELEVADOS	Baixo	0	0	0,50	0
		Médio	1	100	0,75	75
		Elevado	0	0	1,00	0
3	BUEIROS/ GALERIAS/	0	0	1,00	0	
4	VALAS INEXISTENTES	0	0	1,00	0	
5	CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO/ SEDIMENTOS NA	Baixo	1	100	0,20	20
		Médio	0	0	0,60	0
		Elevado	0	0	0,80	0
n total de estações		1	ΣIGI		195	

AVALIAÇÃO FUNCIONAL				
Ponto n°:	6	GPS:	41°57'30"N	
Data:	07/06/2019		6°48'37"O	

Item	Degradação	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	ONDULAÇÕES	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
2	BURACOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
3	AFUNDAMENTOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	1	100,00	0,85	85,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
4	PERCURSO DE EROÇÃO	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
5	CASCALHO SOLTO/ PERDA DE AGREGADOS	Baixo	0	0,00	0,50	0,00
		Médio	0	0,00	0,75	0,00
		Elevado	0	0,00	0,80	0,00
6	POEIRA	Baixo	0	0	0,25	0,00
		Médio	0	0	0,30	0,00
		Elevado	0	0	0,35	0,00
n total de estações		1	ΣIGI		85,00	

Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL	1	100	1,00	100	
2	ACOSTAMENTOS/ BERMA ELEVADOS	Baixo	1	100	0,50	50
		Médio	0	0	0,75	0
		Elevado	0	0	1,00	0
3	BUEIROS/ GALERIAS/	0	0	1,00	0	
4	VALAS INEXISTENTES	0	0	1,00	0	
5	CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO/ SEDIMENTOS NA	Baixo	1	100	0,20	20
		Médio	0	0	0,60	0
		Elevado	0	0	0,80	0
n total de estações		1	ΣIGI		170	

AVALIAÇÃO FUNCIONAL				 ipb INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Ponto n°:	7	GPS:	41°57'25"N	
Data:	07/06/2019		6°48'37"O	

Item	Degradação	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	ONDULAÇÕES	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
2	BURACOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
3	AFUNDAMENTOS	Baixo	1	100,00	0,70	70,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
4	PERCURSO DE EROÇÃO	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
5	CASCALHO SOLTO/ PERDA DE AGREGADOS	Baixo	0	0,00	0,50	0,00
		Médio	0	0,00	0,75	0,00
		Elevado	0	0,00	0,80	0,00
6	POEIRA	Baixo	0	0	0,25	0,00
		Médio	0	0	0,30	0,00
		Elevado	0	0	0,35	0,00
n total de estações		1	ΣIGI		70,00	

Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL	1	100	1,00	100	
2	ACOSTAMENTOS/ BERMA ELEVADOS	Baixo	1	100	0,50	50
		Médio	0	0	0,75	0
		Elevado	0	0	1,00	0
3	BUEIROS/ GALERIAS/	0	0	1,00	0	
4	VALAS INEXISTENTES	1	100	1,00	100	
5	CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO/ SEDIMENTOS NA	Baixo	1	100	0,20	20
		Médio	0	0	0,60	0
		Elevado	0	0	0,80	0
n total de estações		1	ΣIGI		270	

AVALIAÇÃO FUNCIONAL				 ipb INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Ponto n°:	8	GPS:	41°57'23"N	
Data:	07/06/2019		6°48'37"O	

Item	Degradação	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	ONDULAÇÕES	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
2	BURACOS	Baixo	2	200,00	0,70	140,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
3	AFUNDAMENTOS	Baixo	1	100,00	0,70	70,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
4	PERCURSO DE EROSÃO	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
5	CASCALHO SOLTO/ PERDA DE AGREGADOS	Baixo	1	100,00	0,50	50,00
		Médio	0	0,00	0,75	0,00
		Elevado	0	0,00	0,80	0,00
6	POEIRA	Baixo	0	0	0,25	0,00
		Médio	0	0	0,30	0,00
		Elevado	0	0	0,35	0,00
n total de estações		1	ΣIGI		260,00	

Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL	1	100	1,00	100	
2	ACOSTAMENTOS/ BERMA ELEVADOS	Baixo	0	0	0,50	0
		Médio	0	0	0,75	0
		Elevado	0	0	1,00	0
3	BUEIROS/ GALERIAS/	0	0	1,00	0	
4	VALAS INEXISTENTES	1	100	1,00	100	
5	CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO/ SEDIMENTOS NA	Baixo	0	0	0,20	0
		Médio	1	100	0,60	60
		Elevado	0	0	0,80	0
n total de estações		1	ΣIGI		260	

AVALIAÇÃO FUNCIONAL				 ipb INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Ponto nº:	9	GPS:	41°57'20"N	
Data:	07/06/2019		6°48'38"O	


Item	Degradação	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	ONDULAÇÕES	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
2	BURACOS	Baixo	2	200,00	0,70	140,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
3	AFUNDAMENTOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	1	100,00	0,85	85,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
4	PERCURSO DE EROSIÃO	Baixo	1	100,00	0,70	70,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
5	CASCALHO SOLTO/ PERDA DE AGREGADOS	Baixo	0	0,00	0,50	0,00
		Médio	0	0,00	0,75	0,00
		Elevado	0	0,00	0,80	0,00
6	POEIRA	Baixo	0	0	0,25	0,00
		Médio	0	0	0,30	0,00
		Elevado	0	0	0,35	0,00
n total de estações		1	ΣIGI		295,00	

Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL	1	100	1,00	100	
2	ACOSTAMENTOS/ BERMA ELEVADOS	Baixo	1	100	0,50	50
		Médio	0	0	0,75	0
		Elevado	0	0	1,00	0
3	BUEIROS/ GALERIAS/	0	0	1,00	0	
4	VALAS INEXISTENTES	0	0	1,00	0	
5	CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO/ SEDIMENTOS NA	Baixo	1	100	0,20	20
		Médio	0	0	0,60	0
		Elevado	0	0	0,80	0
n total de estações		1	ΣIGI		170	

AVALIAÇÃO FUNCIONAL				 ipb INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Ponto n°:	10	GPS:	41°57'16"N	
Data:	07/06/2019		6°48'39"O	

Item	Degradação	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	ONDULAÇÕES	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
2	BURACOS	Baixo	2	200,00	0,70	140,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	1	100,00	1,00	100,00
3	AFUNDAMENTOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	1	100,00	1,00	100,00
4	PERCURSO DE EROSÃO	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
5	CASCALHO SOLTO/ PERDA DE AGREGADOS	Baixo	0	0,00	0,50	0,00
		Médio	0	0,00	0,75	0,00
		Elevado	0	0,00	0,80	0,00
6	POEIRA	Baixo	0	0	0,25	0,00
		Médio	0	0	0,30	0,00
		Elevado	0	0	0,35	0,00
n total de estações		1	ΣIGI		340,00	

Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL	1	100	1,00	100	
2	ACOSTAMENTOS/ BERMA ELEVADOS	Baixo	0	0	0,50	0
		Médio	0	0	0,75	0
		Elevado	0	0	1,00	0
3	BUEIROS/ GALERIAS/	0	0	1,00	0	
4	VALAS INEXISTENTES	0	0	1,00	0	
5	CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO/ SEDIMENTOS NA	Baixo	1	100	0,20	20
		Médio	0	0	0,60	0
		Elevado	0	0	0,80	0
n total de estações		1	ΣIGI		120	

AVALIAÇÃO FUNCIONAL				
Ponto n°:	11	GPS:	41°57'13"N	
Data:	07/06/2019		8°48'39"O	

Item	Degradação	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	ONDULAÇÕES	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
2	BURACOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
3	AFUNDAMENTOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	1	100,00	1,00	100,00
4	PERCURSO DE EROSÃO	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	1	100,00	0,85	85,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
5	CASCALHO SOLTO/ PERDA DE AGREGADOS	Baixo	0	0,00	0,50	0,00
		Médio	0	0,00	0,75	0,00
		Elevado	0	0,00	0,80	0,00
6	POEIRA	Baixo	0	0	0,25	0,00
		Médio	0	0	0,30	0,00
		Elevado	0	0	0,35	0,00
n total de estações		1			ΣIGI	185,00

Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL	1	100	1,00	100	
2	ACOSTAMENTOS/ BERMA ELEVADOS	Baixo	0	0	0,50	0
		Médio	0	0	0,75	0
		Elevado	0	0	1,00	0
3	BUEIROS/ GALERIAS/	0	0	1,00	0	
4	VALAS INEXISTENTES	0	0	1,00	0	
5	CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO/ SEDIMENTOS NA	Baixo	1	100	0,20	20
		Médio	0	0	0,60	0
		Elevado	0	0	0,80	0
n total de estações		1			ΣIGI	120

AVALIAÇÃO FUNCIONAL				 ipb INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Ponto n°:	12	GPS:	41°57'10"N	
Data:	07/06/2019		6°48'40"O	

Item	Degradação	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	ONDULAÇÕES	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
2	BURACOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	1	100,00	0,85	85,00
		Elevado	1	100,00	1,00	100,00
3	AFUNDAMENTOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	1	100,00	0,85	85,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
4	PERCURSO DE EROÇÃO	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	1	100,00	0,85	85,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
5	CASCALHO SOLTO/ PERDA DE AGREGADOS	Baixo	0	0,00	0,50	0,00
		Médio	0	0,00	0,75	0,00
		Elevado	0	0,00	0,80	0,00
6	POEIRA	Baixo	0	0	0,25	0,00
		Médio	0	0	0,30	0,00
		Elevado	0	0	0,35	0,00
n total de estações		1			ΣIGI	355,00


Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL	1	100	1,00	100	
2	ACOSTAMENTOS/ BERMA ELEVADOS	Baixo	1	100	0,50	50
		Médio	0	0	0,75	0
		Elevado	0	0	1,00	0
3	BUEIROS/ GALERIAS/	0	0	1,00	0	
4	VALAS INEXISTENTES	1	100	1,00	100	
5	CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO/ SEDIMENTOS NA	Baixo	0	0	0,20	0
		Médio	0	0	0,60	0
		Elevado	1	100	0,80	80
n total de estações		1			ΣIGI	330

AVALIAÇÃO FUNCIONAL			
Ponto n°:	13	GPS:	41°57'7"N
Data:	07/06/2019		6°48'38"O




Item	Degradação	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	ONDULAÇÕES	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
2	BURACOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
3	AFUNDAMENTOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	1	100,00	0,85	85,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
4	PERCURSO DE EROÇÃO	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	1	100,00	1,00	100,00
5	CASCALHO SOLTO/ PERDA DE AGREGADOS	Baixo	0	0,00	0,50	0,00
		Médio	1	100,00	0,75	75,00
		Elevado	0	0,00	0,80	0,00
6	POEIRA	Baixo	0	0	0,25	0,00
		Médio	0	0	0,30	0,00
		Elevado	0	0	0,35	0,00
n total de estações		1			ΣIGI	260,00

Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL	1	100	1,00	100	
2	ACOSTAMENTOS/ BERMA ELEVADOS	Baixo	0	0	0,50	0
		Médio	0	0	0,75	0
		Elevado	1	100	1,00	100
3	BUEIROS/ GALERIAS/	0	0	1,00	0	
4	VALAS INEXISTENTES	1	100	1,00	100	
5	CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO/ SEDIMENTOS NA	Baixo	1	100	0,20	20
		Médio	0	0	0,60	0
		Elevado	0	0	0,80	0
n total de estações		1			ΣIGI	320

AVALIAÇÃO FUNCIONAL				 ipb INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Ponto n°:	14	GPS:	41°57'4"N	
Data:	07/06/2019		6°48'38"O	

Item	Degradação	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	ONDULAÇÕES	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
2	BURACOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
3	AFUNDAMENTOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	1	100,00	1,00	100,00
4	PERCURSO DE EROÇÃO	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	1	100,00	1,00	100,00
5	CASCALHO SOLTO/ PERDA DE AGREGADOS	Baixo	0	0,00	0,50	0,00
		Médio	1	100,00	0,75	75,00
		Elevado	0	0,00	0,80	0,00
6	POEIRA	Baixo	0	0	0,25	0,00
		Médio	0	0	0,30	0,00
		Elevado	0	0	0,35	0,00
n total de estações		1	ΣIGI		275,00	

Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL	1	100	1,00	100	
2	ACOSTAMENTOS/ BERMA ELEVADOS	Baixo	0	0	0,50	0
		Médio	1	100	0,75	75
		Elevado	0	0	1,00	0
3	BUEIROS/ GALERIAS/	0	0	1,00	0	
4	VALAS INEXISTENTES	1	100	1,00	100	
5	CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO/ SEDIMENTOS NA	Baixo	1	100	0,20	20
		Médio	0	0	0,60	0
		Elevado	0	0	0,80	0
n total de estações		1	ΣIGI		295	

AVALIAÇÃO FUNCIONAL				
Ponto nº:	15	GPS:	41°57'0"N	
Data:	07/06/2019		6°48'39"O	

Item	Degradação	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	ONDULAÇÕES	Baixo	1	100,00	0,70	70,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
2	BURACOS	Baixo	3	300,00	0,70	210,00
		Médio	1	100,00	0,85	85,00
		Elevado	1	100,00	1,00	100,00
3	AFUNDAMENTOS	Baixo	1	100,00	0,70	70,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
4	PERCURSO DE EROÇÃO	Baixo	1	100,00	0,70	70,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
5	CASCALHO SOLTO/ PERDA DE AGREGADOS	Baixo	1	100,00	0,50	50,00
		Médio	0	0,00	0,75	0,00
		Elevado	0	0,00	0,80	0,00
6	POEIRA	Baixo	0	0	0,25	0,00
		Médio	0	0	0,30	0,00
		Elevado	0	0	0,35	0,00
n total de estações		1	ΣIGI		655,00	

Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL	1	100	1,00	100	
2	ACOSTAMENTOS/ BERMA ELEVADOS	Baixo	1	100	0,50	50
		Médio	0	0	0,75	0
		Elevado	0	0	1,00	0
3	BUEIROS/ GALERIAS/	0	0	1,00	0	
4	VALAS INEXISTENTES	1	100	1,00	100	
5	CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO/ SEDIMENTOS NA	Baixo	1	100	0,20	20
		Médio	0	0	0,60	0
		Elevado	0	0	0,80	0
n total de estações		1	ΣIGI		270	

AVALIAÇÃO FUNCIONAL				 ipb INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Ponto n°:	16	GPS:	41°56'58"N	
Data:	07/06/2019		6°48'40"O	

Item	Degradação	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	ONDULAÇÕES	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	1	100,00	0,85	85,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
2	BURACOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
3	AFUNDAMENTOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	1	100,00	1,00	100,00
4	PERCURSO DE EROÇÃO	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
5	CASCALHO SOLTO/ PERDA DE AGREGADOS	Baixo	0	0,00	0,50	0,00
		Médio	0	0,00	0,75	0,00
		Elevado	0	0,00	0,80	0,00
6	POEIRA	Baixo	0	0	0,25	0,00
		Médio	0	0	0,30	0,00
		Elevado	0	0	0,35	0,00
n total de estações		1	ΣIGI		185,00	

Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL	1	100	1,00	100	
2	ACOSTAMENTOS/ BERMA ELEVADOS	Baixo	0	0	0,50	0
		Médio	0	0	0,75	0
		Elevado	0	0	1,00	0
3	BUEIROS/ GALERIAS/	0	0	1,00	0	
4	VALAS INEXISTENTES	1	100	1,00	100	
5	CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO/ SEDIMENTOS NA	Baixo	1	100	0,20	20
		Médio	0	0	0,60	0
		Elevado	0	0	0,80	0
n total de estações		1	ΣIGI		220	

AVALIAÇÃO FUNCIONAL				 ipb INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Ponto n°:	17	GPS:	41°56'54"N	
Data:	07/06/2019		6°48'41"O	

Item	Degradação	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	ONDULAÇÕES	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
2	BURACOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	1	100,00	0,85	85,00
		Elevado	2	200,00	1,00	200,00
3	AFUNDAMENTOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	1	100,00	0,85	85,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
4	PERCURSO DE EROSIÃO	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	1	100,00	0,85	85,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
5	CASCALHO SOLTO/ PERDA DE AGREGADOS	Baixo	0	0,00	0,50	0,00
		Médio	1	100,00	0,75	75,00
		Elevado	0	0,00	0,80	0,00
6	POEIRA	Baixo	0	0	0,25	0,00
		Médio	0	0	0,30	0,00
		Elevado	0	0	0,35	0,00
n total de estações		1			ΣIGI	530,00

Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL	1	100	1,00	100	
2	ACOSTAMENTOS/ BERMA ELEVADOS	Baixo	0	0	0,50	0
		Médio	0	0	0,75	0
		Elevado	1	100	1,00	100
3	BUEIROS/ GALERIAS/	0	0	1,00	0	
4	VALAS INEXISTENTES	1	100	1,00	100	
5	CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO/ SEDIMENTOS NA	Baixo	0	0	0,20	0
		Médio	0	0	0,60	0
		Elevado	1	100	0,80	80
n total de estações		1			ΣIGI	380

AVALIAÇÃO FUNCIONAL				 ipb INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Ponto n°:	18	GPS:	41°56'51"N	
Data:	07/06/2019		6°48'41"O	

Item	Degradação	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	ONDULAÇÕES	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
2	BURACOS	Baixo	1	100,00	0,70	70,00
		Médio	3	300,00	0,85	255,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
3	AFUNDAMENTOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	1	100,00	0,85	85,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
4	PERCURSO DE EROSÃO	Baixo	1	100,00	0,70	70,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
5	CASCALHO SOLTO/ PERDA DE AGREGADOS	Baixo	0	0,00	0,50	0,00
		Médio	0	0,00	0,75	0,00
		Elevado	0	0,00	0,80	0,00
6	POEIRA	Baixo	0	0	0,25	0,00
		Médio	0	0	0,30	0,00
		Elevado	0	0	0,35	0,00
n total de estações		1			ΣIGI	480,00

Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL	1	100	1,00	100	
2	ACOSTAMENTOS/ BERMA ELEVADOS	Baixo	1	100	0,50	50
		Médio	0	0	0,75	0
		Elevado	0	0	1,00	0
3	BUEIROS/ GALERIAS/	0	0	1,00	0	
4	VALAS INEXISTENTES	1	100	1,00	100	
5	CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO/ SEDIMENTOS NA	Baixo	0	0	0,20	0
		Médio	0	0	0,60	0
		Elevado	1	100	0,80	80
n total de estações		1			ΣIGI	330

AVALIAÇÃO FUNCIONAL				 ipb INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Ponto n°:	19	GPS:	41°56'48"N	
Data:	07/06/2019		6°48'42"O	

Item	Degradação	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	ONDULAÇÕES	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
2	BURACOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	3	300,00	0,85	255,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
3	AFUNDAMENTOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	1	100,00	1,00	100,00
4	PERCURSO DE EROÇÃO	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
5	CASCALHO SOLTO/ PERDA DE AGREGADOS	Baixo	0	0,00	0,50	0,00
		Médio	0	0,00	0,75	0,00
		Elevado	0	0,00	0,80	0,00
6	POEIRA	Baixo	0	0	0,25	0,00
		Médio	0	0	0,30	0,00
		Elevado	0	0	0,35	0,00
n total de estações		1	ΣIGI		355,00	

Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL	1	100	1,00	100	
2	ACOSTAMENTOS/ BERMA ELEVADOS	Baixo	0	0	0,50	0
		Médio	0	0	0,75	0
		Elevado	0	0	1,00	0
3	BUEIROS/ GALERIAS/	0	0	1,00	0	
4	VALAS INEXISTENTES	0	0	1,00	0	
5	CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO/ SEDIMENTOS NA	Baixo	1	100	0,20	20
		Médio	0	0	0,60	0
		Elevado	0	0	0,80	0
n total de estações		1	ΣIGI		120	

AVALIAÇÃO FUNCIONAL				 ipb INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Ponto nº:	20	GPS:	41°56'45"N	
Data:	07/06/2019		6°48'43"O	


Item	Degradação	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	ONDULAÇÕES	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
2	BURACOS	Baixo	1	100,00	0,70	70,00
		Médio	1	100,00	0,85	85,00
		Elevado	1	100,00	1,00	100,00
3	AFUNDAMENTOS	Baixo	1	100,00	0,70	70,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
4	PERCURSO DE EROSÃO	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
5	CASCALHO SOLTO/ PERDA DE AGREGADOS	Baixo	0	0,00	0,50	0,00
		Médio	0	0,00	0,75	0,00
		Elevado	0	0,00	0,80	0,00
6	POEIRA	Baixo	0	0	0,25	0,00
		Médio	0	0	0,30	0,00
		Elevado	0	0	0,35	0,00
n total de estações		1			ΣIGI	325,00

Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL	1	100	1,00	100	
2	ACOSTAMENTOS/ BERMA ELEVADOS	Baixo	0	0	0,50	0
		Médio	0	0	0,75	0
		Elevado	0	0	1,00	0
3	BUEIROS/ GALERIAS/	0	0	1,00	0	
4	VALAS INEXISTENTES	0	0	1,00	0	
5	CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO/ SEDIMENTOS NA	Baixo	1	100	0,20	20
		Médio	0	0	0,60	0
		Elevado	0	0	0,80	0
n total de estações		1			ΣIGI	120

AVALIAÇÃO FUNCIONAL				 ipb INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Ponto n°:	21	GPS:	41°56'41"N	
Data:	07/06/2019		6°48'43"O	

Item	Degradação	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	ONDULAÇÕES	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
2	BURACOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
3	AFUNDAMENTOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
4	PERCURSO DE EROSÃO	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	1	100,00	0,85	85,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
5	CASCALHO SOLTO/ PERDA DE AGREGADOS	Baixo	1	100,00	0,50	50,00
		Médio	0	0,00	0,75	0,00
		Elevado	0	0,00	0,80	0,00
6	POEIRA	Baixo	0	0	0,25	0,00
		Médio	0	0	0,30	0,00
		Elevado	0	0	0,35	0,00
n total de estações		1	ΣIGI		135,00	

Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL	1	100	1,00	100	
2	ACOSTAMENTOS/ BERMA ELEVADOS	Baixo	0	0	0,50	0
		Médio	0	0	0,75	0
		Elevado	1	100	1,00	100
3	BUEIROS/ GALERIAS/	0	0	1,00	0	
4	VALAS INEXISTENTES	0	0	1,00	0	
5	CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO/ SEDIMENTOS NA	Baixo	1	100	0,20	20
		Médio	0	0	0,60	0
		Elevado	0	0	0,80	0
n total de estações		1	ΣIGI		220	

AVALIAÇÃO FUNCIONAL				
Ponto n°:	22	GPS:	41°56'38"N	
Data:	07/06/2019		6°48'44"O	

Item	Degradação	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	ONDULAÇÕES	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
2	BURACOS	Baixo	1	100,00	0,70	70,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	5	500,00	1,00	500,00
3	AFUNDAMENTOS	Baixo	1	100,00	0,70	70,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
4	PERCURSO DE EROÇÃO	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
5	CASCALHO SOLTO/ PERDA DE AGREGADOS	Baixo	0	0,00	0,50	0,00
		Médio	0	0,00	0,75	0,00
		Elevado	0	0,00	0,80	0,00
6	POEIRA	Baixo	0	0	0,25	0,00
		Médio	0	0	0,30	0,00
		Elevado	0	0	0,35	0,00
n total de estações		1	ΣIGI		640,00	

Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL	1	100	1,00	100	
2	ACOSTAMENTOS/ BERMA ELEVADOS	Baixo	1	100	0,50	50
		Médio	0	0	0,75	0
		Elevado	0	0	1,00	0
3	BUEIROS/ GALERIAS/	0	0	1,00	0	
4	VALAS INEXISTENTES	1	100	1,00	100	
5	CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO/ SEDIMENTOS NA	Baixo	0	0	0,20	0
		Médio	1	100	0,60	60
		Elevado	0	0	0,80	0
n total de estações		1	ΣIGI		310	

AVALIAÇÃO FUNCIONAL				 ipb INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Ponto n°:	23	GPS:	41°56'35"N	
Data:	07/06/2019		6°48'45"O	

Item	Degradação	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	ONDULAÇÕES	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
2	BURACOS	Baixo	1	100,00	0,70	70,00
		Médio	1	100,00	0,85	85,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
3	AFUNDAMENTOS	Baixo	1	100,00	0,70	70,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
4	PERCURSO DE EROÇÃO	Baixo	1	100,00	0,70	70,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
5	CASCALHO SOLTO/ PERDA DE AGREGADOS	Baixo	0	0,00	0,50	0,00
		Médio	0	0,00	0,75	0,00
		Elevado	0	0,00	0,80	0,00
6	POEIRA	Baixo	0	0	0,25	0,00
		Médio	0	0	0,30	0,00
		Elevado	0	0	0,35	0,00
n total de estações		1	ΣIGI		295,00	

Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL	0	0	1,00	0	
2	ACOSTAMENTOS/ BERMA ELEVADOS	Baixo	0	0	0,50	0
		Médio	0	0	0,75	0
		Elevado	0	0	1,00	0
3	BUEIROS/ GALERIAS/	0	0	1,00	0	
4	VALAS INEXISTENTES	1	100	1,00	100	
5	CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO/ SEDIMENTOS NA	Baixo	1	100	0,20	20
		Médio	0	0	0,60	0
		Elevado	0	0	0,80	0
n total de estações		1	ΣIGI		120	

AVALIAÇÃO FUNCIONAL			
Ponto n°:	24	GPS:	41°56'32"N
Data:	07/06/2019		6°48'47"O



Item	Degradação	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	ONDULAÇÕES	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
2	BURACOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
3	AFUNDAMENTOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	1	100,00	0,85	85,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
4	PERCURSO DE EROÇÃO	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	1	100,00	1,00	100,00
5	CASCALHO SOLTO/ PERDA DE AGREGADOS	Baixo	0	0,00	0,50	0,00
		Médio	1	100,00	0,75	75,00
		Elevado	0	0,00	0,80	0,00
6	POEIRA	Baixo	0	0	0,25	0,00
		Médio	0	0	0,30	0,00
		Elevado	0	0	0,35	0,00
n total de estações		1		ΣIGI	260,00	


Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL	1	100	1,00	100	
2	ACOSTAMENTOS/ BERMA ELEVADOS	Baixo	0	0	0,50	0
		Médio	0	0	0,75	0
		Elevado	1	100	1,00	100
3	BUEIROS/ GALERIAS/	0	0	1,00	0	
4	VALAS INEXISTENTES	1	100	1,00	100	
5	CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO/ SEDIMENTOS NA	Baixo	0	0	0,20	0
		Médio	0	0	0,60	0
		Elevado	1	100	0,80	80
n total de estações		1		ΣIGI	380	

AVALIAÇÃO FUNCIONAL			
Ponto nº:	25	GPS:	41°56'29"N
Data:	07/06/2019		6°48'47"O



Item	Degradação	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	ONDULAÇÕES	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
2	BURACOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
3	AFUNDAMENTOS	Baixo	1	100,00	0,70	70,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
4	PERCURSO DE EROSÃO	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
5	CASCALHO SOLTO/ PERDA DE AGREGADOS	Baixo	0	0,00	0,50	0,00
		Médio	0	0,00	0,75	0,00
		Elevado	0	0,00	0,80	0,00
6	POEIRA	Baixo	0	0	0,25	0,00
		Médio	0	0	0,30	0,00
		Elevado	0	0	0,35	0,00
n total de estações		1			ΣIGI	70,00

Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL	1	100	1,00	100	
2	ACOSTAMENTOS/ BERMA ELEVADOS	Baixo	0	0	0,50	0
		Médio	0	0	0,75	0
		Elevado	0	0	1,00	0
3	BUEIROS/ GALERIAS/	0	0	1,00	0	
4	VALAS INEXISTENTES	1	100	1,00	100	
5	CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO/ SEDIMENTOS NA	Baixo	1	100	0,20	20
		Médio	0	0	0,60	0
		Elevado	0	0	0,80	0
n total de estações		1			ΣIGI	220

AVALIAÇÃO FUNCIONAL				
Ponto n°:	26	GPS:	41°56'26"N	
Data:	07/06/2019		6°48'48"O	

Item	Degradação	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	ONDULAÇÕES	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
2	BURACOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
3	AFUNDAMENTOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	1	100,00	1,00	100,00
4	PERCURSO DE EROÇÃO	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
5	CASCALHO SOLTO/ PERDA DE AGREGADOS	Baixo	0	0,00	0,50	0,00
		Médio	0	0,00	0,75	0,00
		Elevado	0	0,00	0,80	0,00
6	POEIRA	Baixo	0	0	0,25	0,00
		Médio	0	0	0,30	0,00
		Elevado	0	0	0,35	0,00
n total de estações		1	ΣIGI		100,00	

Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL	0	0	1,00	0	
2	ACOSTAMENTOS/ BERMA ELEVADOS	Baixo	0	0	0,50	0
		Médio	0	0	0,75	0
		Elevado	0	0	1,00	0
3	BUEIROS/ GALERIAS/	0	0	1,00	0	
4	VALAS INEXISTENTES	1	100	1,00	100	
5	CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO/ SEDIMENTOS NA	Baixo	1	100	0,20	20
		Médio	0	0	0,60	0
		Elevado	0	0	0,80	0
n total de estações		1	ΣIGI		120	

AVALIAÇÃO FUNCIONAL				 ipb INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Ponto n°:	27	GPS:	41°56'22"N	
Data:	07/06/2019		6°48'48"O	

Item	Degradação	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	ONDULAÇÕES	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
2	BURACOS	Baixo	2	200,00	0,70	140,00
		Médio	2	200,00	0,85	170,00
		Elevado	2	200,00	1,00	200,00
3	AFUNDAMENTOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	1	100,00	0,85	85,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
4	PERCURSO DE EROÇÃO	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
5	CASCALHO SOLTO/ PERDA DE AGREGADOS	Baixo	0	0,00	0,50	0,00
		Médio	0	0,00	0,75	0,00
		Elevado	0	0,00	0,80	0,00
6	POEIRA	Baixo	0	0	0,25	0,00
		Médio	0	0	0,30	0,00
		Elevado	0	0	0,35	0,00
n total de estações		1			ΣIGI	595,00

Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL	1	100	1,00	100	
2	ACOSTAMENTOS/ BERMA ELEVADOS	Baixo	0	0	0,50	0
		Médio	0	0	0,75	0
		Elevado	0	0	1,00	0
3	BUEIROS/ GALERIAS/	1	100	1,00	100	
4	VALAS INEXISTENTES	1	100	1,00	100	
5	CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO/ SEDIMENTOS NA	Baixo	1	100	0,20	20
		Médio	0	0	0,60	0
		Elevado	0	0	0,80	0
n total de estações		1			ΣIGI	320

AVALIAÇÃO FUNCIONAL				 ipb INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Ponto n°:	28	GPS:	41°56'19"N	
Data:	07/06/2019		6°48'49"O	


Item	Degradação	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	ONDULAÇÕES	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
2	BURACOS	Baixo	1	100,00	0,70	70,00
		Médio	1	100,00	0,85	85,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
3	AFUNDAMENTOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	1	100,00	0,85	85,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
4	PERCURSO DE EROSIÃO	Baixo	1	100,00	0,70	70,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
5	CASCALHO SOLTO/ PERDA DE AGREGADOS	Baixo	0	0,00	0,50	0,00
		Médio	0	0,00	0,75	0,00
		Elevado	0	0,00	0,80	0,00
6	POEIRA	Baixo	0	0	0,25	0,00
		Médio	0	0	0,30	0,00
		Elevado	0	0	0,35	0,00
n total de estações		1			ΣIGI	310,00

Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL	1	100	1,00	100	
2	ACOSTAMENTOS/ BERMA ELEVADOS	Baixo	1	100	0,50	50
		Médio	0	0	0,75	0
		Elevado	0	0	1,00	0
3	BUEIROS/ GALERIAS/	0	0	1,00	0	
4	VALAS INEXISTENTES	1	100	1,00	100	
5	CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO/ SEDIMENTOS NA	Baixo	1	100	0,20	20
		Médio	0	0	0,60	0
		Elevado	0	0	0,80	0
n total de estações		1			ΣIGI	270

AVALIAÇÃO FUNCIONAL				 ipb INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Ponto n°:	29	GPS:	41°56'16"N	
Data:	07/06/2019		6°48'49"O	

Item	Degradação	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	ONDULAÇÕES	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
2	BURACOS	Baixo	3	300,00	0,70	210,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
3	AFUNDAMENTOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	1	100,00	0,85	85,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
4	PERCURSO DE EROSIÃO	Baixo	1	100,00	0,70	70,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
5	CASCALHO SOLTO/ PERDA DE AGREGADOS	Baixo	0	0,00	0,50	0,00
		Médio	0	0,00	0,75	0,00
		Elevado	0	0,00	0,80	0,00
6	POEIRA	Baixo	0	0	0,25	0,00
		Médio	0	0	0,30	0,00
		Elevado	0	0	0,35	0,00
n total de estações		1	ΣIGI		365,00	

Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL	1	100	1,00	100	
2	ACOSTAMENTOS/ BERMA ELEVADOS	Baixo	0	0	0,50	0
		Médio	0	0	0,75	0
		Elevado	0	0	1,00	0
3	BUEIROS/ GALERIAS/	0	0	1,00	0	
4	VALAS INEXISTENTES	1	100	1,00	100	
5	CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO/ SEDIMENTOS NA	Baixo	0	0	0,20	0
		Médio	1	100	0,60	60
		Elevado	0	0	0,80	0
n total de estações		1	ΣIGI		260	

AVALIAÇÃO FUNCIONAL				
Ponto n°:	30	GPS:	41°56'12"N	
Data:	07/06/2019		6°48'50"O	

Item	Degradação	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	ONDULAÇÕES	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	1	100,00	1,00	100,00
2	BURACOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	3	300,00	1,00	300,00
3	AFUNDAMENTOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	1	100,00	1,00	100,00
4	PERCURSO DE EROÇÃO	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	1	100,00	1,00	100,00
5	CASCALHO SOLTO/ PERDA DE AGREGADOS	Baixo	0	0,00	0,50	0,00
		Médio	0	0,00	0,75	0,00
		Elevado	1	100,00	0,80	80,00
6	POEIRA	Baixo	0	0	0,25	0,00
		Médio	0	0	0,30	0,00
		Elevado	0	0	0,35	0,00
n total de estações		1			ΣIGI	680,00

Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL	1	100	1,00	100	
2	ACOSTAMENTOS/ BERMA ELEVADOS	Baixo	0	0	0,50	0
		Médio	0	0	0,75	0
		Elevado	1	100	1,00	100
3	BUEIROS/ GALERIAS/	0	0	1,00	0	
4	VALAS INEXISTENTES	1	100	1,00	100	
5	CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO/ SEDIMENTOS NA	Baixo	1	100	0,20	20
		Médio	0	0	0,60	0
		Elevado	0	0	0,80	0
n total de estações		1			ΣIGI	320

AVALIAÇÃO FUNCIONAL				 ipb INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Ponto n°:	31	GPS:	41°56'10"	
Data:	07/06/2019		6°48'50"	

Item	Degradação	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	ONDULAÇÕES	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
2	BURACOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
3	AFUNDAMENTOS	Baixo	0	0,00	0,70	0,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	1	100,00	1,00	100,00
4	PERCURSO DE EROÇÃO	Baixo	1	100,00	0,70	70,00
		Médio	0	0,00	0,85	0,00
		Elevado	0	0,00	1,00	0,00
5	CASCALHO SOLTO/ PERDA DE AGREGADOS	Baixo	0	0,00	0,50	0,00
		Médio	0	0,00	0,75	0,00
		Elevado	0	0,00	0,80	0,00
6	POEIRA	Baixo	0	0	0,25	0,00
		Médio	0	0	0,30	0,00
		Elevado	0	0	0,35	0,00
n total de estações		1	ΣIGI		170,00	

Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	IGI	
1	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL	1	100	1,00	100	
2	ACOSTAMENTOS/ BERMA ELEVADOS	Baixo	1	100	0,50	50
		Médio	0	0	0,75	0
		Elevado	0	0	1,00	0
3	BUEIROS/ GALERIAS/	0	0	1,00	0	
4	VALAS INEXISTENTES	1	100	1,00	100	
5	CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO/ SEDIMENTOS NA	Baixo	1	100	0,20	20
		Médio	0	0	0,60	0
		Elevado	0	0	0,80	0
n total de estações		1	ΣIGI		270	

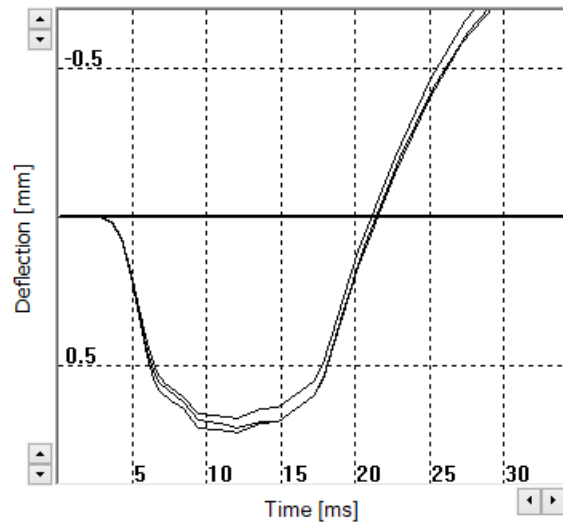
APÊNDICE C – Relatório do ensaio LFWD

PONTO 1

Manufacturer	Zorn Instruments	Device Number	9983
Testing instrument	ZFG 3.0	Measurement Type	300 mm/15 kg

Test Number (No)	7		
Testing Date & Time	2019.05.03 10:24:42	Card Number	41218153939
Location	<input type="text"/>	Operator	<input type="text"/>
Soil type	<input type="text"/>	Layer thickness	<input type="text"/>
Soil group	<input type="text"/>	Weather/Temperature	<input type="text"/>

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	263.6	0.718
2	241.9	0.703
3	235.7	0.670
Ø	247.1	0.697



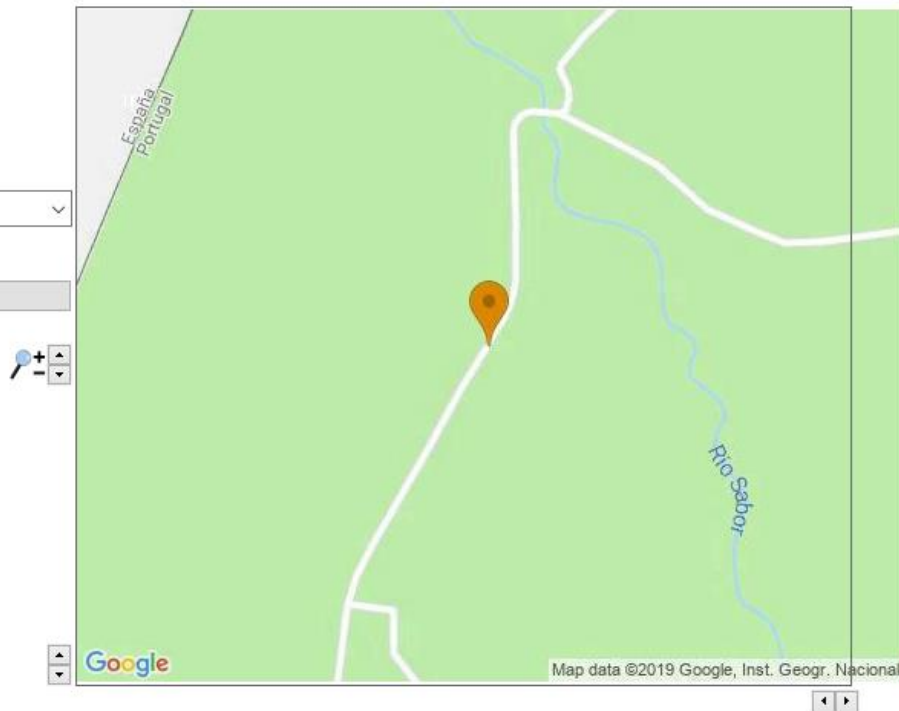
Result **Evd 1,5: 48.42 MN/m²**
s/v: 2.821ms

Location N 41°962379
W 6°807867

Location on map

Map type
Road map

Map settings
Default



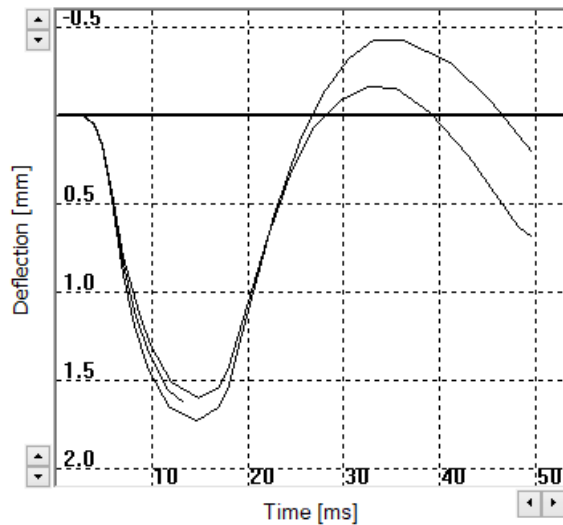
PONTO 2

Manufacturer	Zorn Instruments	Device Number	9983
Testing instrument	ZFG 3.0	Measurement Type	300 mm/15 kg

Test Number (No)	8		
Testing Date & Time	2019.05.03 10:32:29	Card Number	41218153939
Location	<input type="text"/>	Operator	<input type="text"/>
Soil type	<input type="text"/>	Layer thickness	<input type="text"/>
Soil group	<input type="text"/>	Weather/Temperature	<input type="text"/>

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	317.7	1.597
2	339.5	1.662
3	363.1	1.730
Ø	340.1	1.663

Result **Evd 1,5: 20.29 MN/m²**
s/v: 4.890ms

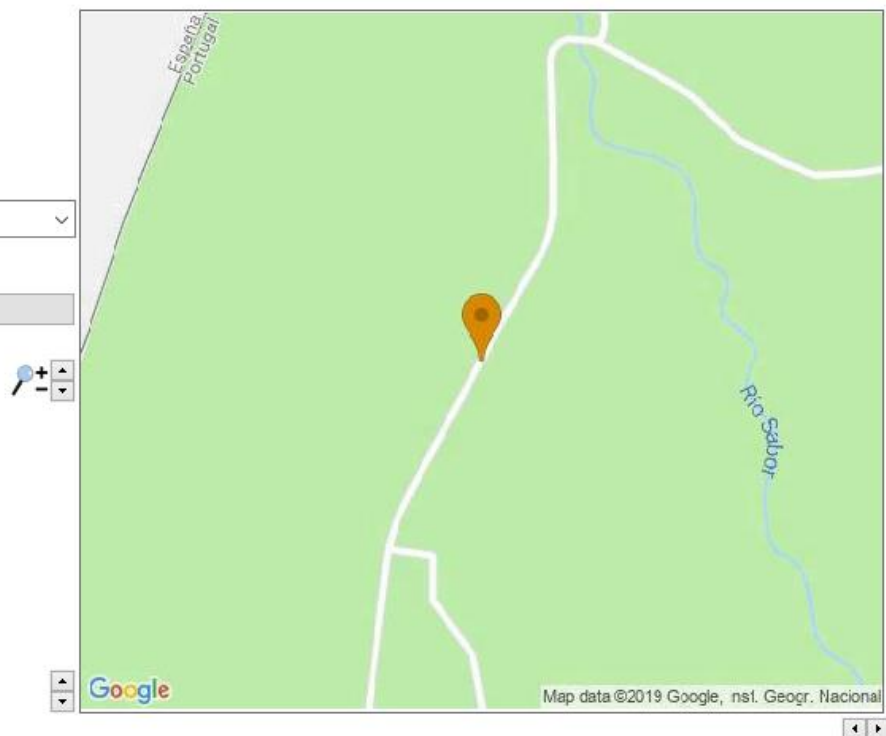


Location N 41°961586
W 6°808510

Location on map

Map type
Road map

Map settings
Default

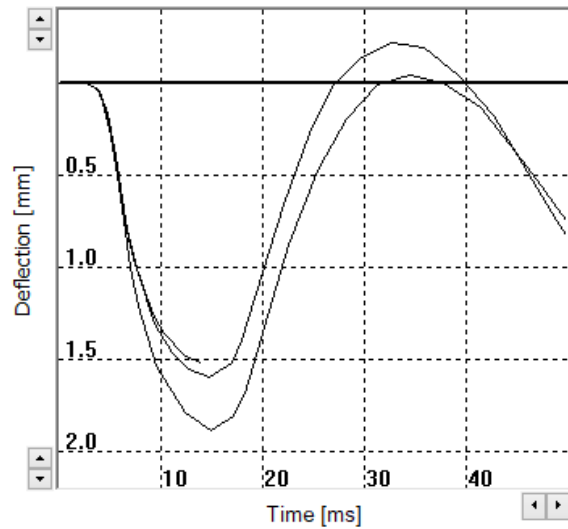


PONTO 3

Manufacturer	Zorn Instruments	Device Number	9983
Testing instrument	ZFG 3.0	Measurement Type	300 mm/15 kg

Test Number (No)	9		
Testing Date & Time	2019.05.03 10:37:08	Card Number	41218153939
Location	<input type="text"/>	Operator	<input type="text"/>
Soil type	<input type="text"/>	Layer thickness	<input type="text"/>
Soil group	<input type="text"/>	Weather/Temperature	<input type="text"/>

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	351.3	1.525
2	348.5	1.592
3	425.2	1.878
Ø	375.0	1.665



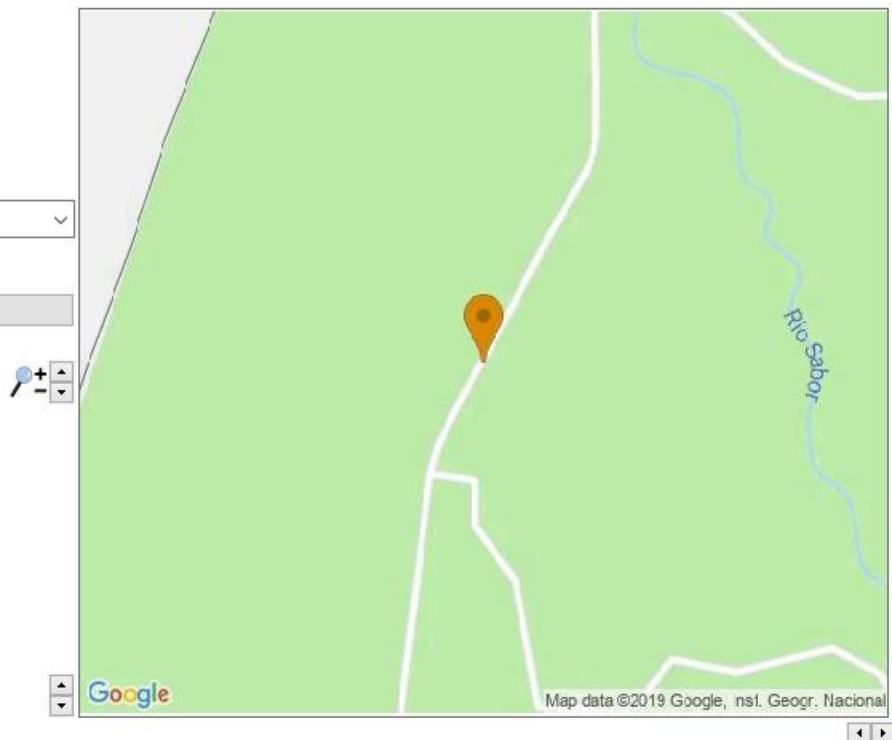
Result **Evd 1,5: 20.27 MN/m²**
s/v: 4.440ms

Location N 41°960800
W 6°809108

Location on map

Map type
Road map

Map settings
Default



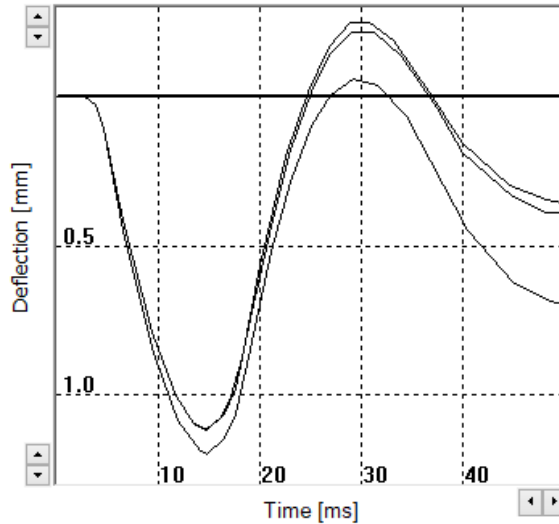
PONTO 4

Manufacturer	Zorn Instruments	Device Number	9983
Testing instrument	ZFG 3.0	Measurement Type	300 mm/15 kg

Test Number (No)	10	Card Number	41218153939
Testing Date & Time	2019.05.03 10:42:11	Operator	
Location		Layer thickness	
Soil type		Weather/Temperature	
Soil group			

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	184.1	1.187
2	168.8	1.106
3	169.4	1.112
Ø	174.1	1.135

Result **Evd 1,5: 29.73 MN/m²**
s/v: 6.519ms

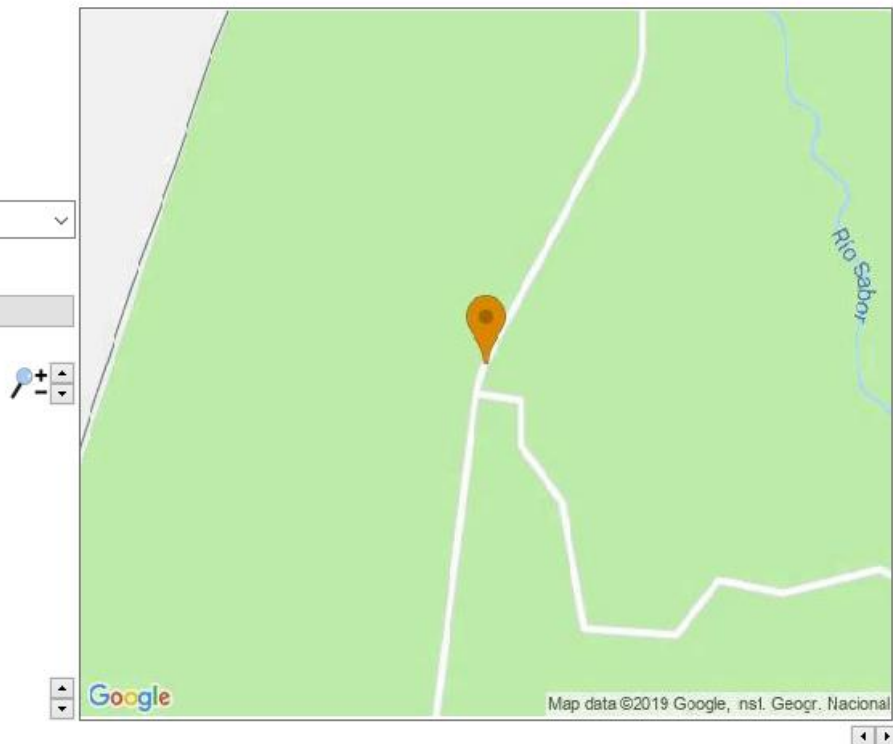


Location N 41°959988
W 6°809730

Location on map

Map type
Road map

Map settings
Default



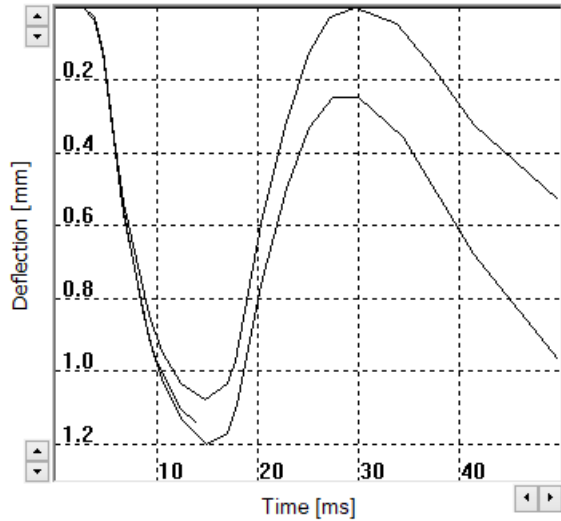
PONTO 5

Manufacturer	Zorn Instruments	Device Number	9983
Testing instrument	ZFG 3.0	Measurement Type	300 mm/15 kg

Test Number (No)	11	Card Number	41218153939
Testing Date & Time	2019.05.03 10:46:12	Operator	<input type="text"/>
Location	<input type="text"/>	Layer thickness	<input type="text"/>
Soil type	<input type="text"/>	Weather/Temperature	<input type="text"/>
Soil group	<input type="text"/>		

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	226.9	1.148
2	233.3	1.188
3	217.9	1.071
Ø	226.0	1.136

Result **Evd 1,5: 29.71 MN/m²**
s/v: 5.024ms

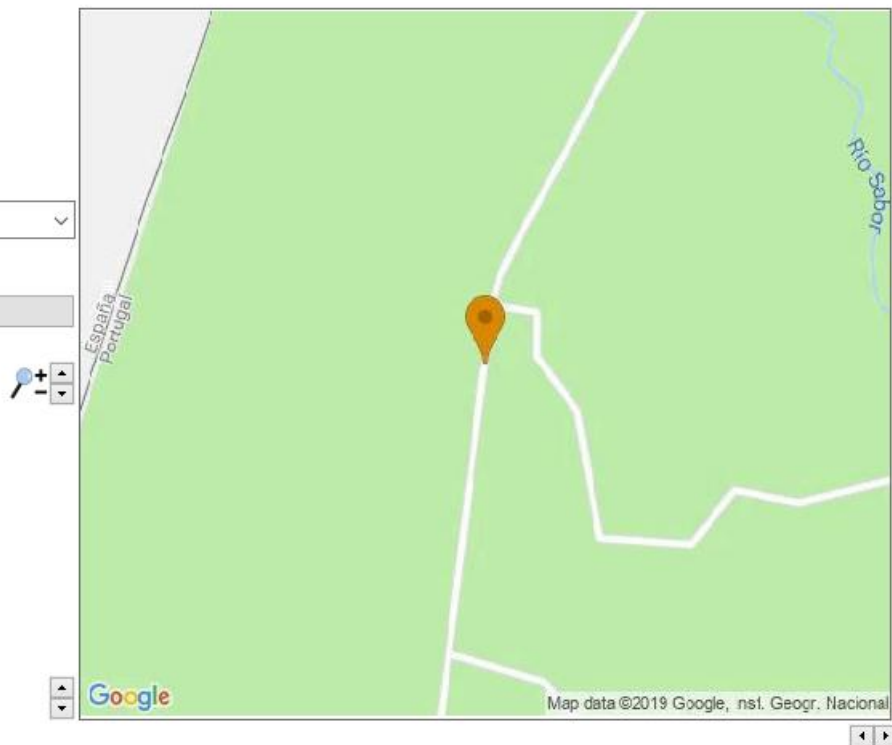


Location N 41°959099
W 6°809952

Location on map

Map type
Road map

Map settings
Default

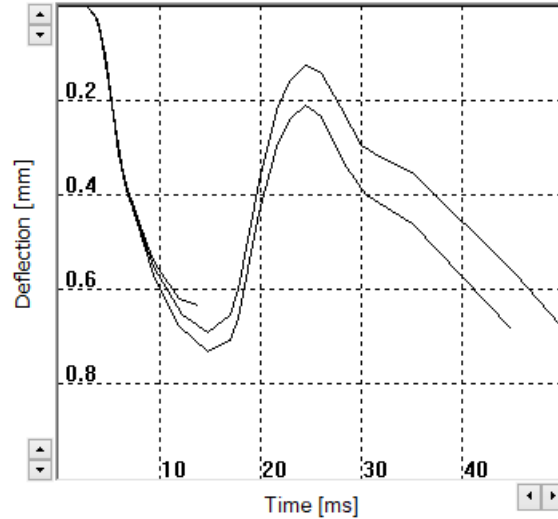


PONTO 6

Manufacturer	Zorn Instruments	Device Number	9983
Testing instrument	ZFG 3.0	Measurement Type	300 mm/15 kg

Test Number (No)	12	Card Number	41218153939
Testing Date & Time	2019.05.03 10:50:04	Operator	
Location		Layer thickness	
Soil type		Weather/Temperature	
Soil group			

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	156.1	0.631
2	156.0	0.677
3	155.3	0.721
Ø	155.8	0.676



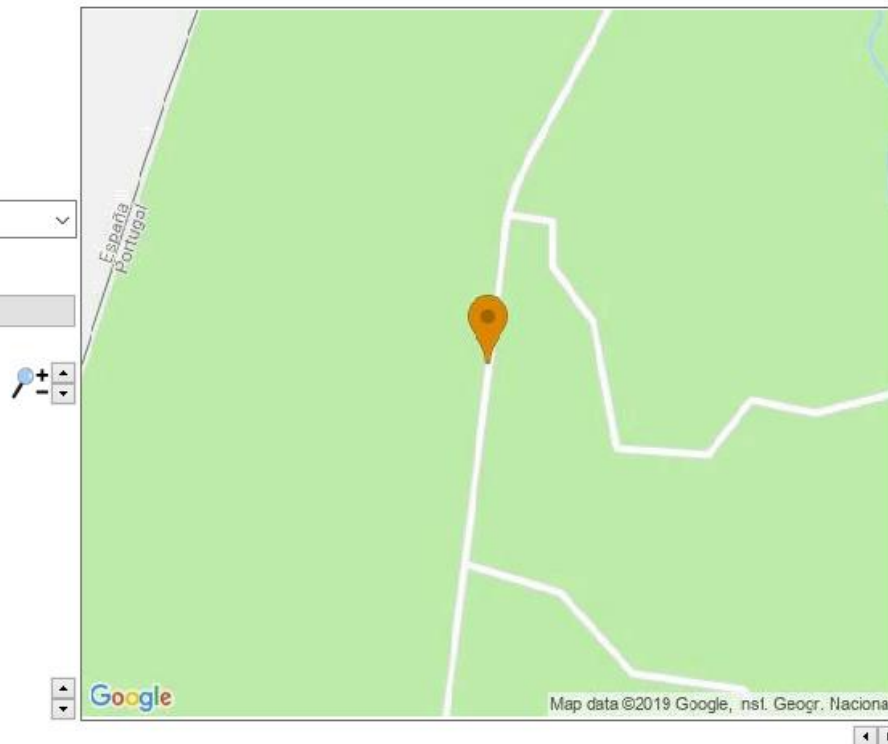
Result **Evd 1,5: 49.90 MN/m²**
s/v: 4.341ms

Location N 41°958199
W 6°810145

Location on map

Map type
Road map

Map settings
Default



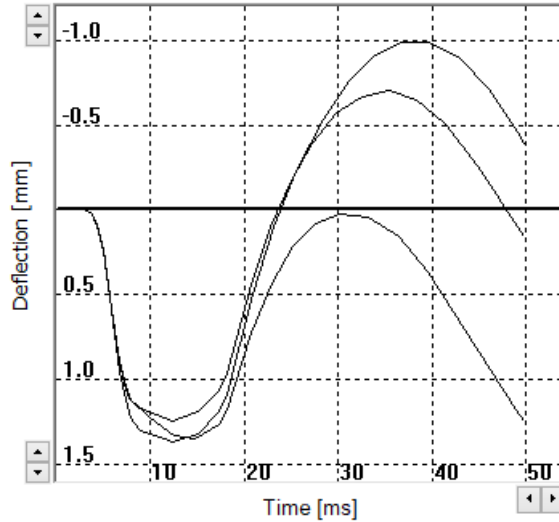
PONTO 7

Manufacturer	Zorn Instruments	Device Number	9983
Testing instrument	ZFG 3.0	Measurement Type	300 mm/15 kg

Test Number (No)	14	Card Number	41218153939
Testing Date & Time	2019.05.03 11:00:17	Operator	<input type="text"/>
Location	<input type="text"/>	Layer thickness	<input type="text"/>
Soil type	<input type="text"/>	Weather/Temperature	<input type="text"/>
Soil group	<input type="text"/>		

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	398.5	1.341
2	409.3	1.241
3	433.5	1.363
Ø	413.8	1.315

Result **Evd 1,5: 25.66 MN/m²**
s/v: 3.178ms

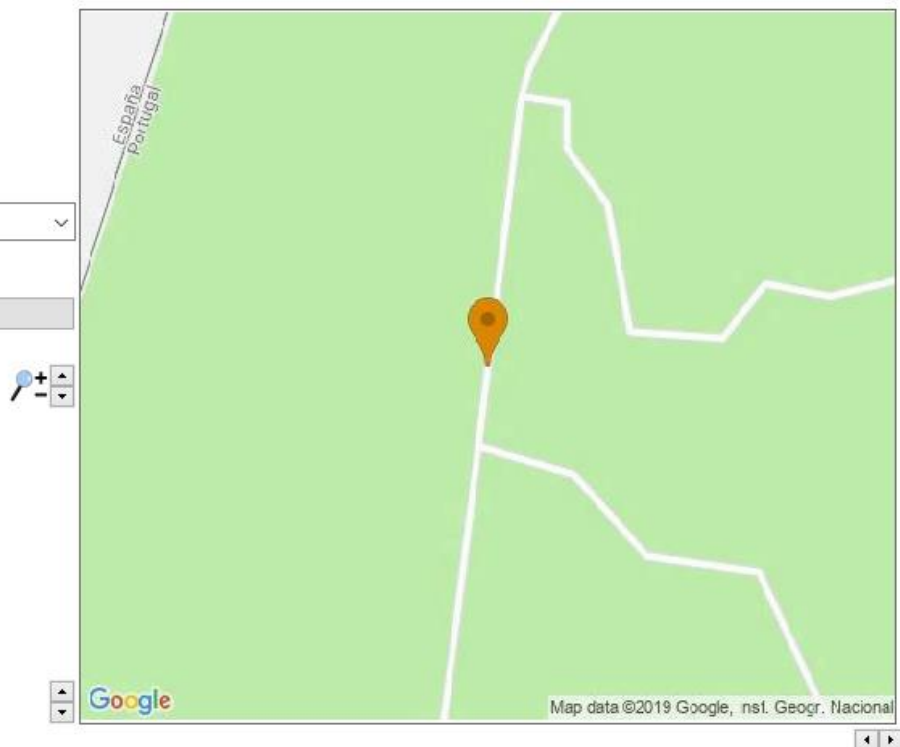


Location N 41°957001
W 6°810345

Location on map

Map type
Road map

Map settings
Default

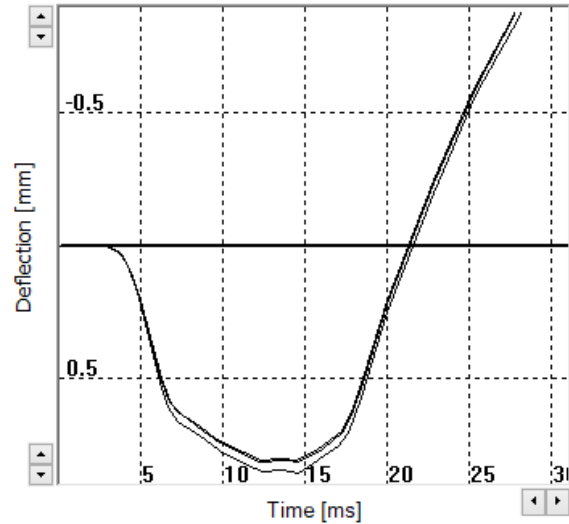


PONTO 8

Manufacturer	Zorn Instruments	Device Number	9983
Testing instrument	ZFG 3.0	Measurement Type	300 mm/15 kg

Test Number (No)	15		
Testing Date & Time	2019.05.03 11:04:32	Card Number	41218153939
Location	<input type="text"/>	Operator	<input type="text"/>
Soil type	<input type="text"/>	Layer thickness	<input type="text"/>
Soil group	<input type="text"/>	Weather/Temperature	<input type="text"/>

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	270.4	0.847
2	257.8	0.808
3	260.5	0.803
Ø	262.9	0.819



Result **Evd 1,5: 41.19 MN/m²**
s/v: 3.117ms

Location N 41°956394
W 6°810413

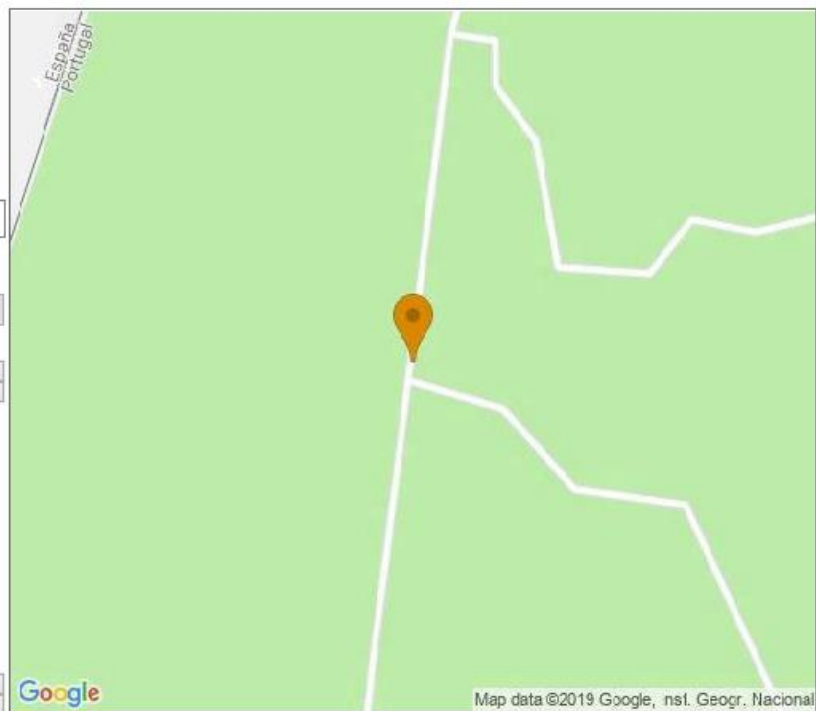
Location on map

Map type

Road map

Map settings

Default



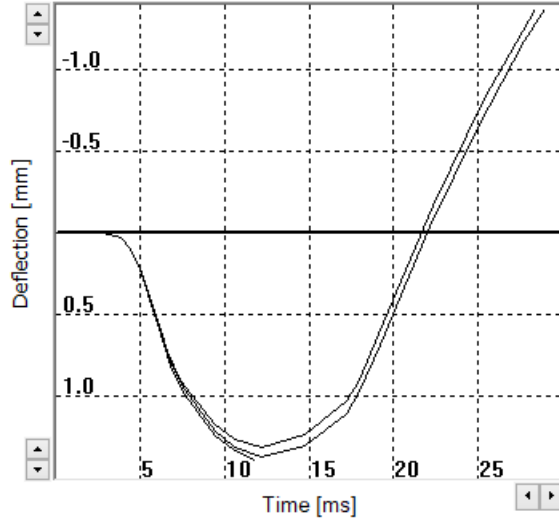
PONTO 9

Manufacturer	Zorn Instruments	Device Number	9983
Testing instrument	ZFG 3.0	Measurement Type	300 mm/15 kg

Test Number (No)	16	Card Number	41218153939
Testing Date & Time	2019.05.03 11:09:43	Operator	
Location		Layer thickness	
Soil type		Weather/Temperature	
Soil group			

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	351.2	1.397
2	343.5	1.366
3	330.6	1.310
Ø	341.8	1.358

Result **Evd 1,5: 24.85 MN/m²**
s/v: 3.972ms

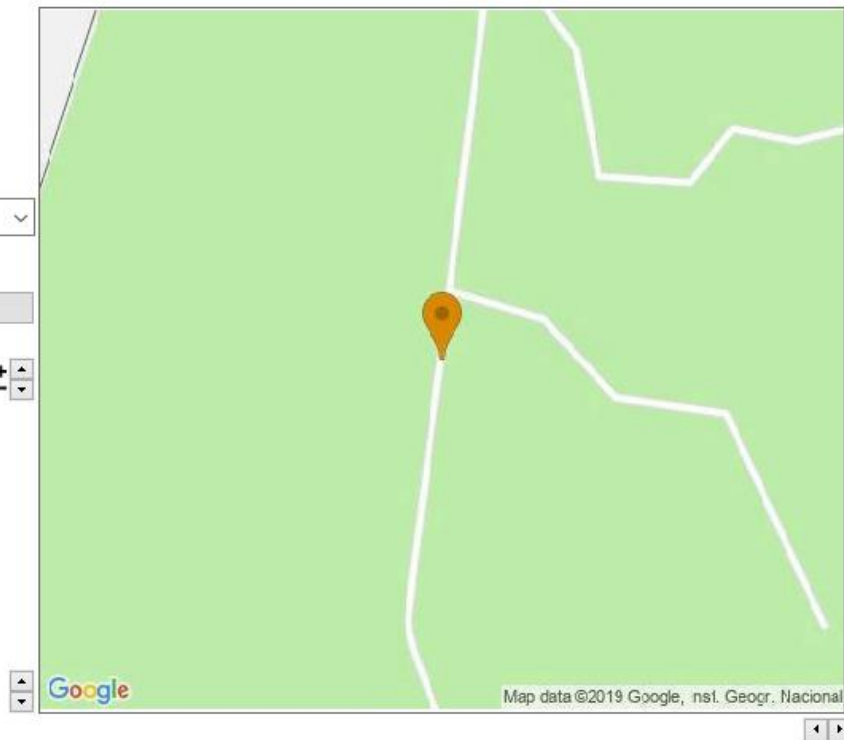


Location N 41°955505
W 6°810572

Location on map

Map type
Road map

Map settings
Default

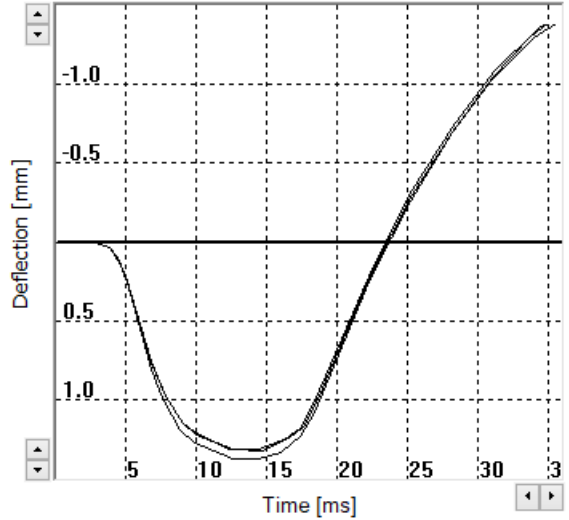


PONTO 10

Manufacturer	Zorn Instruments	Device Number	9983
Testing instrument	ZFG 3.0	Measurement Type	300 mm/15 kg

Test Number (No)	17		
Testing Date & Time	2019.05.03 11:15:22	Card Number	41218153939
Location	<input type="text"/>	Operator	<input type="text"/>
Soil type	<input type="text"/>	Layer thickness	<input type="text"/>
Soil group	<input type="text"/>	Weather/Temperature	<input type="text"/>

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	338.7	1.367
2	321.7	1.313
3	321.5	1.303
Ø	327.3	1.328



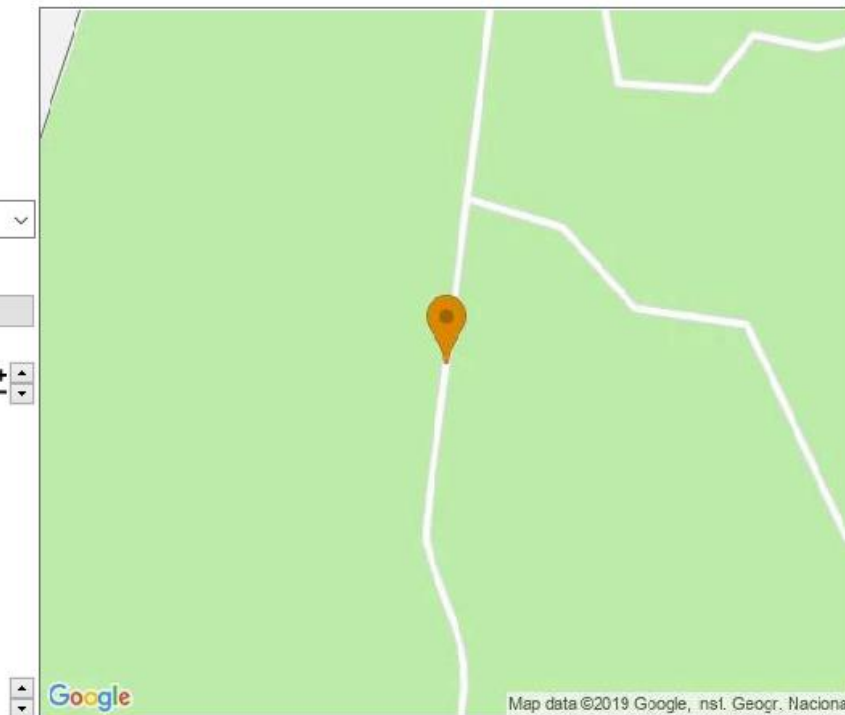
Result **Evd 1,5: 25.42 MN/m²**
s/v: 4.056ms

Location N 41°954567
 W 6°810771

Location on map

Map type
 Road map

Map settings
 Default

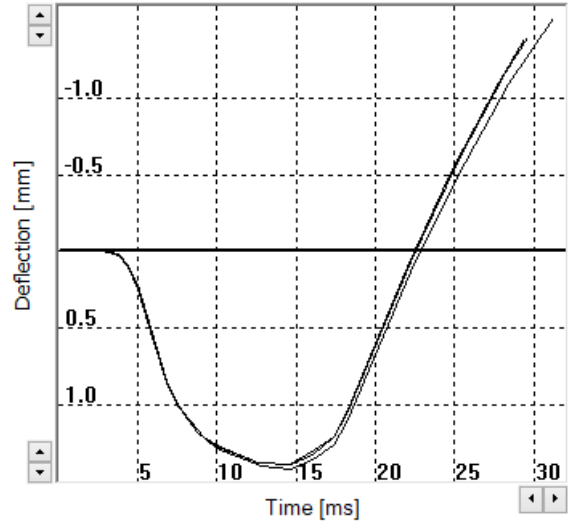


PONTO 11

Manufacturer	Zorn Instruments	Device Number	9983
Testing instrument	ZFG 3.0	Measurement Type	300 mm/15 kg

Test Number (No)	18		
Testing Date & Time	2019.05.03 11:19:07	Card Number	41218153939
Location	<input type="text"/>	Operator	<input type="text"/>
Soil type	<input type="text"/>	Layer thickness	<input type="text"/>
Soil group	<input type="text"/>	Weather/Temperature	<input type="text"/>

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	375.2	1.384
2	371.0	1.389
3	379.0	1.417
Ø	375.1	1.397



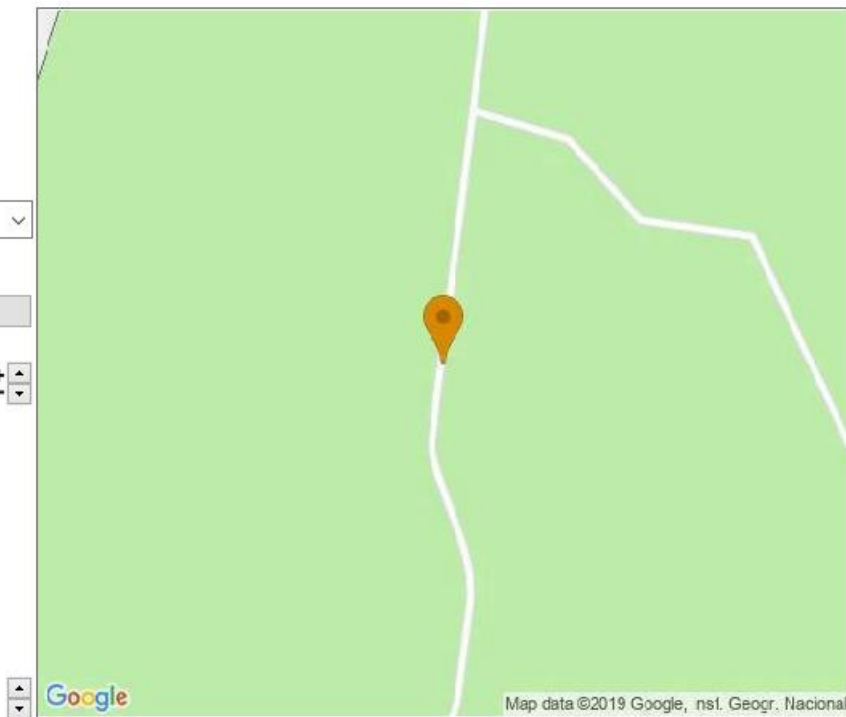
Result **Evd 1,5: 24.16 MN/m²**
s/v: 3.724ms

Location N 41°953686
 W 6°810900

Location on map

Map type
 Road map

Map settings
 Default



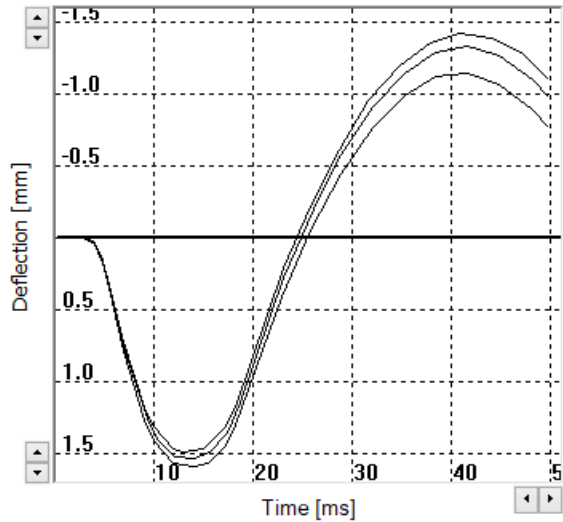
PONTO 12

Manufacturer	Zorn Instruments	Device Number	9983
Testing instrument	ZFG 3.0	Measurement Type	300 mm/15 kg

Test Number (No)	19	Card Number	41218153939
Testing Date & Time	2019.05.03 11:23:03	Operator	
Location		Layer thickness	
Soil type		Weather/Temperature	
Soil group			

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	308.3	1.538
2	328.6	1.596
3	302.7	1.489
Ø	313.2	1.541

Result **Evd 1,5: 21.90 MN/m²**
s/v: 4.920ms

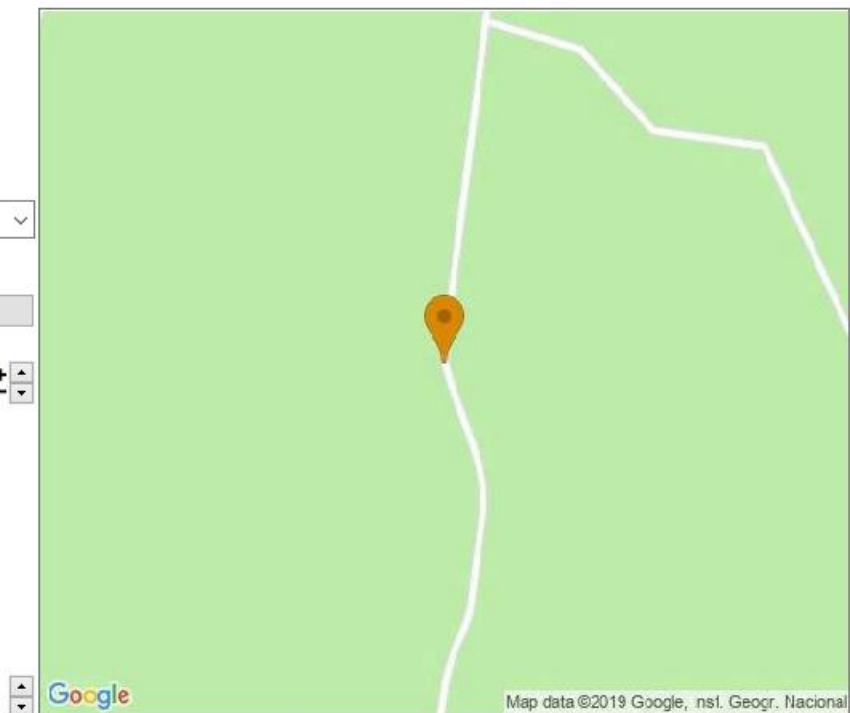


Location N 41°952793
 W 6°811070

Location on map

Map type
 Road map

Map settings
 Default



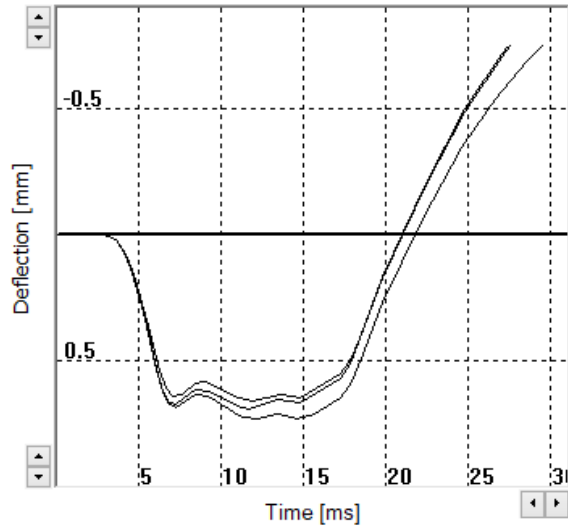
PONTO 13

Manufacturer	Zorn Instruments	Device Number	9983
Testing instrument	ZFG 3.0	Measurement Type	300 mm/15 kg

Test Number (No)	20		
Testing Date & Time	2019.05.03 11:26:27	Card Number	41218153939
Location	<input type="text"/>	Operator	<input type="text"/>
Soil type	<input type="text"/>	Layer thickness	<input type="text"/>
Soil group	<input type="text"/>	Weather/Temperature	<input type="text"/>

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	305.3	0.727
2	302.7	0.681
3	278.1	0.654
Ø	295.4	0.687

Result **Evd 1,5: 49.10 MN/m²**
s/v: 2.327ms

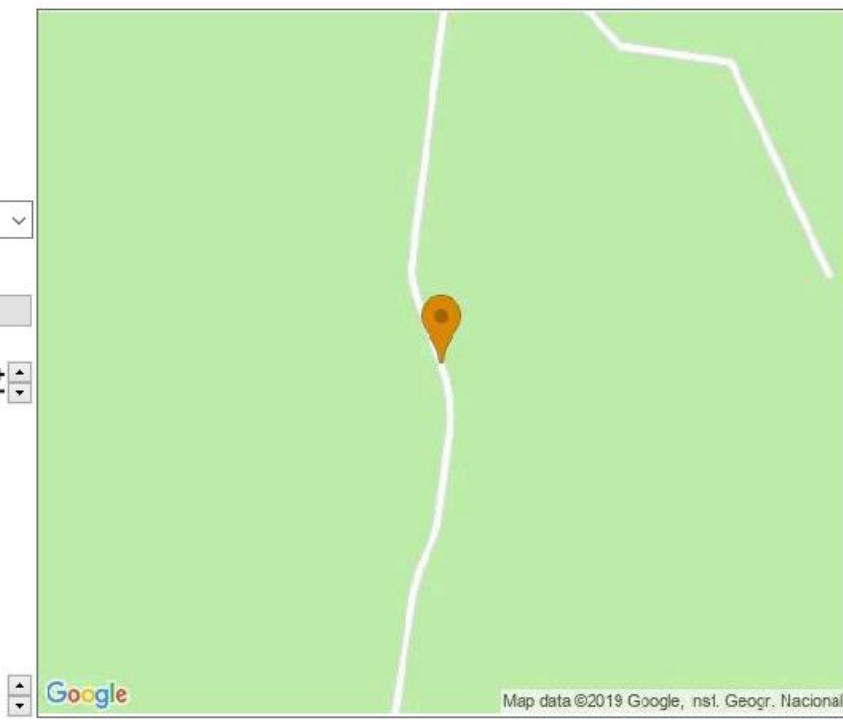


Location N 41°951946
W 6°8'10647

Location on map

Map type
Road map

Map settings
Default



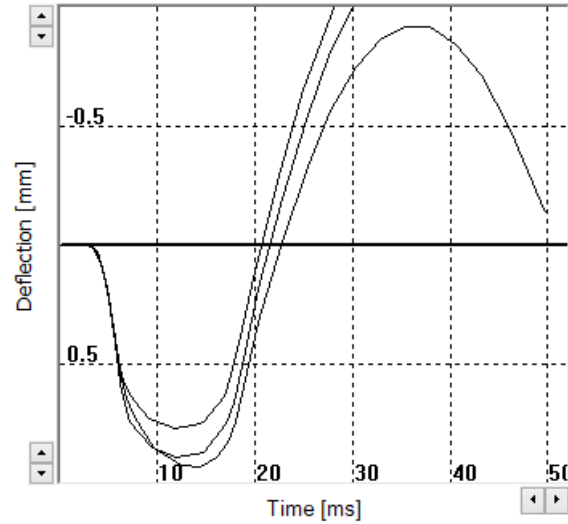
PONTO 14

Manufacturer	Zorn Instruments	Device Number	9983
Testing instrument	ZFG 3.0	Measurement Type	300 mm/15 kg

Test Number (No)	21	Card Number	41218153939
Testing Date & Time	2019.05.03 11:30:57	Operator	<input type="text"/>
Location	<input type="text"/>	Layer thickness	<input type="text"/>
Soil type	<input type="text"/>	Weather/Temperature	<input type="text"/>
Soil group	<input type="text"/>		

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	272.8	0.923
2	300.9	0.884
3	264.9	0.766
Ø	279.5	0.858

Result **Evd 1,5: 39.35 MN/m²**
s/v: 3.068ms

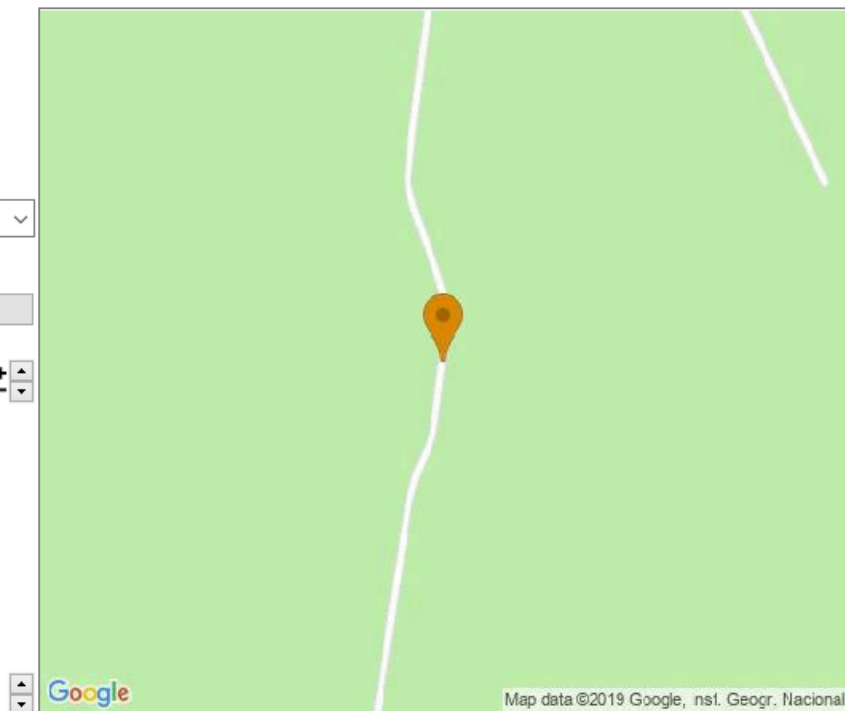


Location N 41°95'10.38"
W 6°8'10.560"

Location on map

Map type
Road map

Map settings
Default

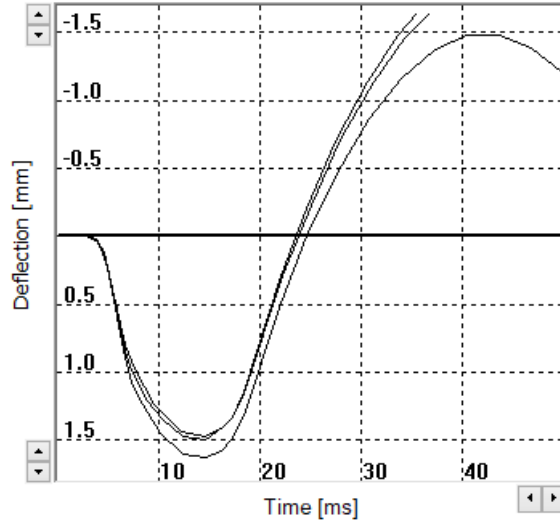


PONTO 15

Manufacturer	Zorn Instruments	Device Number	9983
Testing instrument	ZFG 3.0	Measurement Type	300 mm/15 kg

Test Number (No)	22	Card Number	41218153939
Testing Date & Time	2019.05.03 11:35:42	Operator	
Location		Layer thickness	
Soil type		Weather/Temperature	
Soil group			

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	413.9	1.634
2	373.9	1.493
3	352.3	1.478
Ø	380.0	1.535



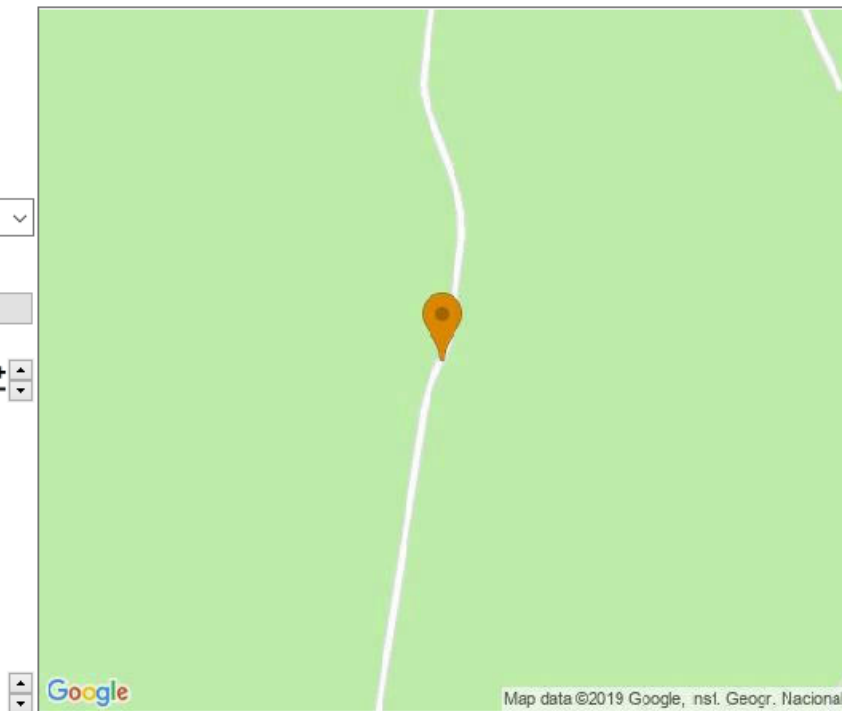
Result **Evd 1,5: 21.98 MN/m²**
s/v: 4.039ms

Location N 41°950089
W 6°8'10800

Location on map

Map type
Road map

Map settings
Default



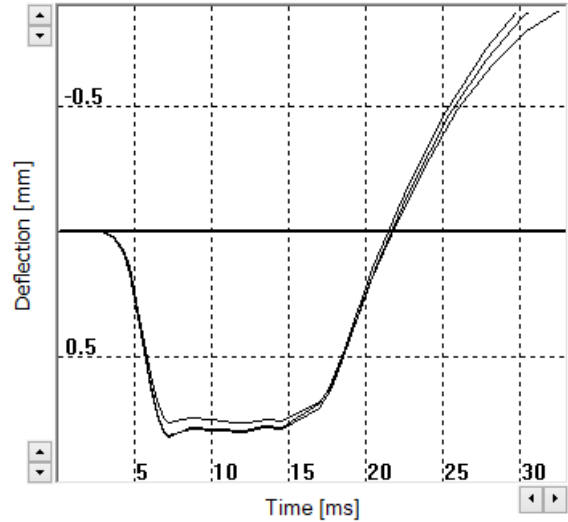
PONTO 16

Manufacturer	Zorn Instruments	Device Number	9983
Testing instrument	ZFG 3.0	Measurement Type	300 mm/15 kg

Test Number (No)	23		
Testing Date & Time	2019.05.03 11:39:55	Card Number	41218153939
Location	<input type="text"/>	Operator	<input type="text"/>
Soil type	<input type="text"/>	Layer thickness	<input type="text"/>
Soil group	<input type="text"/>	Weather/Temperature	<input type="text"/>

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	365.7	0.815
2	337.1	0.762
3	358.3	0.811
Ø	353.7	0.796

Result **Evd 1,5: 42.39 MN/m²**
s/v: 2.250ms

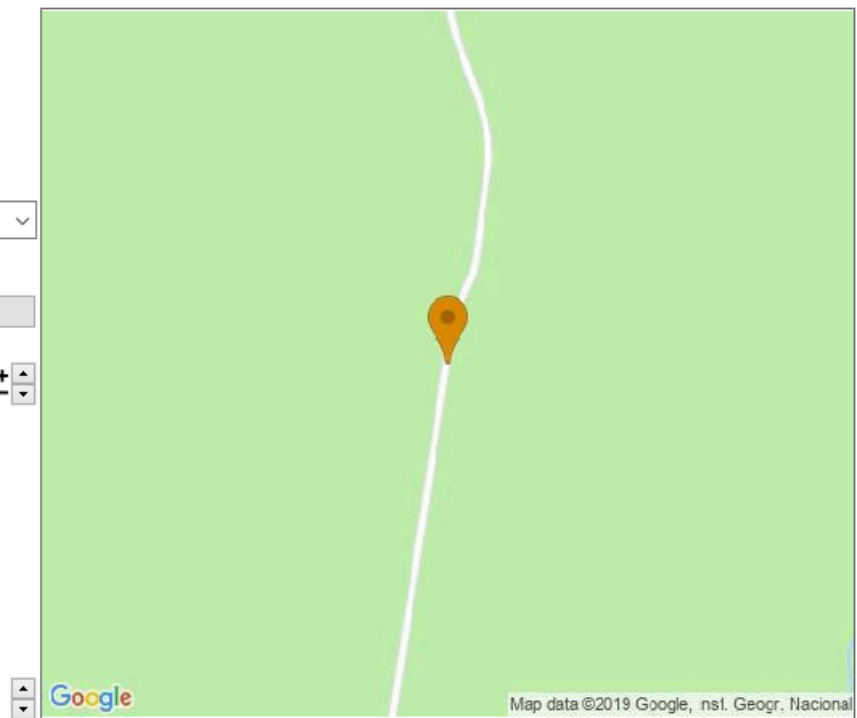


Location N 41°949306
W 6°811103

Location on map

Map type
Road map

Map settings
Default

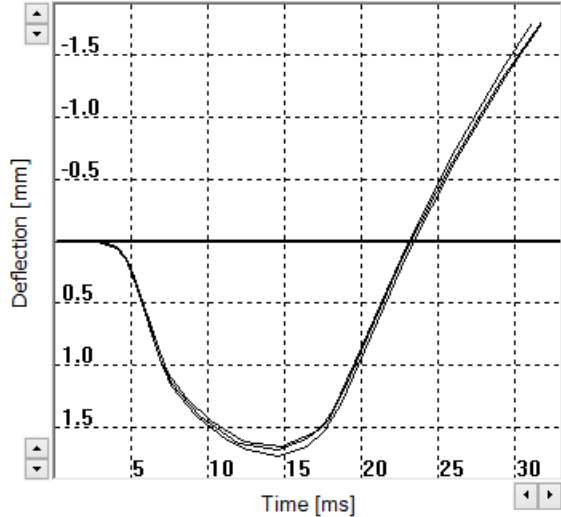


PONTO 17

Manufacturer	Zorn Instruments	Device Number	9983
Testing instrument	ZFG 3.0	Measurement Type	300 mm/15 kg

Test Number (No)	24	Card Number	41218153939
Testing Date & Time	2019.05.03 11:44:45	Operator	
Location		Layer thickness	
Soil type		Weather/Temperature	
Soil group			

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	417.6	1.719
2	409.8	1.668
3	401.0	1.647
Ø	409.5	1.678



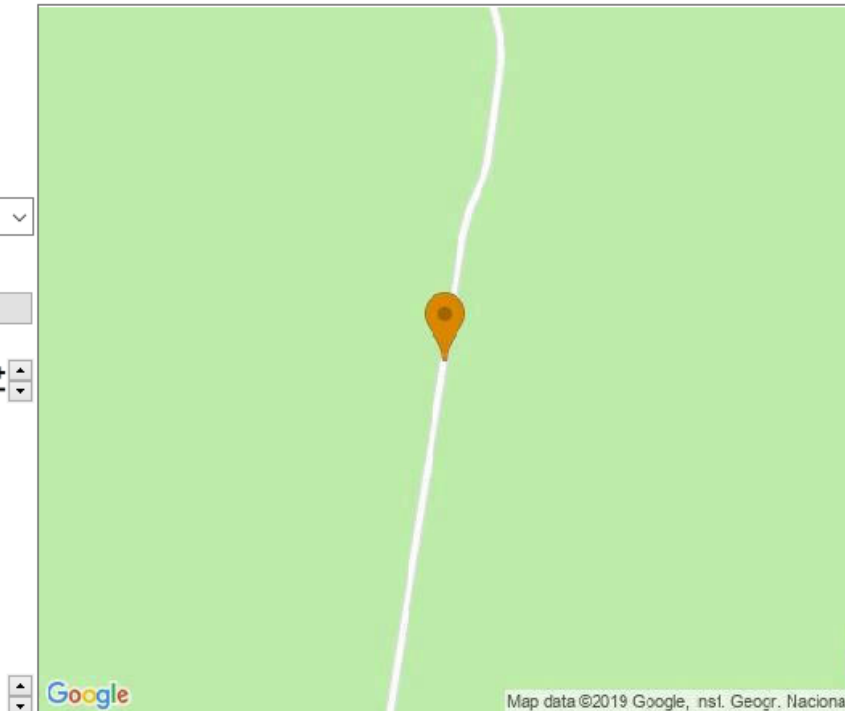
Result **Evd 1,5: 20.11 MN/m²**
s/v: 4.098ms

Location N 41°948345
 W 6°811316

Location on map

Map type
 Road map

Map settings
 Default



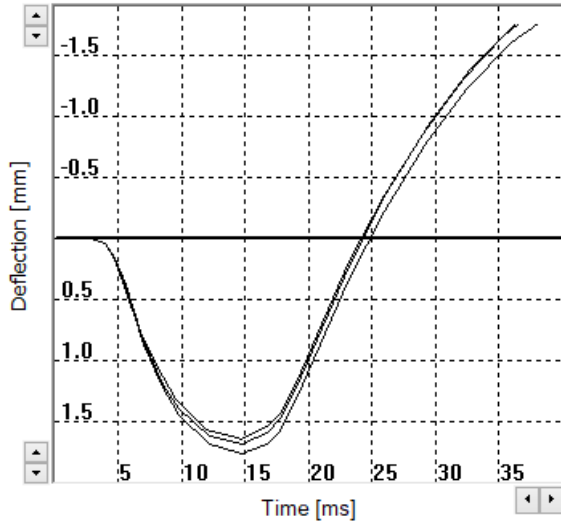
PONTO 18

Manufacturer	Zorn Instruments	Device Number	9983
Testing instrument	ZFG 3.0	Measurement Type	300 mm/15 kg

Test Number (No)	25	Card Number	41218153939
Testing Date & Time	2019.05.03 11:48:13	Operator	<input type="text"/>
Location	<input type="text"/>	Layer thickness	<input type="text"/>
Soil type	<input type="text"/>	Weather/Temperature	<input type="text"/>
Soil group	<input type="text"/>		

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	359.2	1.765
2	344.5	1.680
3	334.8	1.638
Ø	346.2	1.694

Result **Evd 1,5: 19.91 MN/m²**
s/v: 4.895ms

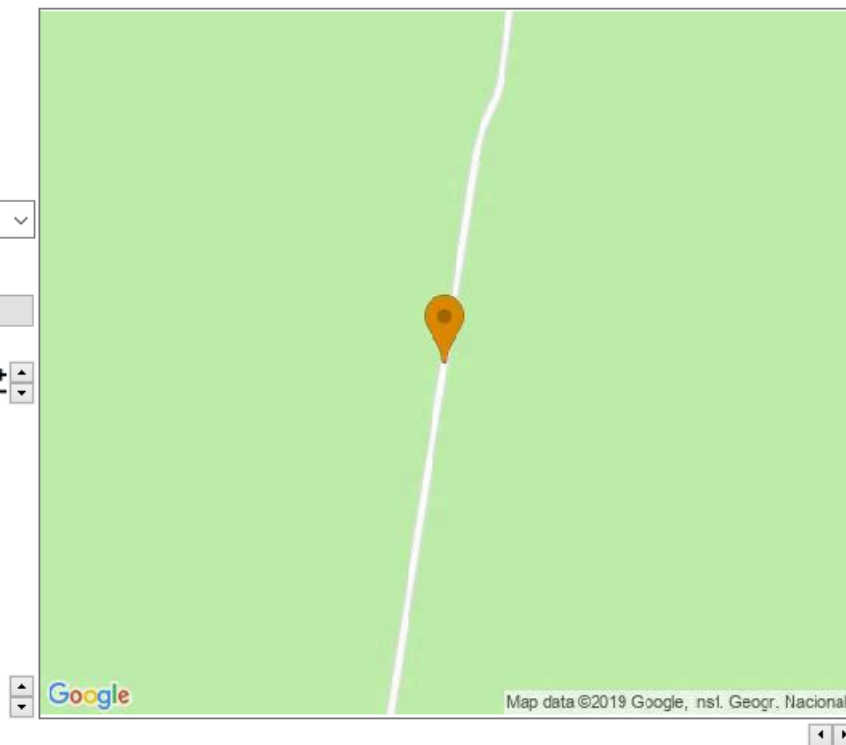


Location N 41°947525
W 6°811510

Location on map

Map type
Road map

Map settings
Default



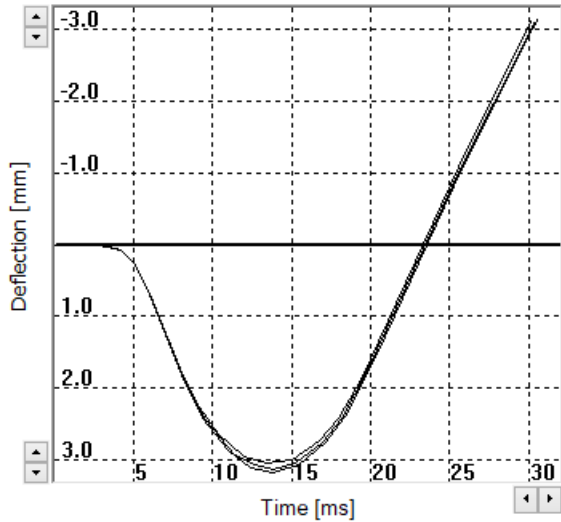
PONTO 19

Manufacturer	Zorn Instruments	Device Number	9983
Testing instrument	ZFG 3.0	Measurement Type	300 mm/15 kg

Test Number (No)	26	Card Number	41218153939
Testing Date & Time	2019.05.03 11:51:52	Operator	<input type="text"/>
Location	<input type="text"/>	Layer thickness	<input type="text"/>
Soil type	<input type="text"/>	Weather/Temperature	<input type="text"/>
Soil group	<input type="text"/>		

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	561.9	3.121
2	597.1	3.161
3	593.8	3.048
Ø	584.3	3.110

Result **Evd 1,5: 10.85 MN/m²**
s/v: 5.323ms

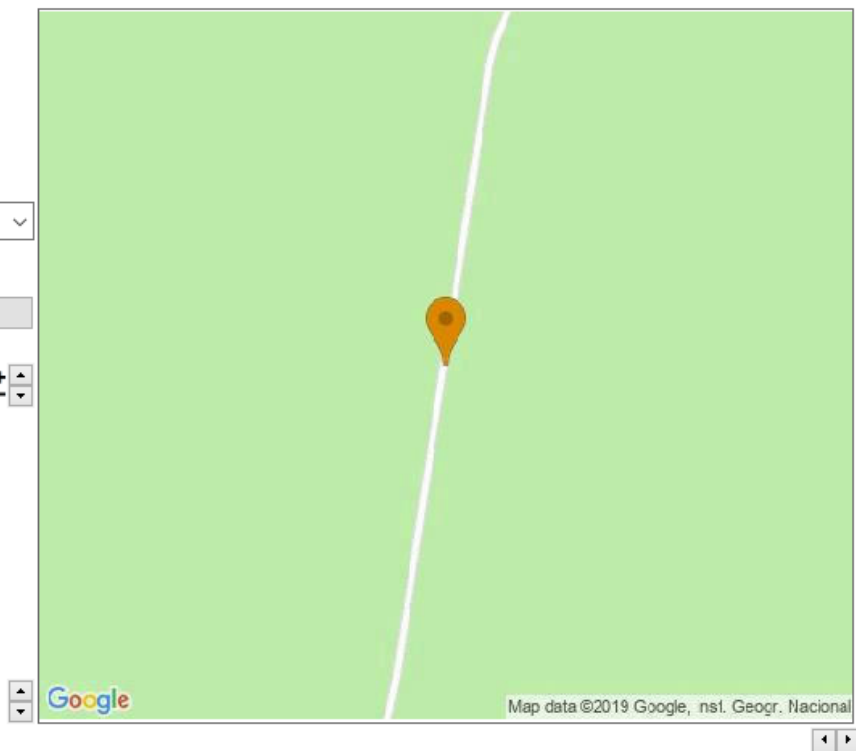


Location N 41°946613
 W 6°811680

Location on map

Map type
 Road map

Map settings
 Default

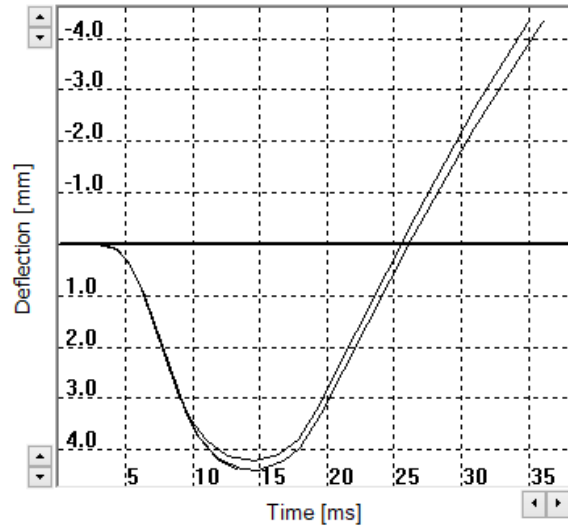


PONTO 20

Manufacturer	Zorn Instruments	Device Number	9983
Testing instrument	ZFG 3.0	Measurement Type	300 mm/15 kg

Test Number (No)	27		
Testing Date & Time	2019.05.03 11:55:59	Card Number	41218153939
Location	<input type="text"/>	Operator	<input type="text"/>
Soil type	<input type="text"/>	Layer thickness	<input type="text"/>
Soil group	<input type="text"/>	Weather/Temperature	<input type="text"/>

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	773.4	4.470
2	771.0	4.419
3	789.8	4.221
Ø	778.1	4.370



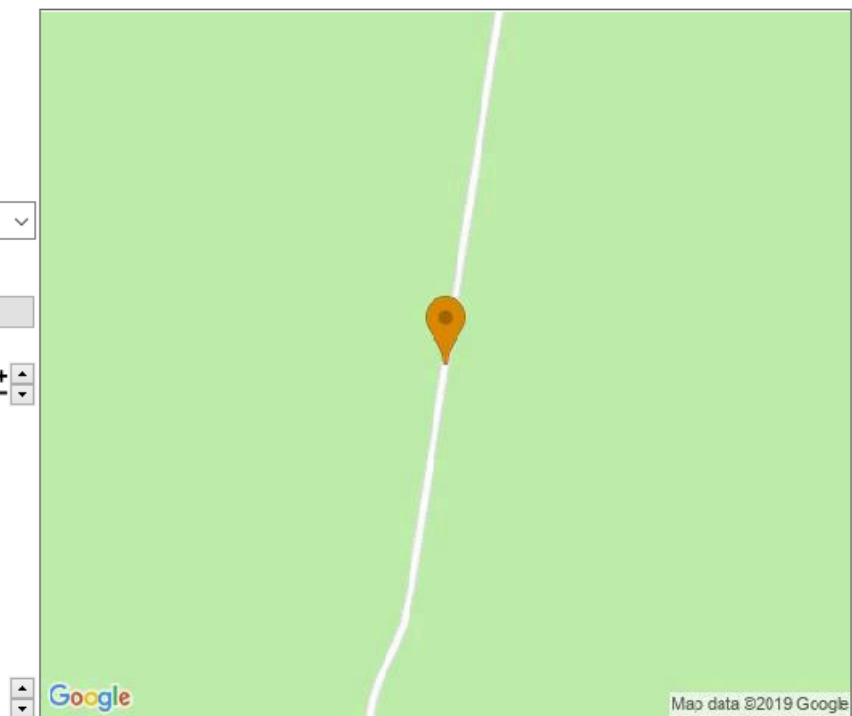
Result **Evd 1,5: 7.72 MN/m²**
s/v: 5.616ms

Location N 41°945732
 W 6°811897

Location on map

Map type
 Road map

Map settings
 Default



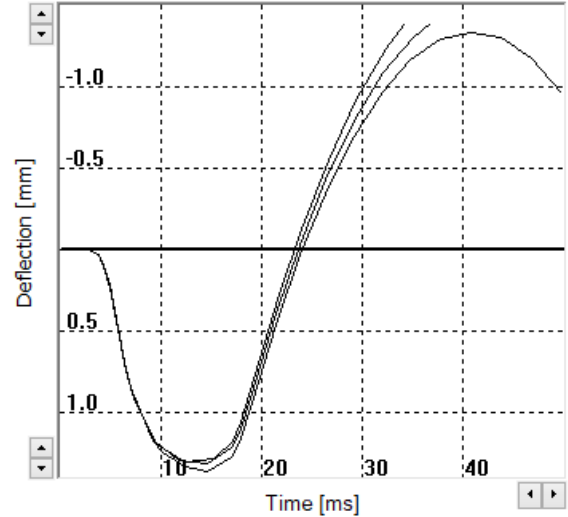
PONTO 21

Manufacturer	Zorn Instruments	Device Number	9983
Testing instrument	ZFG 3.0	Measurement Type	300 mm/15 kg

Test Number (No)	28	Card Number	41218153939
Testing Date & Time	2019.05.03 11:59:33	Operator	
Location		Layer thickness	
Soil type		Weather/Temperature	
Soil group			

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	341.7	1.353
2	352.1	1.300
3	340.9	1.310
Ø	344.9	1.321

Result **Evd 1,5: 25.54 MN/m²**
s/v: 3.830ms

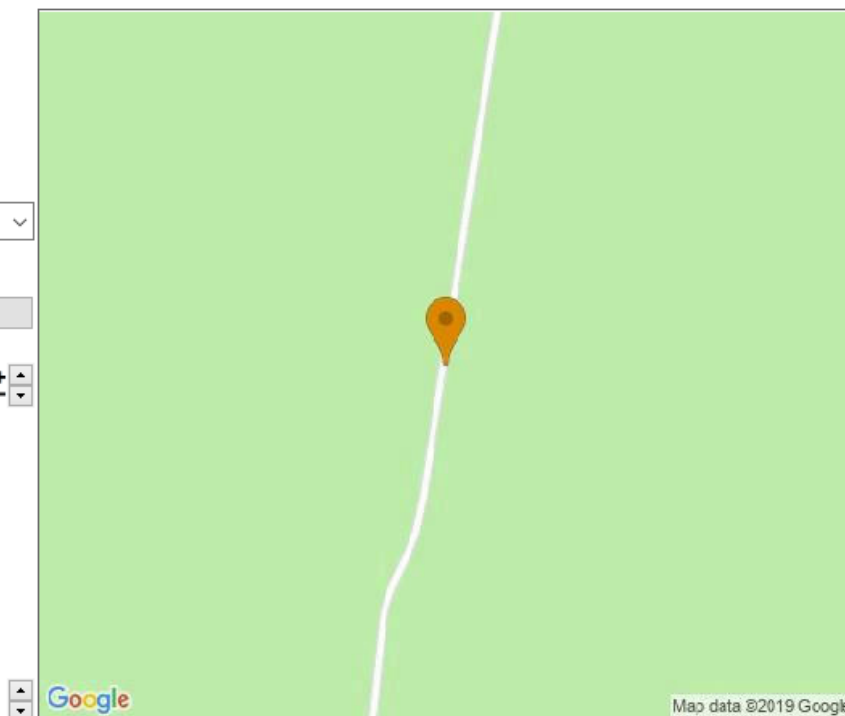


Location N 41°944801
 W 6°812058

Location on map

Map type
 Road map

Map settings
 Default



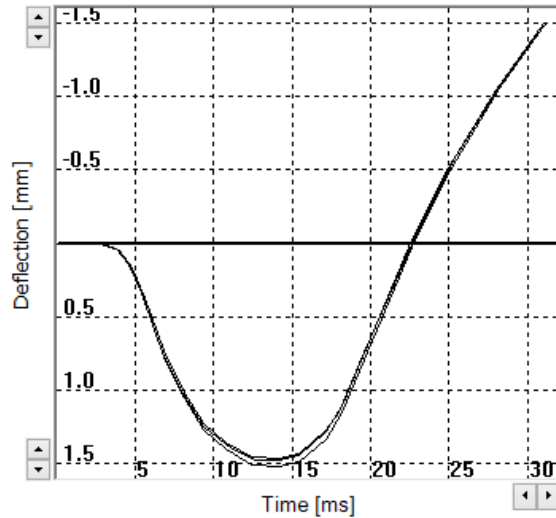
PONTO 22

Manufacturer	Zorn Instruments	Device Number	9983
Testing instrument	ZFG 3.0	Measurement Type	300 mm/15 kg

Test Number (No)	29		
Testing Date & Time	2019.05.03 12:02:54	Card Number	41218153939
Location	<input type="text"/>	Operator	<input type="text"/>
Soil type	<input type="text"/>	Layer thickness	<input type="text"/>
Soil group	<input type="text"/>	Weather/Temperature	<input type="text"/>

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	328.9	1.511
2	319.0	1.472
3	315.0	1.456
Ø	321.0	1.480

Result **Evd 1,5: 22.80 MN/m²**
s/v: 4.610ms

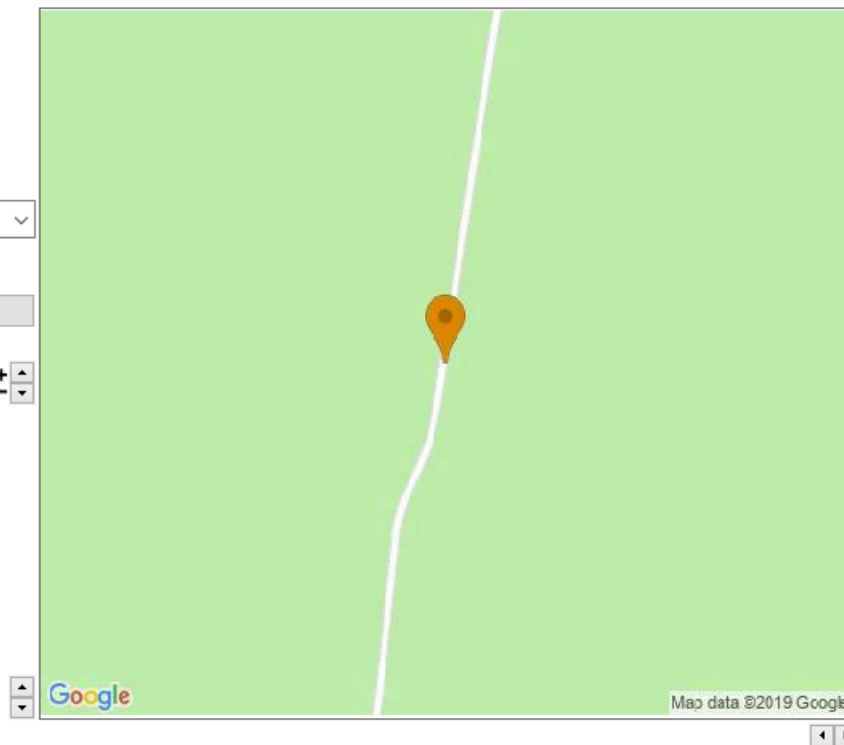


Location N 41°943954
 W 6°812263

Location on map

Map type
 Road map

Map settings
 Default



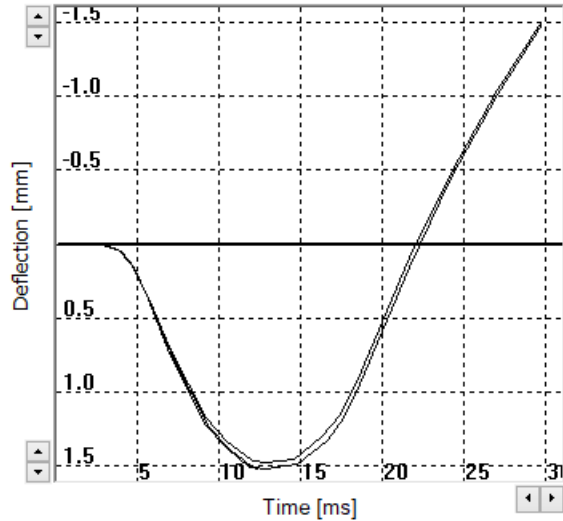
PONTO 23

Manufacturer	Zorn Instruments	Device Number	9983
Testing instrument	ZFG 3.0	Measurement Type	300 mm/15 kg

Test Number (No)	30	Card Number	41218153939
Testing Date & Time	2019.05.03 12:06:22	Operator	<input type="text"/>
Location	<input type="text"/>	Layer thickness	<input type="text"/>
Soil type	<input type="text"/>	Weather/Temperature	<input type="text"/>
Soil group	<input type="text"/>		

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	286.5	1.519
2	286.6	1.522
3	271.7	1.472
Ø	281.6	1.504

Result **Evd 1,5: 22.43 MN/m²**
s/v: 5.342ms

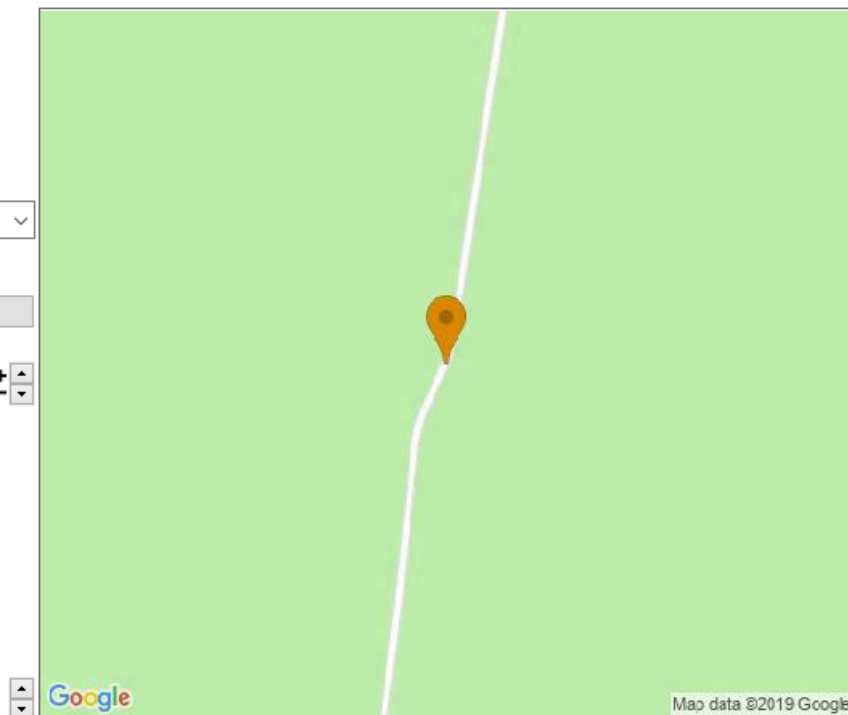


Location N 41°943062
W 6°812521

Location on map

Map type
Road map

Map settings
Default



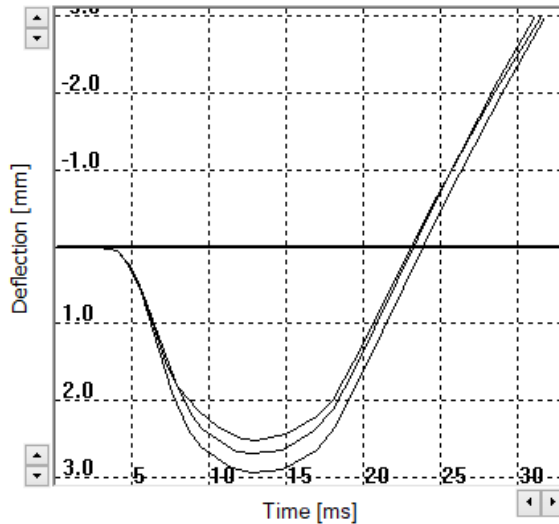
PONTO 24

Manufacturer	Zorn Instruments	Device Number	9983
Testing instrument	ZFG 3.0	Measurement Type	300 mm/15 kg

Test Number (No)	31	Card Number	41218153939
Testing Date & Time	2019.05.03 12:10:25	Operator	
Location		Layer thickness	
Soil type		Weather/Temperature	
Soil group			

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	691.0	2.946
2	585.2	2.679
3	607.0	2.511
Ø	627.7	2.712

Result **Evd 1,5: 12.44 MN/m²**
s/v: 4.320ms

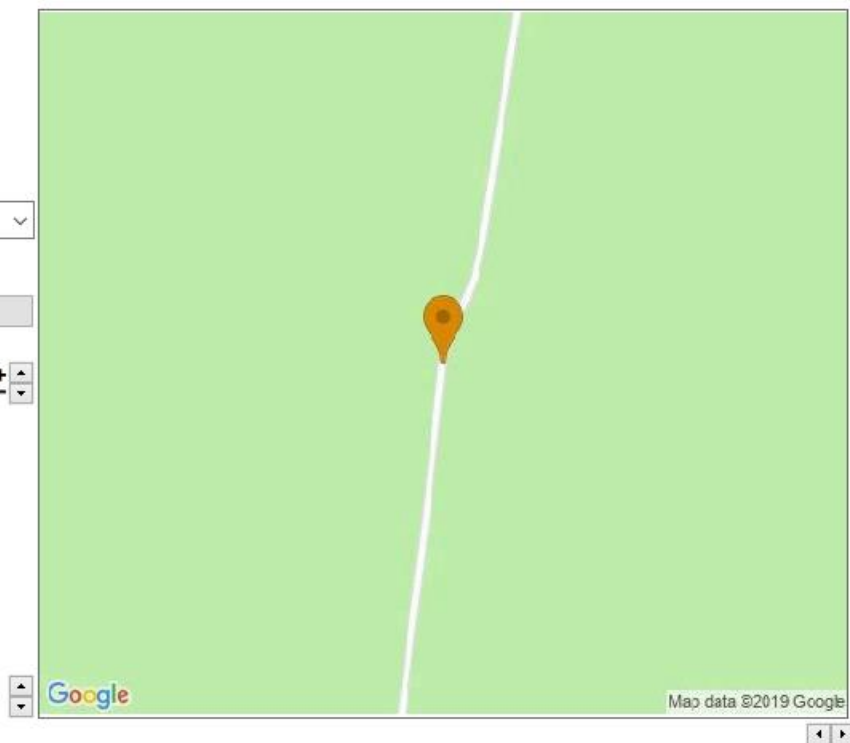


Location N 41°942268
W 6°812932

Location on map

Map type
Road map

Map settings
Default



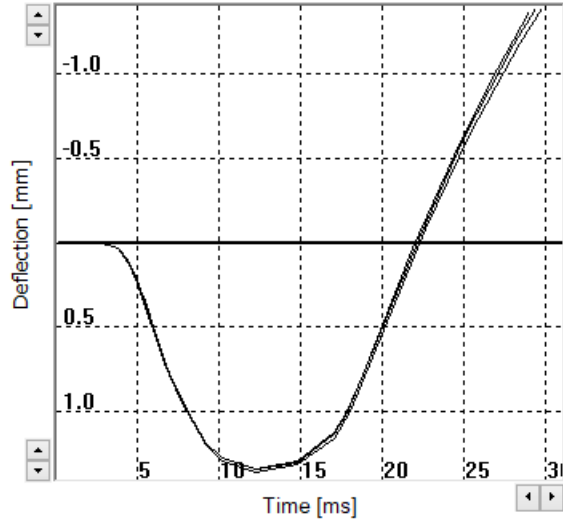
PONTO 25

Manufacturer Zorn Instruments Device Number 9983
 Testing instrument ZFG 3.0 Measurement Type 300 mm/15 kg

Test Number (No) 32
 Testing Date & Time 2019.05.03 12:13:39 Card Number 41218153939
 Location Operator
 Soil type Layer thickness
 Soil group Weather/Temperature

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	313.9	1.336
2	316.2	1.348
3	317.8	1.332
Ø	316.0	1.339

Result **Evd 1,5: 25.21 MN/m²**
s/v: 4.237ms

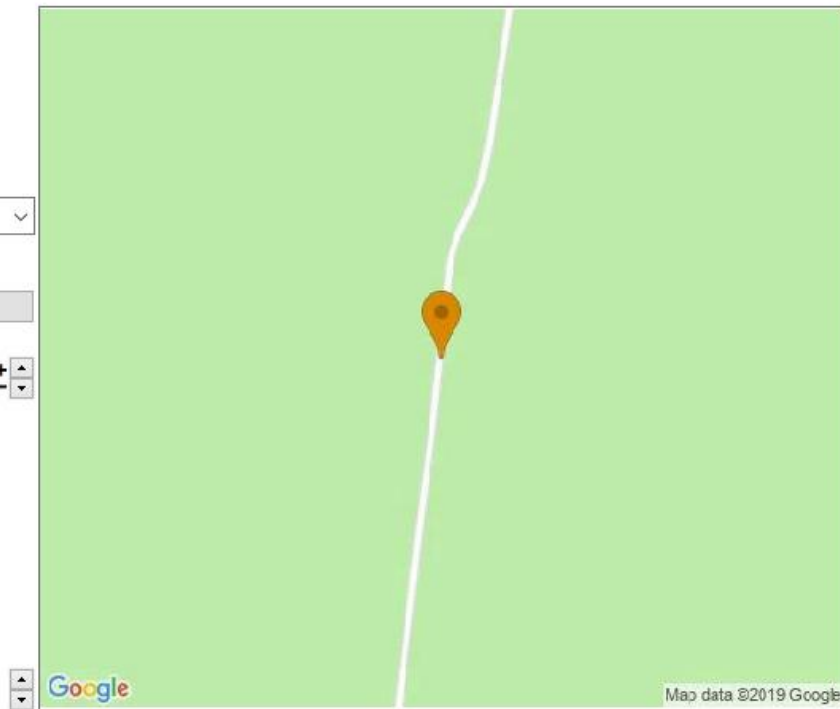


Location N 41°941341
 W 6°813066

Location on map

Map type
 Road map

Map settings
 Default



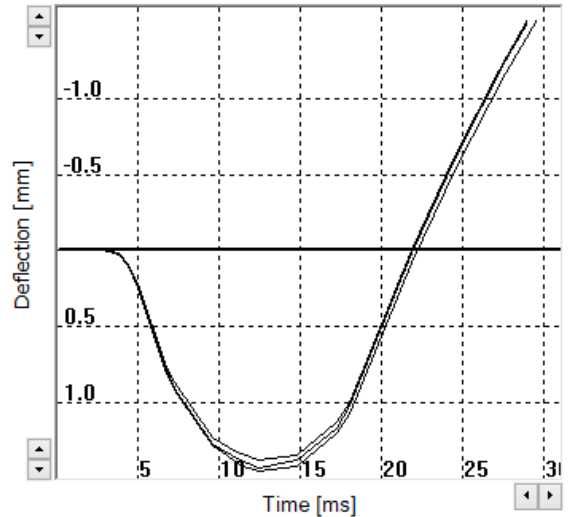
PONTO 26

Manufacturer	Zorn Instruments	Device Number	9983
Testing instrument	ZFG 3.0	Measurement Type	300 mm/15 kg

Test Number (No)	33	Card Number	41218153939
Testing Date & Time	2019.05.03 12:16:57	Operator	
Location		Layer thickness	
Soil type		Weather/Temperature	
Soil group			

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	357.7	1.429
2	360.5	1.452
3	347.5	1.387
Ø	355.2	1.423

Result **Evd 1,5: 23.72 MN/m²**
s/v: 4.005ms

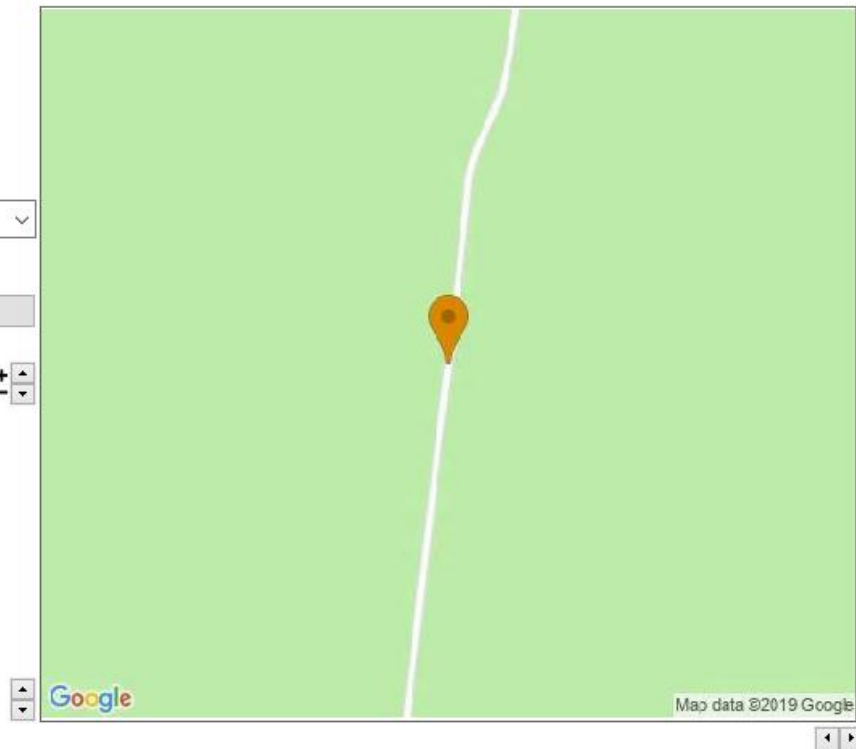


Location N 41°940453
W 6°813243

Location on map

Map type
Road map

Map settings
Default



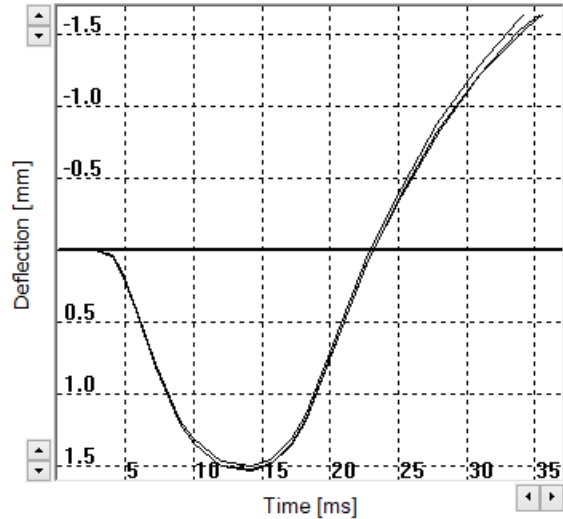
PONTO 27

Manufacturer	Zorn Instruments	Device Number	9983
Testing instrument	ZFG 3.0	Measurement Type	300 mm/15 kg

Test Number (No)	34	Card Number	41218153939
Testing Date & Time	2019.05.03 12:20:44	Operator	<input type="text"/>
Location	<input type="text"/>	Layer thickness	<input type="text"/>
Soil type	<input type="text"/>	Weather/Temperature	<input type="text"/>
Soil group	<input type="text"/>		

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	296.2	1.537
2	295.3	1.531
3	293.6	1.505
Ø	295.0	1.524

Result **Evd 1,5: 22.14 MN/m²**
s/v: 5.167ms



Location N 41°939541
W 6°813377

Location on map

Map type
Road map

Map settings
Default

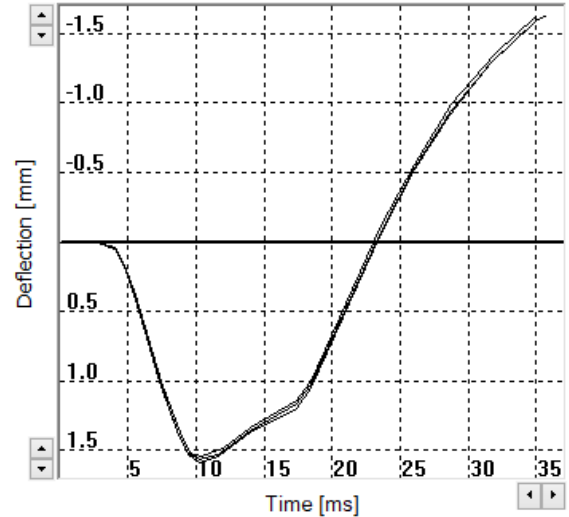


PONTO 28

Manufacturer	Zorn Instruments	Device Number	9983
Testing instrument	ZFG 3.0	Measurement Type	300 mm/15 kg

Test Number (No)	35	Card Number	41218153939
Testing Date & Time	2019.05.03 12:24:27	Operator	
Location		Layer thickness	
Soil type		Weather/Temperature	
Soil group			

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	368.1	1.584
2	355.1	1.542
3	363.8	1.570
Ø	362.3	1.565



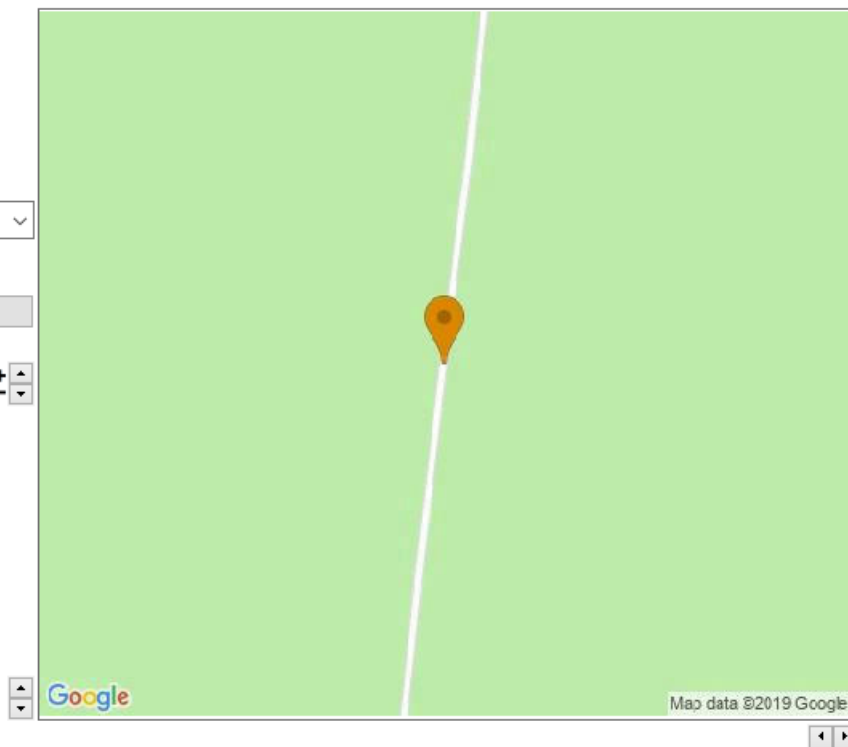
Result **Evd 1,5: 21.56 MN/m²**
s/v: 4.320ms

Location N 41°938652
 W 6°813537

Location on map

Map type
 Road map

Map settings
 Default



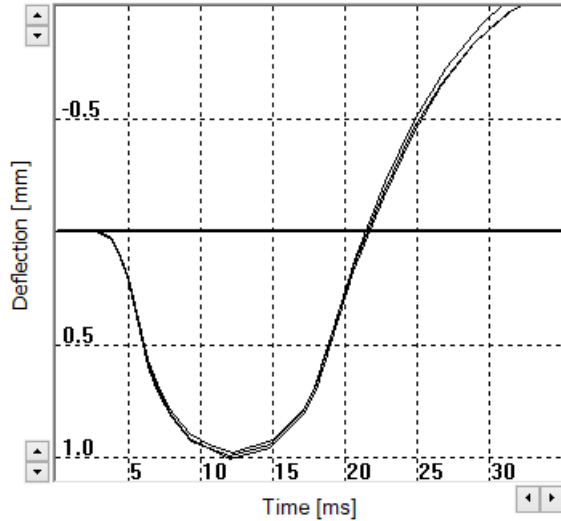
PONTO 29

Manufacturer	Zorn Instruments	Device Number	9983
Testing instrument	ZFG 3.0	Measurement Type	300 mm/15 kg

Test Number (No)	36	Card Number	41218153939
Testing Date & Time	2019.05.03 12:28:05	Operator	
Location		Layer thickness	
Soil type		Weather/Temperature	
Soil group			

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	279.5	0.994
2	272.5	0.969
3	279.3	0.987
Ø	277.1	0.983

Result **Evd 1,5: 34.32 MN/m²**
s/v: 3.549ms

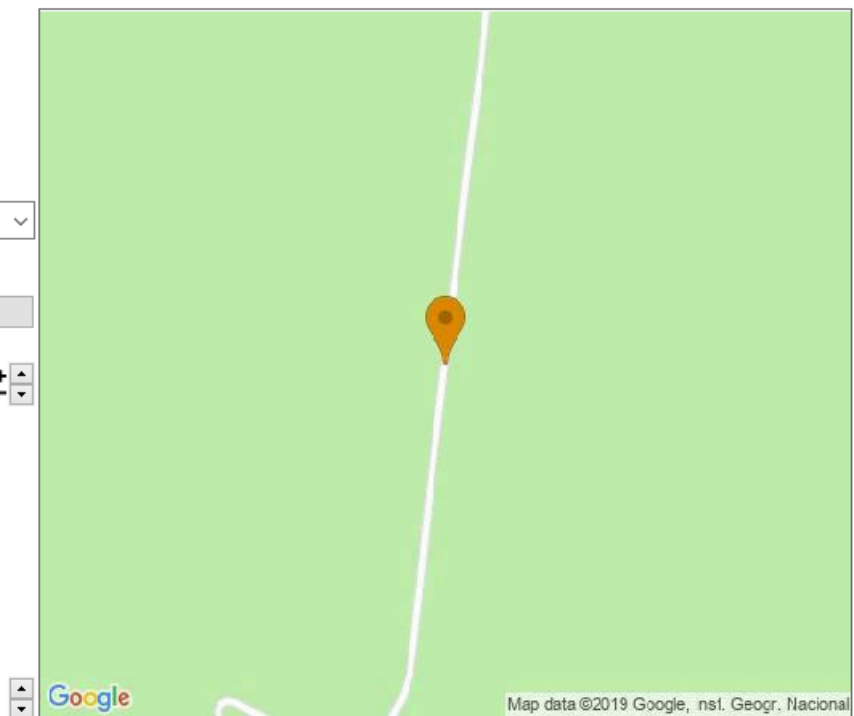


Location N 41°937733
W 6°813688

Location on map

Map type
Road map

Map settings
Default



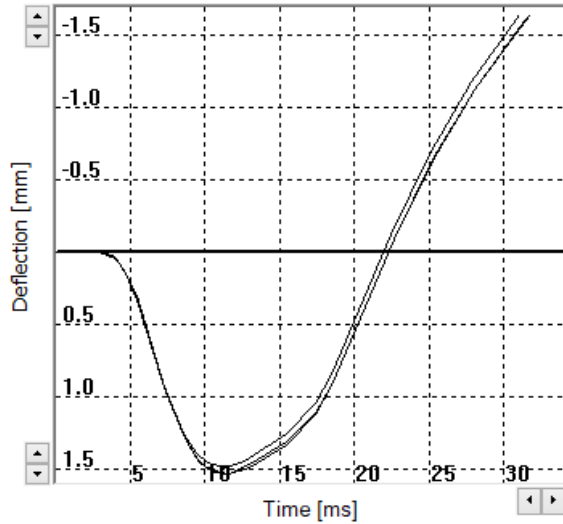
PONTO 30

Manufacturer	Zorn Instruments	Device Number	9983
Testing instrument	ZFG 3.0	Measurement Type	300 mm/15 kg

Test Number (No)	37	Card Number	41218153939
Testing Date & Time	2019.05.03 12:32:33	Operator	<input type="text"/>
Location	<input type="text"/>	Layer thickness	<input type="text"/>
Soil type	<input type="text"/>	Weather/Temperature	<input type="text"/>
Soil group	<input type="text"/>		

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	348.3	1.544
2	347.1	1.535
3	336.7	1.485
Ø	344.0	1.521

Result **Evd 1,5: 22.18 MN/m²**
s/v: 4.422ms

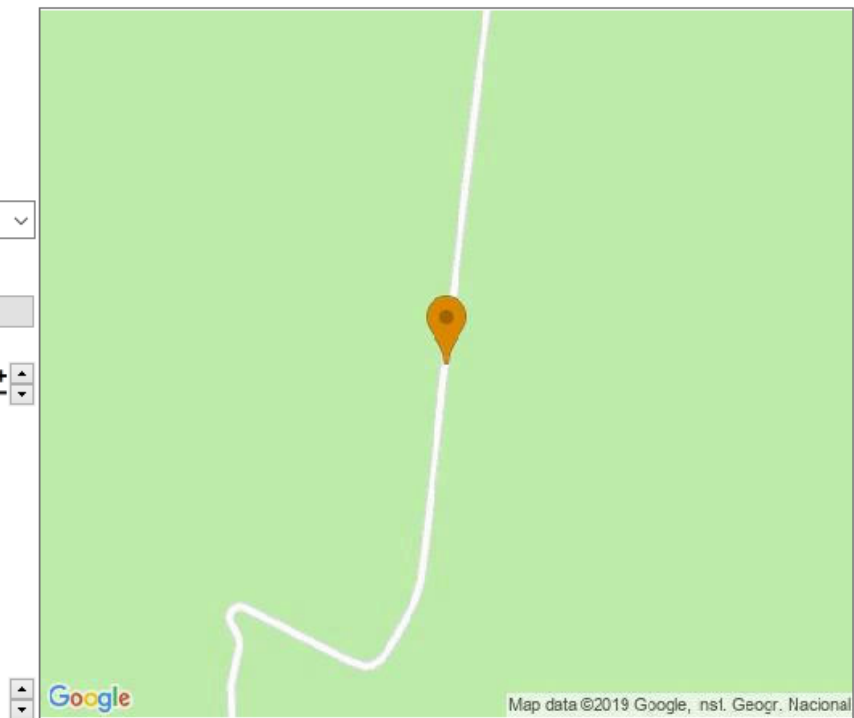


Location N 41°936794
W 6°813848

Location on map

Map type
Road map

Map settings
Default



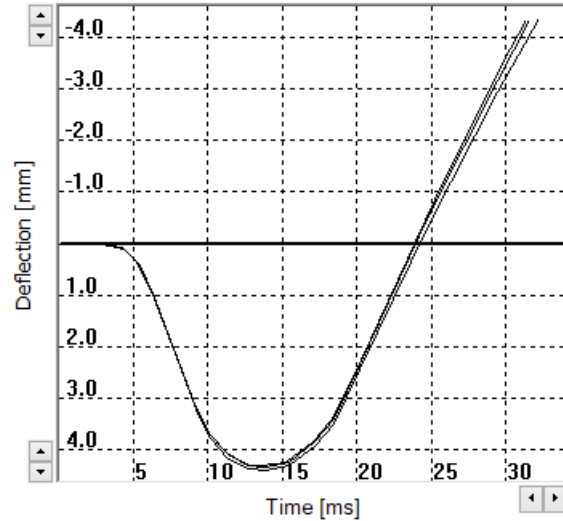
PONTO 31

Manufacturer	Zorn Instruments	Device Number	9983
Testing instrument	ZFG 3.0	Measurement Type	300 mm/15 kg

Test Number (No)	38	Card Number	41218153939
Testing Date & Time	2019.05.03 12:36:33	Operator	
Location		Layer thickness	
Soil type		Weather/Temperature	
Soil group			

Pulse	v [mm/s]	s [mm]
1	820.4	4.410
2	804.5	4.320
3	797.3	4.357
Ø	807.4	4.362

Result **Evd 1,5: 7.73 MN/m²**
s/v: 5.403ms

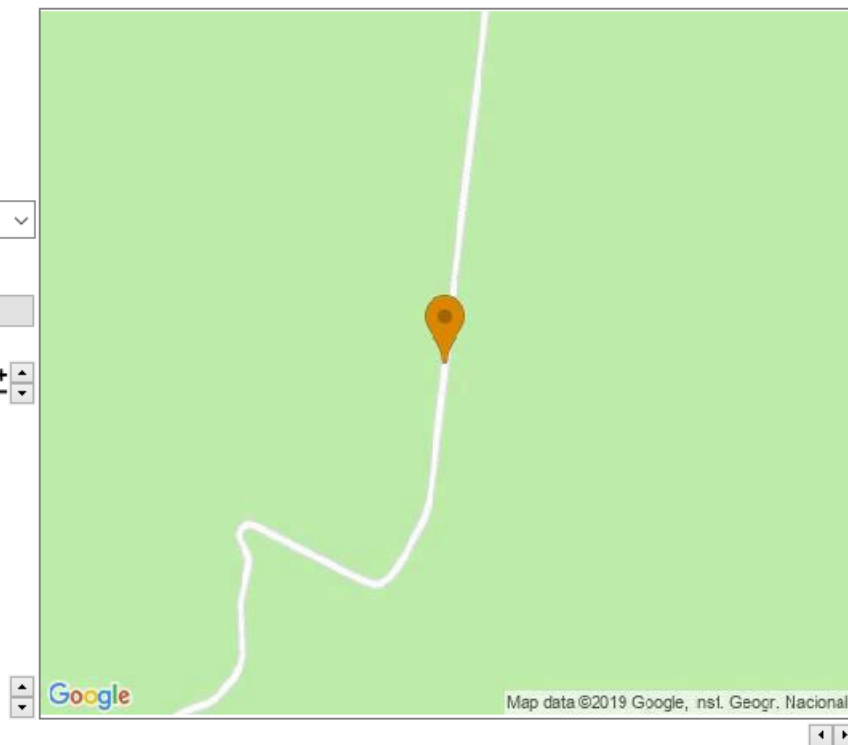


Location N 41°935993
W 6°813987

Location on map

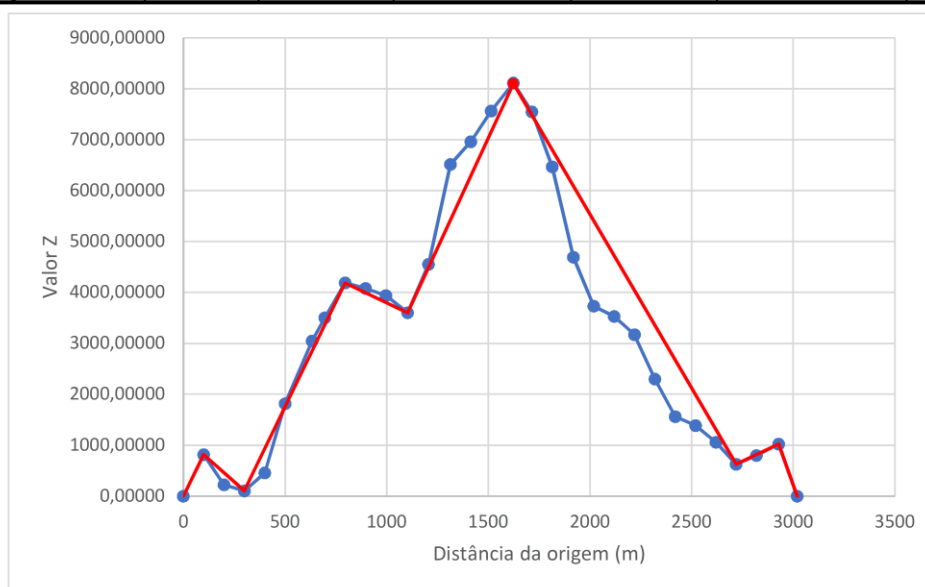
Map type
Road map

Map settings
Default



APÊNDICE D – Seções Homogêneas

Ponto	Resposta Pavimento Evd	Distância	Distância Acumulada	Média do intervalo da resposta Evd	Intervalo atual da área Evd	Área acumulada Evd	Valor Zx Evd
1	48,42	0	0	48,42000	0,00000	0,00000	0,00000
2	20,29	100	100	34,35500	3435,50000	3435,50000	815,85525
3	20,27	100	200	20,28000	2028,00000	5463,50000	224,21050
4	29,73	100	300	25,00000	2500,00000	7963,50000	104,56575
5	29,71	100	400	29,72000	2972,00000	10935,50000	456,92100
6	49,9	100	500	39,80500	3980,50000	14916,00000	1817,77625
7	25,66	29	633	25,96500	752,98500	19629,82500	3047,47373
8	41,19	63	696	33,42500	2105,77500	21735,60000	3502,87254
9	24,85	100	796	33,02000	3302,00000	25037,60000	4185,22779
10	25,42	100	896	25,13500	2513,50000	27551,10000	4079,08304
11	24,16	100	996	24,79000	2479,00000	30030,10000	3938,43829
12	21,9	107	1103	23,03000	2464,21000	32494,31000	3599,62841
13	49,1	102	1205	35,50000	3621,00000	36115,31000	4548,59076
14	39,35	109	1314	44,22500	4820,52500	40935,83500	6513,70299
15	21,98	100	1414	30,66500	3066,50000	44002,33500	6960,55824
16	42,39	100	1514	32,18500	3218,50000	47220,83500	7559,41349
17	20,11	109	1623	31,25000	3406,25000	50627,08500	8110,25071
18	19,91	91	1714	20,01000	1820,91000	52447,99500	7547,28399
19	10,85	100	1814	15,38000	1538,00000	53985,99500	6465,63924
20	7,72	105	1919	9,28500	974,92500	54960,92000	4689,93725
21	25,54	100	2019	16,63000	1663,00000	56623,92000	3733,29250
22	22,8	100	2119	24,17000	2417,00000	59040,92000	3530,64775
23	22,43	100	2219	22,61500	2261,50000	61302,42000	3172,50300
24	12,44	100	2319	17,43500	1743,50000	63045,92000	2296,35825
25	25,21	100	2419	18,82500	1882,50000	64928,42000	1559,21350
26	23,72	100	2519	24,46500	2446,50000	67374,92000	1386,06875
27	22,14	100	2619	22,93000	2293,00000	69667,92000	1059,42400
28	21,56	100	2719	21,85000	2185,00000	71852,92000	624,77925
29	34,32	100	2819	27,94000	2794,00000	74646,92000	799,13450
30	22,18	109	2928	28,25000	3079,25000	77726,17000	1022,97172
31	7,73	91	3019	14,95500	1360,90500	79087,07500	0,00000



APÊNDICE E – Valor Característico

Ponto	Resposta Pavimento	Erro Quadrático	%
	Evd		
2	20,29	0,1427	14,27
3	20,27	0,1416	14,16
4	29,73	0,6744	67,44
Média	23,43		
D.P.	5,46		
K	17,76		
4	29,73	0,3140	31,40
5	29,71	0,3131	31,31
6	49,90	1,2054	120,54
7	25,66	0,1341	13,41
8	41,19	0,8205	82,05
9	24,85	0,0983	9,83
Média	32,47		
D.P.	9,47		
K	22,63		
9	24,85	0,1056	10,56
10	25,42	0,1309	13,09
11	24,16	0,0749	7,49
12	21,90	0,0257	2,57
Média	24,08		
D.P.	1,54		
K	22,48		
12	21,90	0,1322	13,22
13	49,10	1,5384	153,84
14	39,35	1,0344	103,44
15	21,98	0,1363	13,63
16	42,39	1,1915	119,15
17	20,11	0,0397	3,97
Média	32,47		
D.P.	12,62		
K	19,34		

17	20,11	0,4995	49,95
18	19,91	0,4846	48,46
19	10,85	0,1910	19,10
20	7,72	0,4243	42,43
21	25,54	0,9044	90,44
22	22,80	0,7001	70,01
23	22,43	0,6725	67,25
24	12,44	0,0724	7,24
25	25,21	0,8798	87,98
26	23,72	0,7687	76,87
27	22,14	0,6509	65,09
28	21,56	0,6077	60,77
Média	19,54		
D.P.	5,89		
K	13,41		
28	21,56	0,1630	16,30
29	34,32	0,8514	85,14
30	22,18	0,1965	19,65
Média	26,02		
D.P.	7,19		
K	18,54		

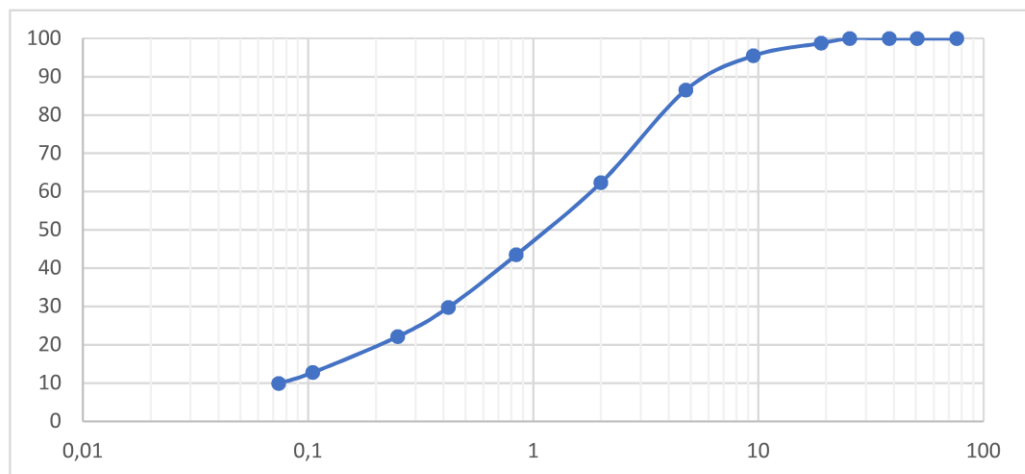
APÊNDICE F – Ensaio de Granulometria

Análise Granulométrica (LNEC E 239-1970)	
Ponto nº: 3	

Massa total da amostra (g)	mt=	1718,30
Massa passada no peneiro 2 mm (g)	m10=	646,90
Massa retida no peneiro 2 mm (g)	m'10=	1071,40

Fração retida no peneiro de 2 mm (nº 10)				
Peneiros (mm)	Massa Retida (g)	% Retida	% Acumulada retida	% Acumulada que passa
76,1	0,00	0	0	100
50,8	0,00	0	0	100
38,1	0,00	0,00	0,00	100,00
25,4	0,00	0,00	0,00	100,00
19	21,20	1,23	1,23	98,77
9,51	55,90	3,25	4,49	95,51
4,76	154,30	8,98	13,47	86,53
2	415,50	24,18	37,65	62,35
Total	646,90			

Fração passada no peneiro de 2 mm (nº 10)				
Massa da amostra, ma = 121,70				
Peneiros (mm)	Massa Retida (g)	% Retida Total	% Acumulada retida total	% Acumulada que passa
0,841	36,80	18,85	18,85	43,50
0,42	26,80	13,73	32,59	29,77
0,25	14,90	7,63	40,22	22,13
0,105	18,30	9,38	49,59	12,76
0,074	5,60	2,87	52,46	9,89
<0,074	19,30	9,89	62,35	0,00

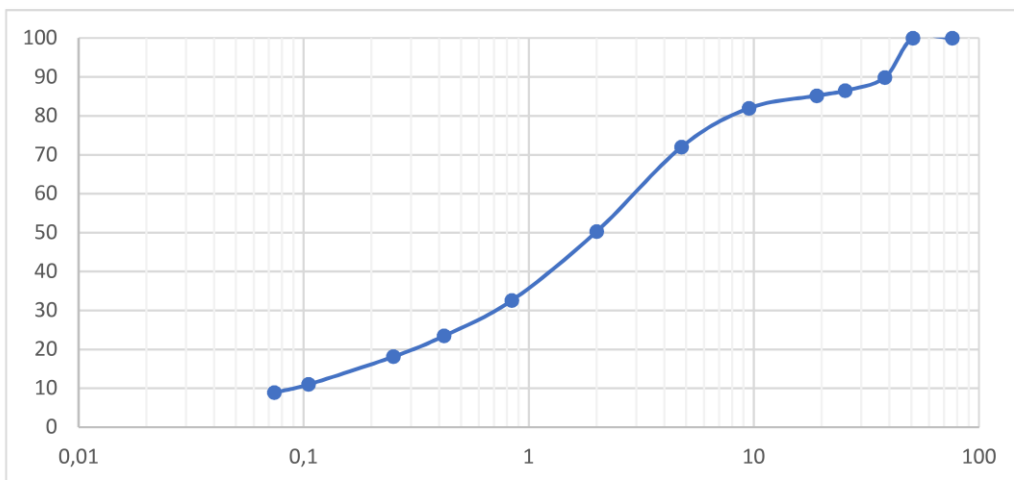


Análise Granulométrica (LNEC E 239-1970)	
Ponto nº: 9	

Massa total da amostra (g)	mt=	1634,60
Massa passada no peneiro 2 mm (g)	m10=	812,80
Massa retida no peneiro 2 mm (g)	m'10=	821,80

Fração retida no peneiro de 2 mm (nº 10)				
Peneiros (mm)	Massa Retida (g)	% Retida	% Acumulada retida	% Acumulada que passa
76,1	0,00	0	0	100
50,8	0,00	0	0	100
38,1	165,90	10,15	10,15	89,85
25,4	55,00	3,36	13,51	86,49
19	21,20	1,30	14,81	85,19
9,51	52,30	3,20	18,01	81,99
4,76	163,50	10,00	28,01	71,99
2	354,90	21,71	49,72	50,28
Total	812,80			

Fração passada no peneiro de 2 mm (nº 10)				
Massa da amostra, ma = 98,70				
Peneiros (mm)	Massa Retida (g)	% Retida Total	% Acumulada retida total	% Acumulada que passa
0,841	34,70	17,68	17,68	32,60
0,42	17,90	9,12	26,79	23,48
0,25	10,50	5,35	32,14	18,13
0,105	14,00	7,13	39,27	11,00
0,074	4,10	2,09	41,36	8,91
<0,074	17,50	8,91	50,28	0,00

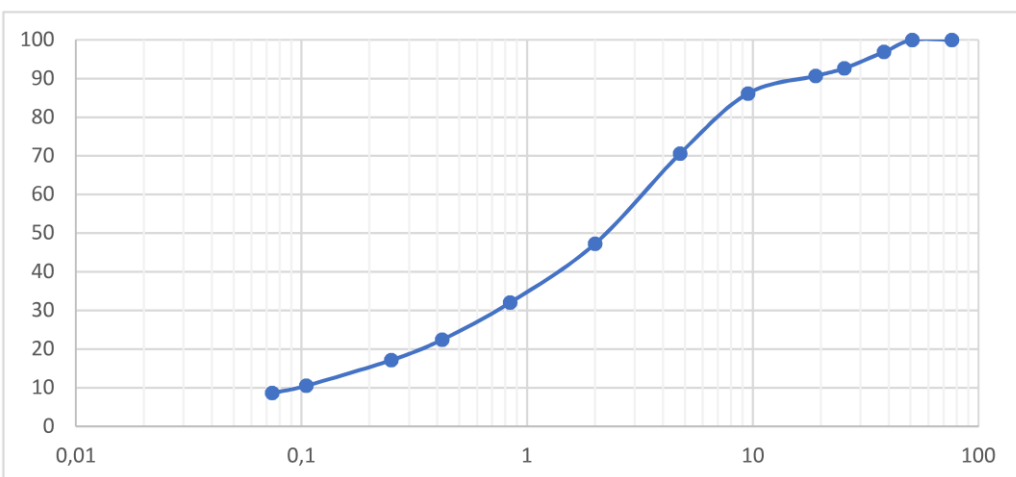


Análise Granulométrica (LNEC E 239-1970)	
Ponto nº: 12	

Massa total da amostra (g)	mt=	2955,60
Massa passada no peneiro 2 mm (g)	m10=	1558,30
Massa retida no peneiro 2 mm (g)	m'10=	1397,30

Fração retida no peneiro de 2 mm (nº 10)				
Peneiros (mm)	Massa Retida (g)	% Retida	% Acumulada retida	% Acumulada que passa
76,1	0,00	0	0	100
50,8	0,00	0	0	100
38,1	92,60	3,13	3,13	96,87
25,4	124,60	4,22	7,35	92,65
19	58,60	1,98	9,33	90,67
9,51	133,80	4,53	13,86	86,14
4,76	459,50	15,55	29,41	70,59
2	689,20	23,32	52,72	47,28
Total	1558,30			

Fração passada no peneiro de 2 mm (nº 10)				
Massa da amostra, ma = 81,30				
Peneiros (mm)	Massa Retida (g)	% Retida Total	% Acumulada retida total	% Acumulada que passa
0,841	26,20	15,24	15,24	32,04
0,42	16,50	9,59	24,83	22,45
0,25	9,10	5,29	30,12	17,15
0,105	11,40	6,63	36,75	10,53
0,074	3,30	1,92	38,67	8,61
<0,074	14,80	8,61	47,28	0,00

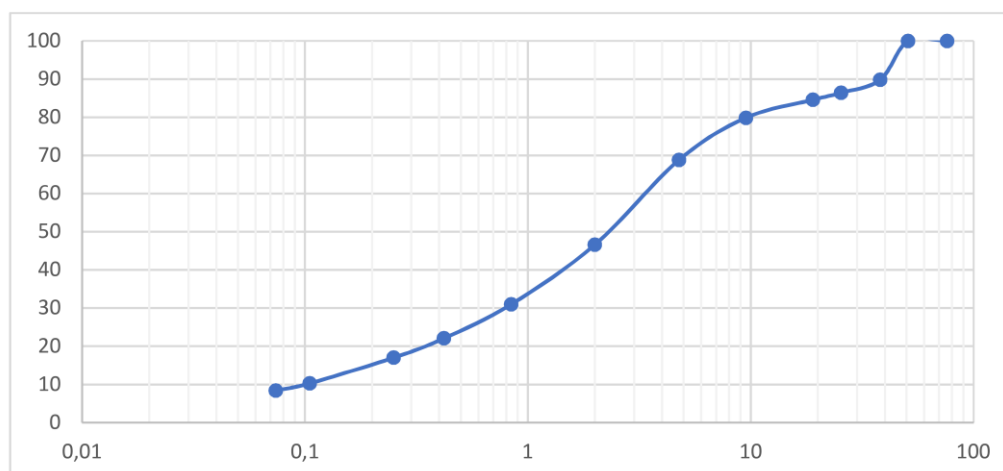


Análise Granulométrica (LNEC E 239-1970)	
Ponto nº: 17	

Massa total da amostra (g)	mt=	2653,80
Massa passada no peneiro 2 mm (g)	m10=	1417,00
Massa retida no peneiro 2 mm (g)	m'10=	1236,80

Fração retida no peneiro de 2 mm (nº 10)				
Peneiros (mm)	Massa Retida (g)	% Retida	% Acumulada retida	% Acumulada que passa
76,1	0,00	0	0	100
50,8	0,00	0	0	100
38,1	270,50	10,19	10,19	89,81
25,4	90,60	3,41	13,61	86,39
19	48,70	1,84	15,44	84,56
9,51	124,70	4,70	20,14	79,86
4,76	293,50	11,06	31,20	68,80
2	589,00	22,19	53,40	46,60
Total	1417,00			

Fração passada no peneiro de 2 mm (nº 10)				
Massa da amostra, ma = 81,10				
Peneiros (mm)	Massa Retida (g)	% Retida Total	% Acumulada retida total	% Acumulada que passa
0,841	27,20	15,63	15,63	30,97
0,42	15,50	8,91	24,54	22,07
0,25	8,80	5,06	29,59	17,01
0,105	11,70	6,72	36,32	10,29
0,074	3,30	1,90	38,21	8,39
<0,074	14,60	8,39	46,60	0,00

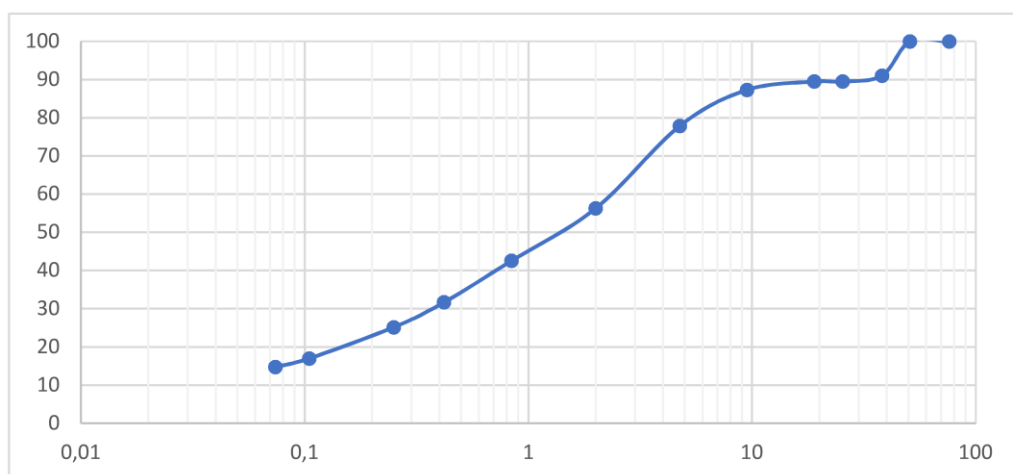


Análise Granulométrica (LNEC E 239-1970)	
Ponto nº: 24	

Massa total da amostra (g)	mt=	1334,40
Massa passada no peneiro 2 mm (g)	m10=	583,60
Massa retida no peneiro 2 mm (g)	m'10=	750,80

Fração retida no peneiro de 2 mm (nº 10)				
Peneiros (mm)	Massa Retida (g)	% Retida	% Acumulada retida	% Acumulada que passa
76,1	0,00	0	0	100
50,8	0,00	0	0	100
38,1	119,60	8,96	8,96	91,04
25,4	20,80	1,56	10,52	89,48
19	0,00	0,00	10,52	89,48
9,51	29,00	2,17	12,69	87,31
4,76	125,60	9,41	22,11	77,89
2	288,60	21,63	43,74	56,26
Total	583,60			

Fração passada no peneiro de 2 mm (nº 10)				
Massa da amostra, ma = 51,70				
Peneiros (mm)	Massa Retida (g)	% Retida Total	% Acumulada retida total	% Acumulada que passa
0,841	12,60	13,71	13,71	42,55
0,42	10,00	10,88	24,60	31,67
0,25	6,00	6,53	31,13	25,14
0,105	7,50	8,16	39,29	16,98
0,074	2,10	2,29	41,57	14,69
<0,074	13,50	14,69	56,26	0,00

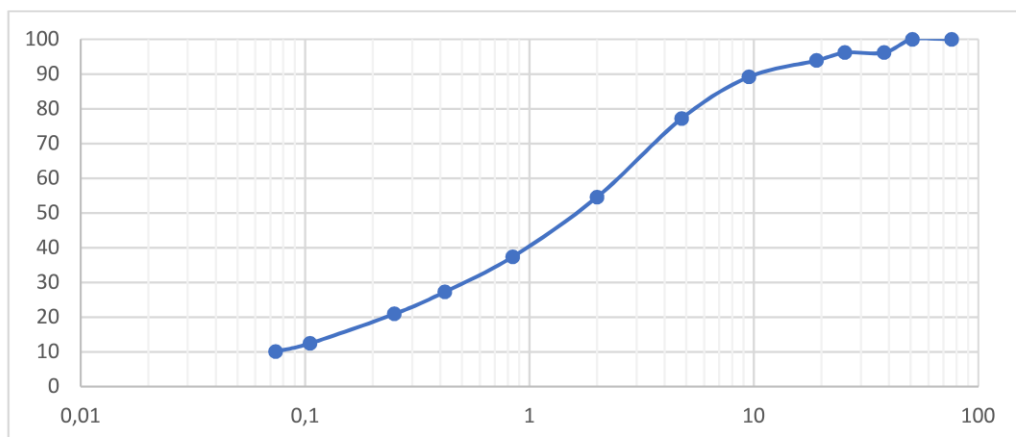


Análise Granulométrica (LNEC E 239-1970)	
Ponto nº: 28	

Massa total da amostra (g)	mt=	2157,20
Massa passada no peneiro 2 mm (g)	m10=	980,50
Massa retida no peneiro 2 mm (g)	m'10=	1176,70

Fração retida no peneiro de 2 mm (nº 10)				
Peneiros (mm)	Massa Retida (g)	% Retida	% Acumulada retida	% Acumulada que passa
76,1	0,00	0	0	100
50,8	0,00	0	0	100
38,1	82,80	3,84	3,84	96,16
25,4	0,00	0,00	3,84	96,16
19	49,50	2,29	6,13	93,87
9,51	101,20	4,69	10,82	89,18
4,76	259,00	12,01	22,83	77,17
2	488,00	22,62	45,45	54,55
< 2	-			
Total	980,50			

Fração passada no peneiro de 2 mm (nº 10)				
Massa da amostra, ma = 65,0				
Peneiros (mm)	Massa Retida (g)	% Retida Total	% Acumulada retida total	% Acumulada que passa
0,841	20,50	17,20	17,20	37,34
0,42	12,00	10,07	27,27	27,27
0,25	7,60	6,38	33,65	20,90
0,105	10,10	8,48	42,13	12,42
0,074	2,80	2,35	44,48	10,07
<0,074	12,00	10,07	54,55	0,00



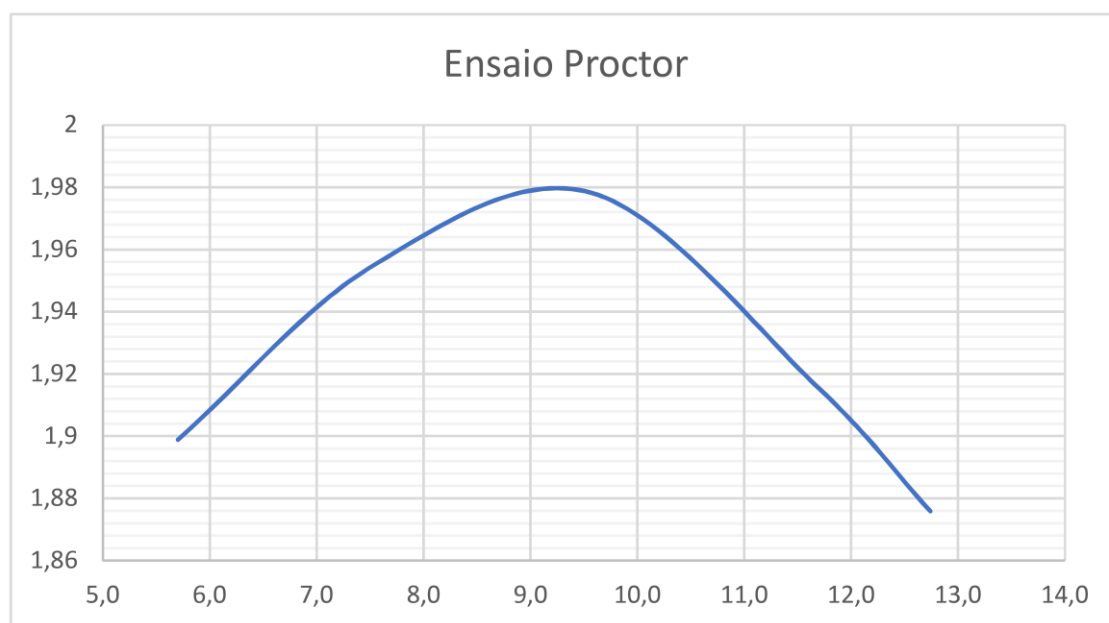
APÊNDICE G – Ensaio Proctor

Ensaio Proctor		
Ponto:	3	

Peso do Molde	4822
Volume Molde	2089

Ensaio	1	2	3	4	5
Peso Molde + Solo umido	9015	9214	9350	9292	9240
Peso específico úmido	2,007	2,102	2,168	2,140	2,115

Teor de umidade					
Bandeija	2	25	3	1	11
Peso Bandeija	160,24	172,6	161,5	162,61	159,9
Peso Bandeija + solo umido	577,2	577,7	746,5	819,6	771,4
Peso Bandeija + solo seco	554,7	549,3	695,4	750,9	702,3
Peso solo umido	416,96	405,1	585	656,99	611,5
Peso Solo seco	394,46	376,7	533,9	588,29	542,4
Peso da água	22,5	28,4	51,1	68,7	69,1
Teor de umidade	5,7	7,5	9,6	11,7	12,7
Peso específico seco	1,899	1,955	1,978	1,916	1,8759



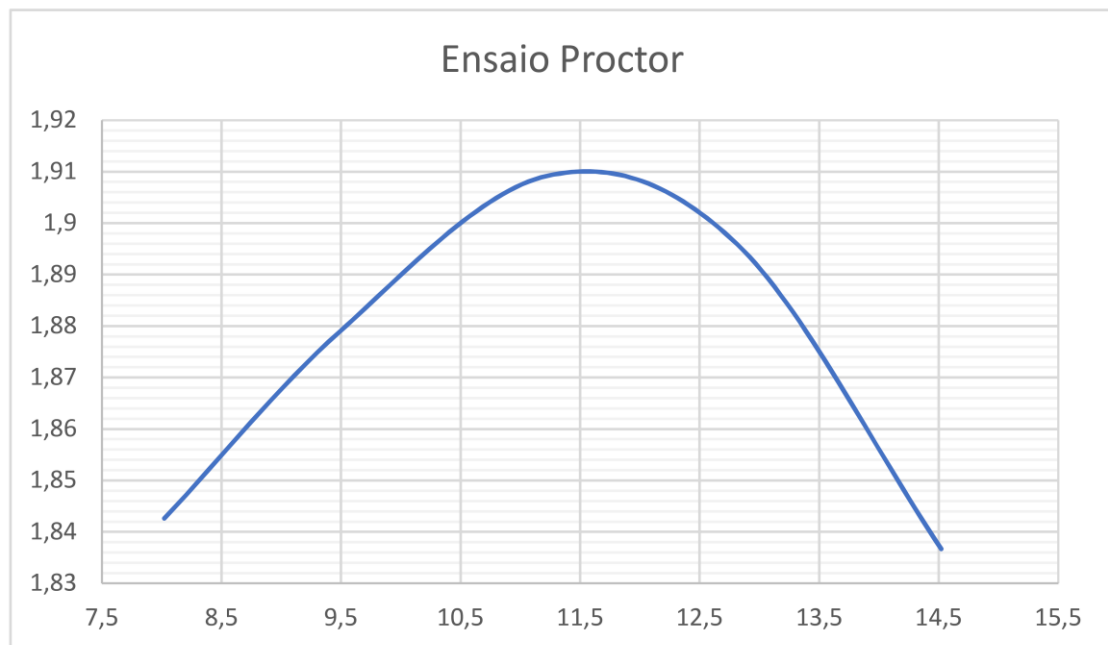
Peso específico seco (g/cm ³)	1,980
Teor de umidade ótimo (%)	9,7

Ensaio Proctor		
Ponto:	9	

Peso do Molde	4822
Volume Molde	2089

Ensaio	1	2	3	4	5
Peso Molde + Solo umido	8980	9120	9258	9290	9216
Peso específico úmido	1,990	2,057	2,124	2,139	2,103

Teor de umidade					
Bandeija	1	19	10	18	2
Peso Bandeija	161,5	171,83	163,7	172,1	160,24
Peso Bandeija + solo umido	552	643,5	714,6	609,7	672,9
Peso Bandeija + solo seco	523	602,6	659	560	607,9
Peso solo umido	390,5	471,67	550,9	437,6	512,66
Peso Solo seco	361,5	430,77	495,3	387,9	447,66
Peso da água	29	40,9	55,6	49,7	65
Teor de umidade	8,0	9,5	11,2	12,8	14,5
Peso específico seco	1,843	1,879	1,909	1,896	1,83671



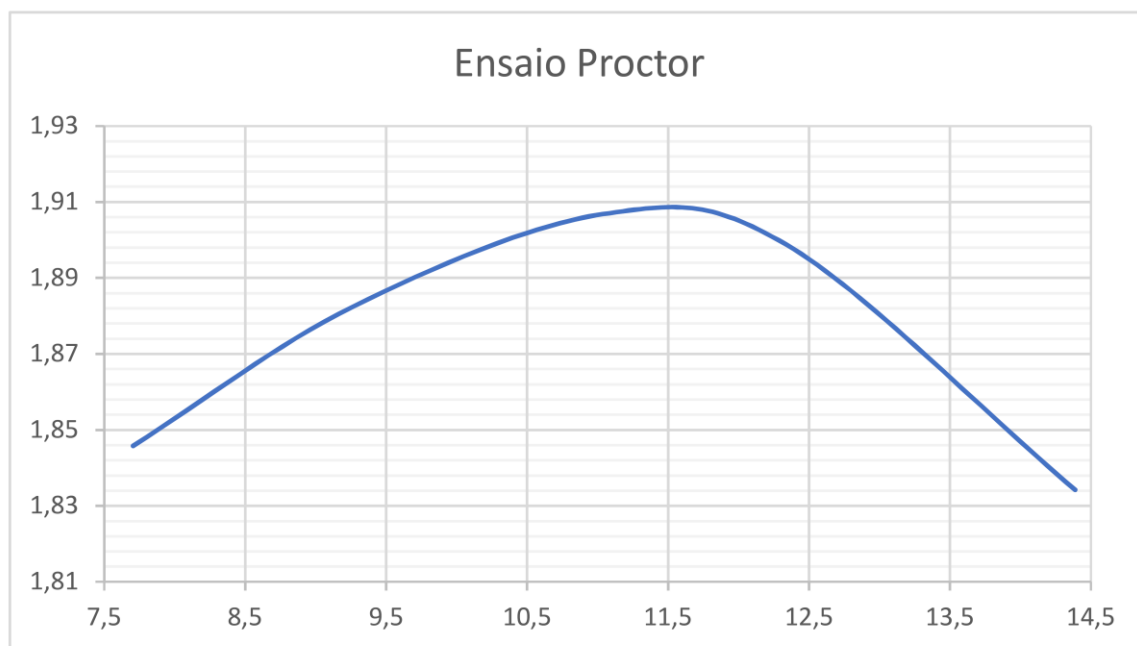
Peso específico seco (g/cm ³)	1,910
Teor de umidade ótimo (%)	11,5

Ensaio Proctor		
Ponto:	12	

Peso do Molde	4822
Volume Molde	2089

Ensaio	1	2	3	4	5
Peso Molde + Solo umido	8975	9119	9245	9278	9205
Peso específico úmido	1,988	2,057	2,117	2,133	2,098

Teor de umidade					
Bandeija	10	25	15	18	2
Peso Bandeija	163,7	172,6	168,9	172,1	160,2
Peso Bandeija + solo umido	611	544	557,2	672,9	673
Peso Bandeija + solo seco	579	512,5	518,6	617,9	608,5
Peso solo umido	447,3	371,4	388,3	500,8	512,8
Peso Solo seco	415,3	339,9	349,7	445,8	448,3
Peso da água	32	31,5	38,6	55	64,5
Teor de umidade	7,7	9,3	11,0	12,3	14,4
Peso específico seco	1,846	1,883	1,907	1,899	1,834



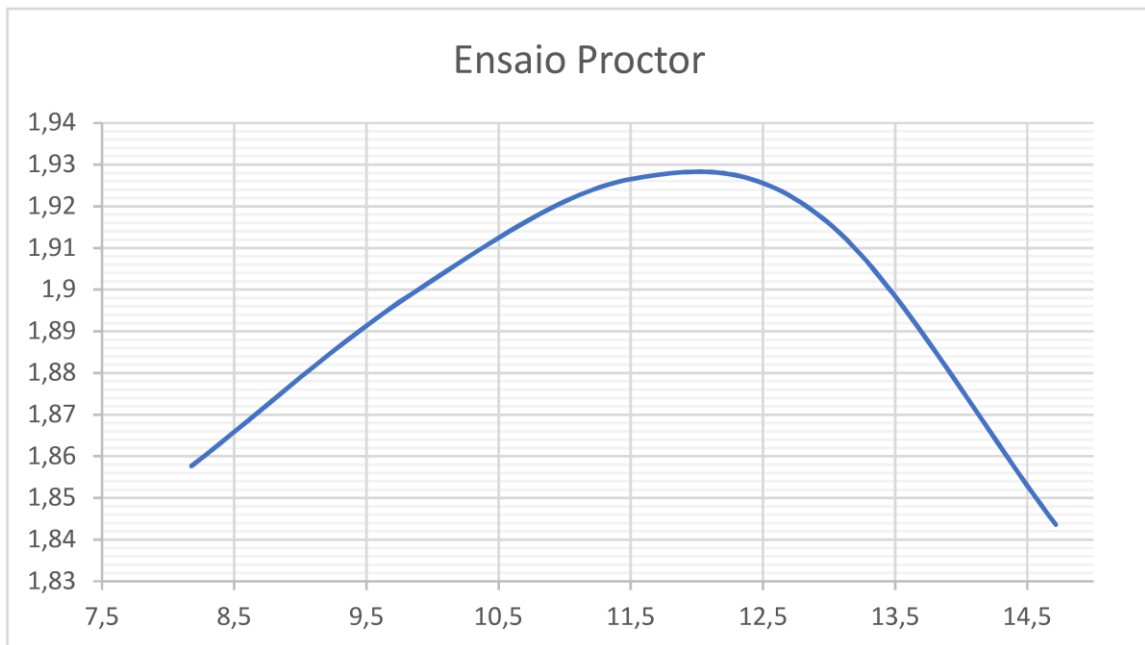
Peso específico seco (g/cm ³)	1,910
Teor de umidade ótimo (%)	11,5

Ensaio Proctor		
Ponto:	17	

Peso do Molde	4822
Volume Molde	2089


Ensaio	1	2	3	4	5
Peso Molde + Solo umido	9020	9180	9310	9345	9240
Peso específico úmido	2,010	2,086	2,148	2,165	2,115

Teor de umidade					
Bandeija	2	10	18	1	15
Peso Bandeija	160,2	163,7	172,1	161,5	168,7
Peso Bandeija + solo umido	610	549,6	585,7	675	666,9
Peso Bandeija + solo seco	576	515	543	616	603
Peso solo umido	449,8	385,9	413,6	513,5	498,2
Peso Solo seco	415,8	351,3	370,9	454,5	434,3
Peso da água	34	34,6	42,7	59	63,9
Teor de umidade	8,2	9,8	11,5	13,0	14,7
Peso específico seco	1,858	1,899	1,927	1,916	1,84363



Peso específico seco (g/cm ³)	1,930
Teor de umidade ótimo (%)	12,0

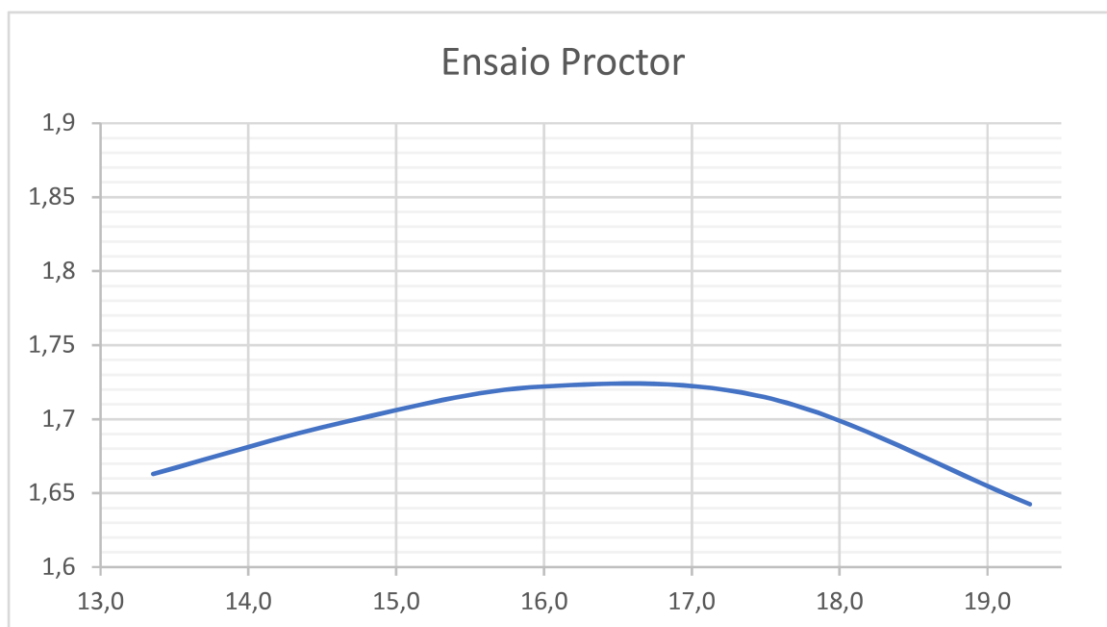
Ensaio Proctor	
Ponto:	24



Peso do Molde	4822
Volume Molde	2089

Ensaio	1	2	3	4	5
Peso Molde + Solo umido	8760	8890	8995	9030	8915
Peso específico úmido	1,885	1,947	1,998	2,014	1,959

Teor de umidade					
Bandeija	2	25	7	15	1
Peso Bandeija	160,2	172,6	161	165,7	161,5
Peso Bandeija + solo umido	610	616,8	496	675	496,1
Peso Bandeija + solo seco	557	560	449,8	599	442
Peso solo umido	449,8	444,2	335	509,3	334,6
Peso Solo seco	396,8	387,4	288,8	433,3	280,5
Peso da água	53	56,8	46,2	76	54,1
Teor de umidade	13,4	14,7	16,0	17,5	19,3
Peso específico seco	1,663	1,698	1,722	1,714	1,643



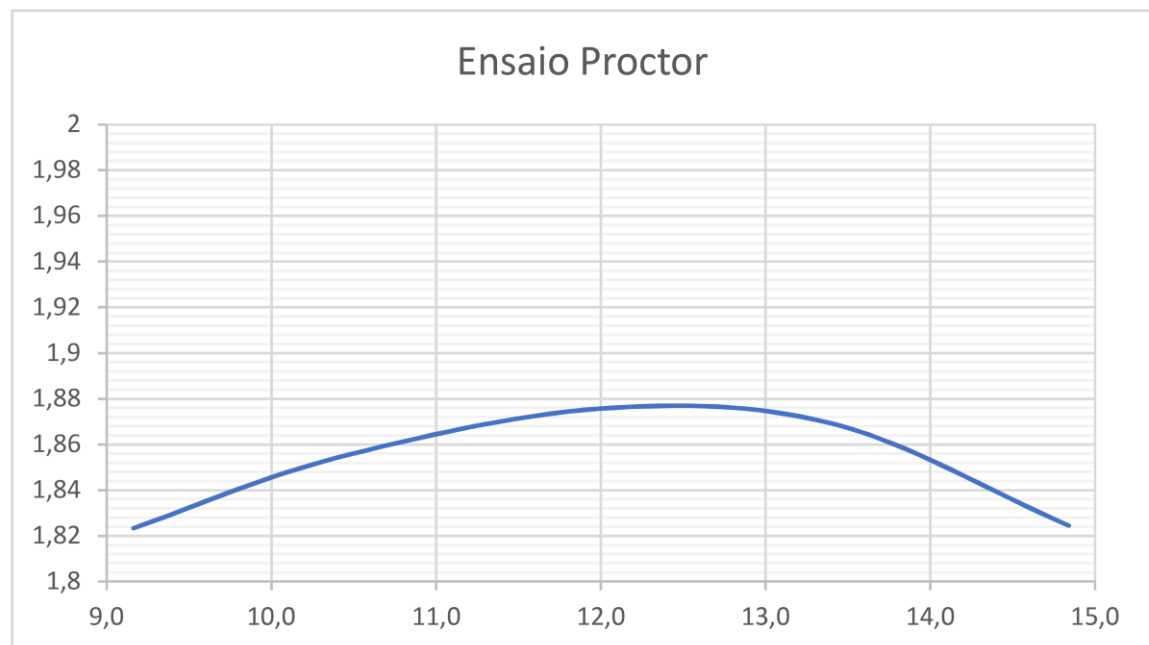
Peso específico seco (g/cm ³)	1,730
Teor de umidade ótimo (%)	16,5

Ensaio Proctor		
Ponto:	28	

Peso do Molde	4822
Volume Molde	2089

Ensaio	1	2	3	4	5
Peso Molde + Solo umido	8980	9098	9210	9250	9199
Peso específico úmido	1,990	2,047	2,101	2,120	2,095

Teor de umidade					
Bandeija	2	25	7	18	1
Peso Bandeija	160,2	172,1	161	172,1	161,5
Peso Bandeija + solo umido	601	592,6	509,4	642,6	502
Peso Bandeija + solo seco	564	553	472,1	587	458
Peso solo umido	440,8	420,5	348,4	470,5	340,5
Peso Solo seco	403,8	380,9	311,1	414,9	296,5
Peso da água	37	39,6	37,3	55,6	44
Teor de umidade	9,2	10,4	12,0	13,4	14,8
Peso específico seco	1,823	1,854	1,876	1,869	1,825



Peso específico seco (g/cm ³)	1,880
Teor de umidade ótimo (%)	12,5

APÊNDICE H – Ensaio CBR

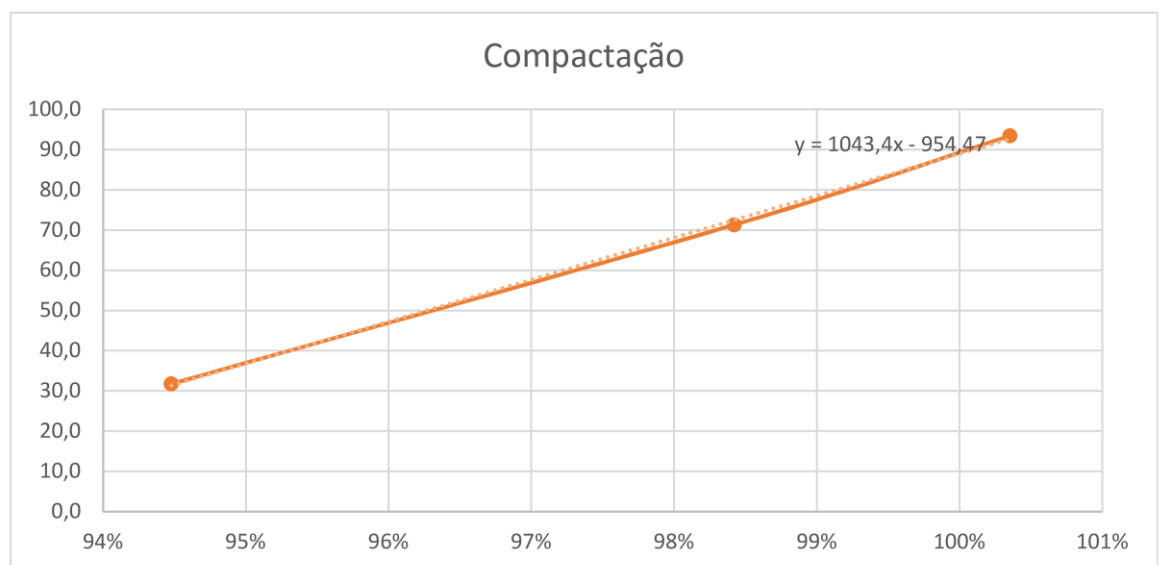
Ensaio Proctor		
Ponto:	3	

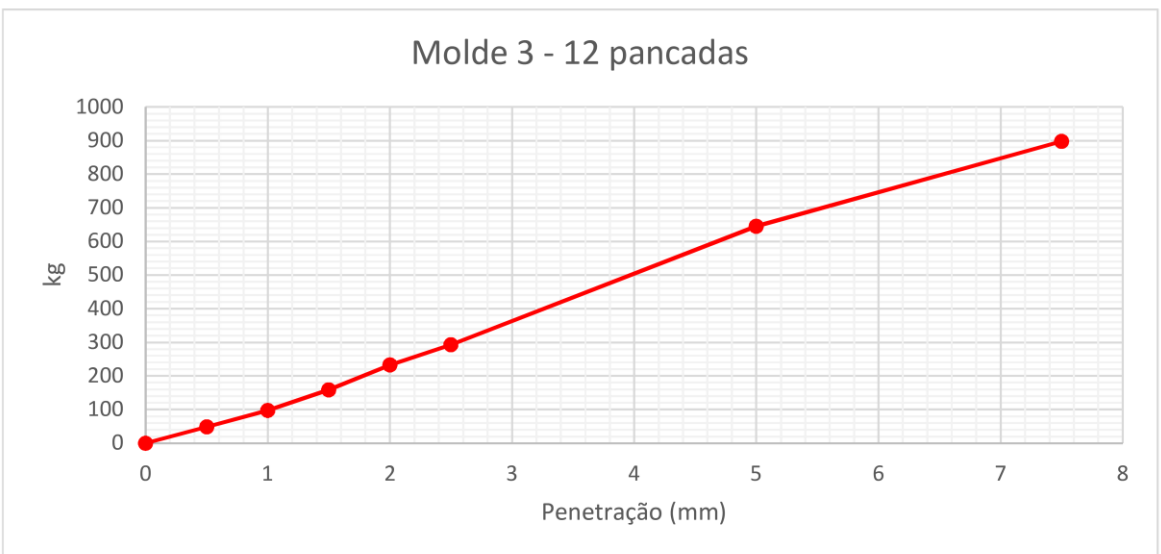
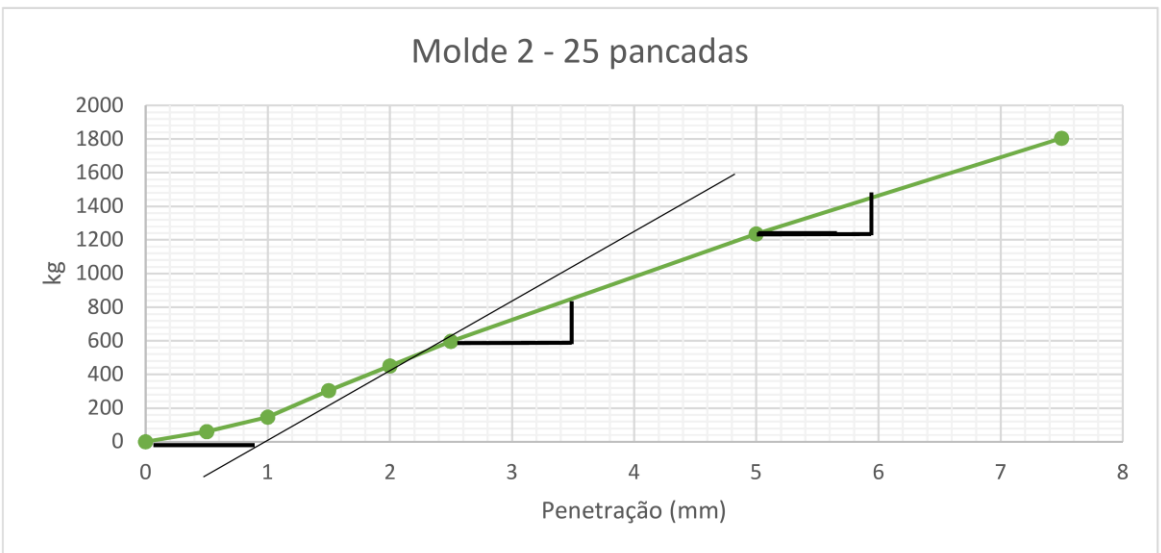
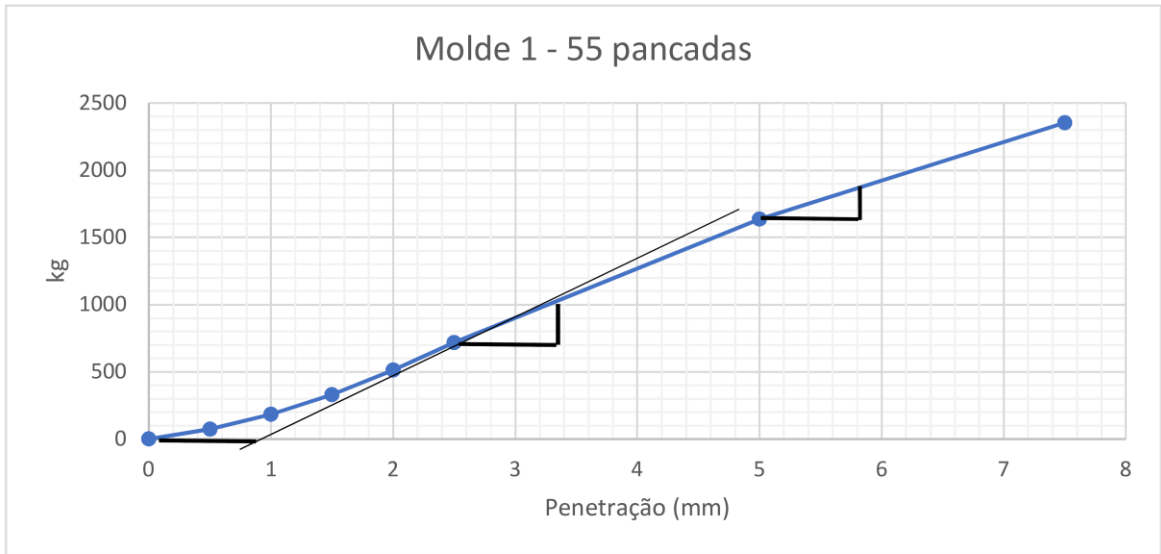
Compactação da amostra				
Número do molde		1	2	3
Número de pancadas por camada		55	25	12
Altura do solo no cilindro	cm	11,45	11,45	11,45
Volume do solo	g	2088	2088	2088
Peso do cilindro vazio	g	4822	4811	4949
Peso do cilindro com o solo	g	9355	9269	9232
Peso do solo	g	4533	4458	4283
Peso específico umido	g	2,171	2,135	2,051
Teor de umidade	%	9,63	9,66	9,78
Peso específico seco	g/cm ³	1,980	1,947	1,869
Peso específico máximo	g/cm ³	1,980	1,980	1,980
Grau de compactação	%	100%	98%	94%

Saturação da amostra				
Espessura das placas de carga	cm	7,5	7,5	7,5
Leitura no deflectometro no 1º dia	mm	0,022	0,03	0,03
Leitura no deflectometro no 2º dia	mm	0,03	0,032	0,03
Leitura no deflectometro no 3º dia	mm	0,03	0,032	0,03
Leitura no deflectometro no 4º dia	mm	0,03	0,032	0,03
Expansão máxima	mm	0,03	0,032	0,03
Expansão específica	%	0,2620	0,2795	0,2620
Peso cilindro com solo após saturação	g	9372	9309	9302
Peso de água absorvida	g	17	40	70
Peso do solo após saturação	g	4550	4498	4353
Peso específico saturado	g	2,179	2,154	2,085
Teor de umidade após saturação	%	9,67	10,54	11,44
Peso específico seco após saturação	g/cm ³	1,987	1,949	1,871
Grau de compactação	%	100%	98%	94%

Teor de umidade						
Número do molde	1		2		3	
	H	H'	H	H'	H	H'
Número da cápsula	20	3	18	25	11	4
Peso da Cápsula	162,57	161,5	172,1	172,6	159,9	172,01
Peso da cápsula e solo umido	688,5	651,5	573,8	799,6	576,5	704,7
Peso da cápsula e solo seco	642,3	608,3	538,4	739,8	539,4	650
Peso de água	46,2	43,2	35,4	59,8	37,1	54,7
Peso do solo seco	479,73	446,8	366,3	567,2	379,5	477,99
Teor de umidade	9,63	9,67	9,66	10,54	9,78	11,44

Penetração								
Anel dinamométrico (kg)			3000					
Forças (f)		0,01	kg	0,01	kg	0,01	kg	Fz (kg)
		mm		mm		mm		
f0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
f0,5	0,5	0,06	73,44	0,05	61,2	0,04	48,96	370
f1,0	1,0	0,15	183,6	0,12	146,88	0,08	97,92	629
f1,5	1,5	0,27	329,46	0,25	304,98	0,13	159,12	903
f2,0	2,0	0,42	513,06	0,37	451,86	0,19	232,56	1129
f2,5	2,5	0,59	717,06	0,49	597,72	0,24	292,74	1355
f5,0	5,0	1,35	1637,1	1,02	1236,24	0,53	645,66	2033
f7,5	7,5	1,95	2353,14	1,49	1805,4	0,74	897,6	2575
Correção (2,5 mm)		1100		850				
Correção (5,0 mm)		1900		1450				
CBR (2,5 mm)		81,2		62,7		21,6		-
CBR (5,0 mm)		93,5		71,3		31,8		-
CBR calc. (95%)				36,8				





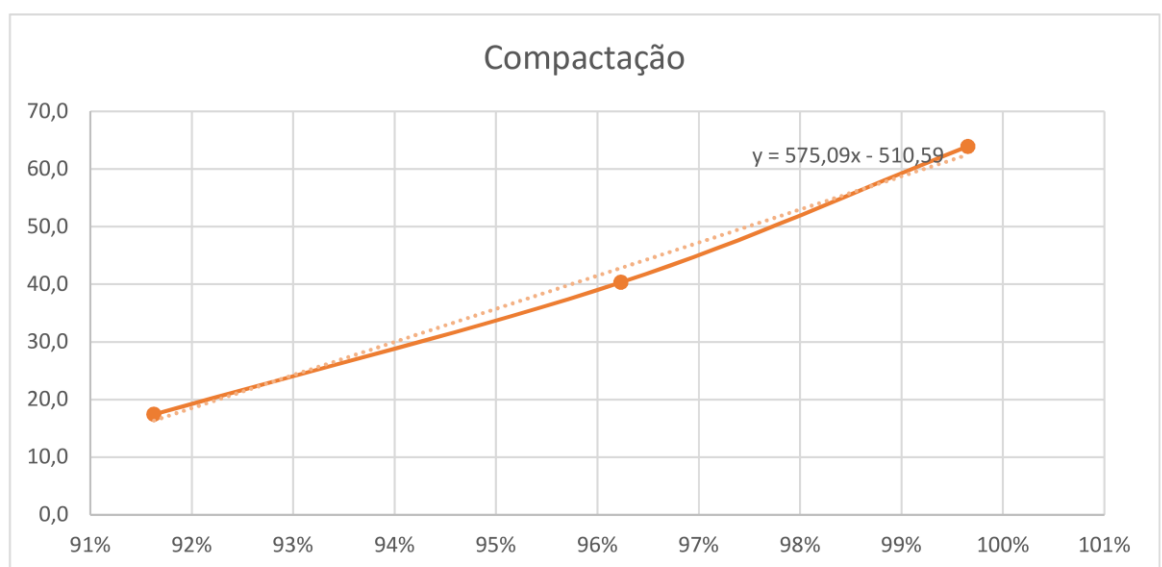
Ensaio Proctor		 ipb INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Ponto:	9	

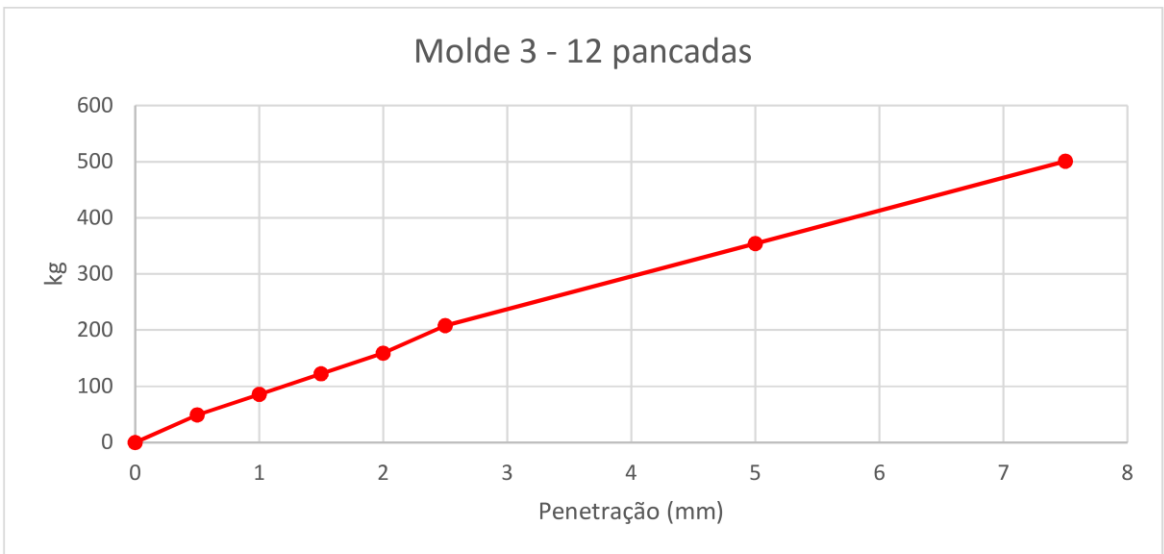
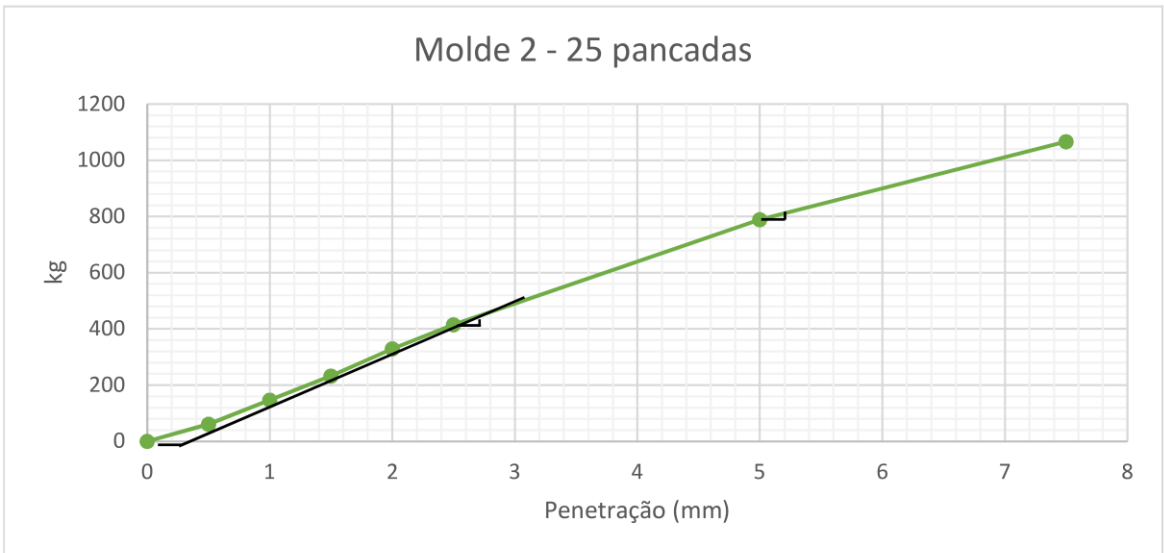
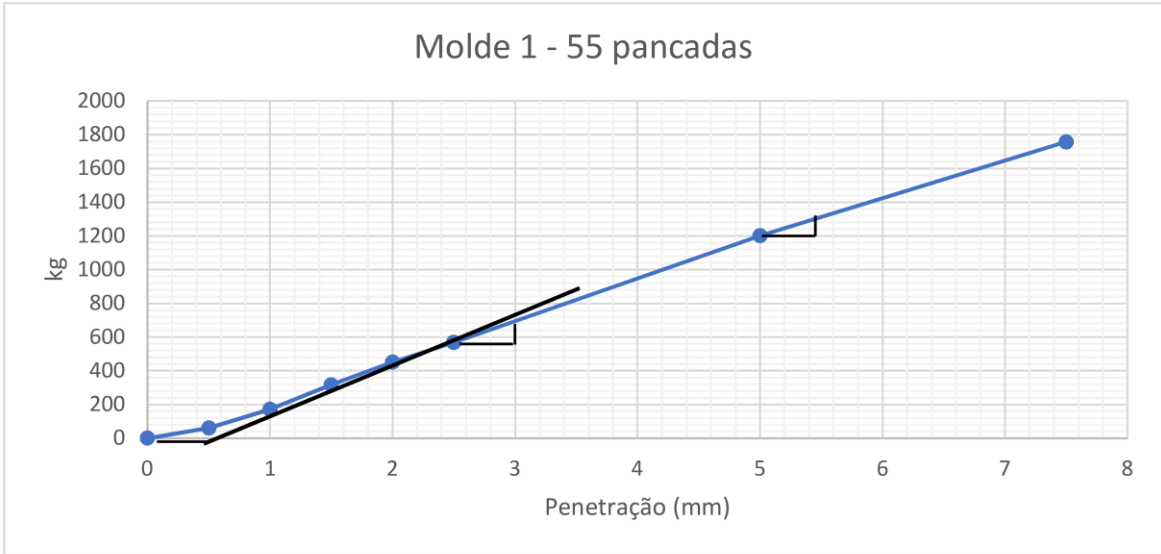
Compactação da amostra				
Número do molde		1	2	3
Número de pancadas por camada		55	25	12
Altura do solo no cilindro	cm	11,45	11,45	11,45
Volume do solo	g	2088	2088	2088
Peso do cilindro vazio	g	4822	4811	4949
Peso do cilindro com o solo	g	9238	9077	9020
Peso do solo	g	4416	4266	4071
Peso específico umido	g	2,115	2,043	1,950
Teor de umidade	%	11,11	11,17	11,12
Peso específico seco	g/cm ³	1,903	1,838	1,755
Peso específico máximo	g/cm ³	1,910	1,910	1,910
Grau de compactação	%	100%	96%	92%

Saturação da amostra				
Espessura das placas de carga	cm	7,5	7,5	7,5
Leitura no deflectometro no 1º dia	mm	0,03	0,04	0,04
Leitura no deflectometro no 2º dia	mm	0,04	0,04	0,04
Leitura no deflectometro no 3º dia	mm	0,04	0,04	0,04
Leitura no deflectometro no 4º dia	mm	0,04	0,04	0,04
Expansão máxima	mm	0,04	0,04	0,04
Expansão específica	%	0,3493	0,3493	0,3493
Peso cilindro com solo após saturação	g	9265	9140	9120
Peso de água absorvida	g	27	63	100
Peso do solo após saturação	g	4443	4329	4171
Peso específico saturado	g	2,128	2,073	1,998
Teor de umidade após saturação	%	11,79	12,80	14,14
Peso específico seco após saturação	g/cm ³	1,903	1,838	1,750
Grau de compactação	%	100%	96%	92%

Teor de umidade						
Número do molde	1		2		3	
	H	H'	H	H'	H	H'
Número da cápsula	18	7	25	18	7	25
Peso da Cápsula	172,1	161	172,6	172,1	161	172,6
Peso da cápsula e solo umido	692	853	618,5	626	543,7	610,8
Peso da cápsula e solo seco	640	780	573,7	574,5	505,4	556,5
Peso de água	52	73	44,8	51,5	38,3	54,3
Peso do solo seco	467,9	619	401,1	402,4	344,4	383,9
Teor de umidade	11,11	11,79	11,17	12,80	11,12	14,14

Penetração								
Anel dinamométrico (kg)		3000						
Forças (f)		0,01	kg	0,01	kg	0,01	kg	Fz
		mm		mm		mm		(kg)
f0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
f0,5	0,5	0,05	61,2	0,05	61,2	0,04	48,96	370
f1,0	1,0	0,14	171,36	0,12	146,88	0,07	85,68	629
f1,5	1,5	0,26	317,22	0,19	232,56	0,1	122,4	903
f2,0	2,0	0,37	451,86	0,27	329,46	0,13	159,12	1129
f2,5	2,5	0,48	568,14	0,34	415,14	0,17	208,08	1355
f5,0	5,0	0,99	1200,54	0,65	789,48	0,29	353,94	2033
f7,5	7,5	1,45	1758	0,88	1067	0,41	500,82	2575
Correção (2,5 mm)		680		440				
Correção (5,0 mm)		1300		820				
CBR (2,5 mm)		50,2		32,5		15,4		-
CBR (5,0 mm)		63,9		40,3		17,4		-
CBR calc. (95%)				35,7				-





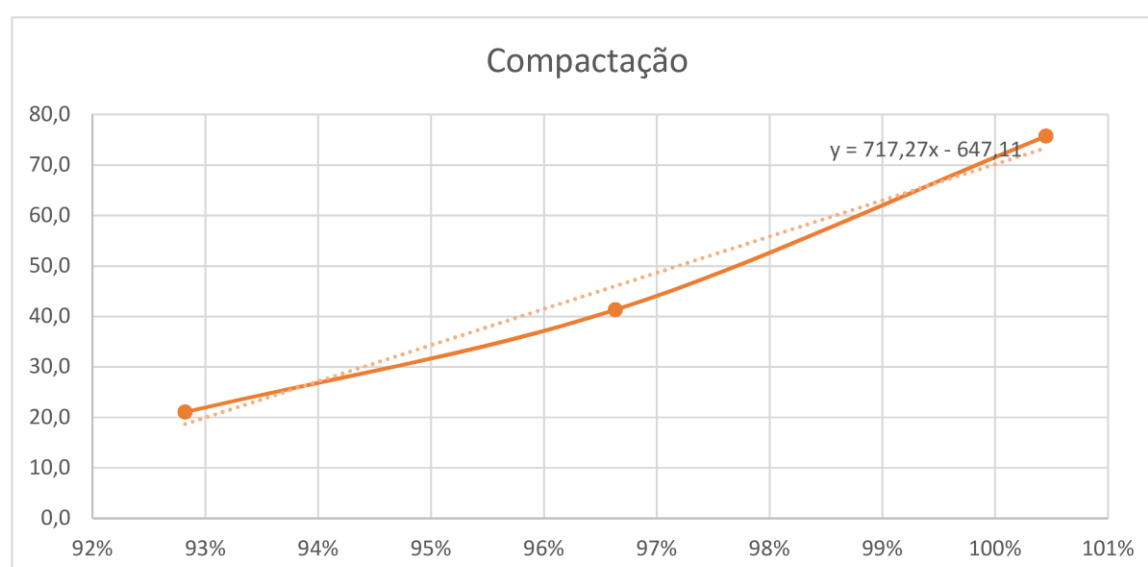
Ensaio Proctor		 ipb INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Ponto:	12	

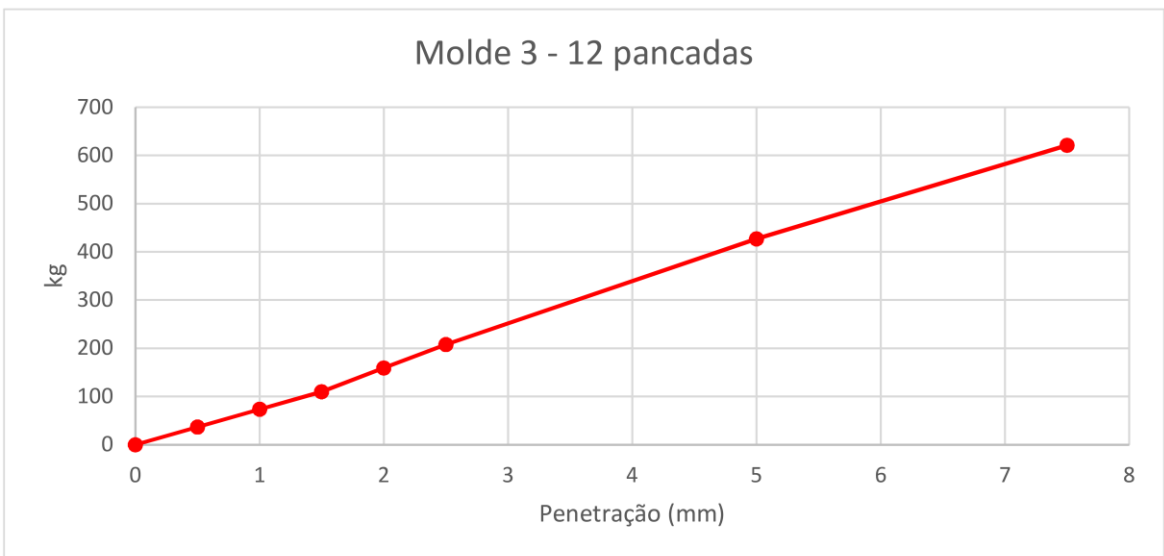
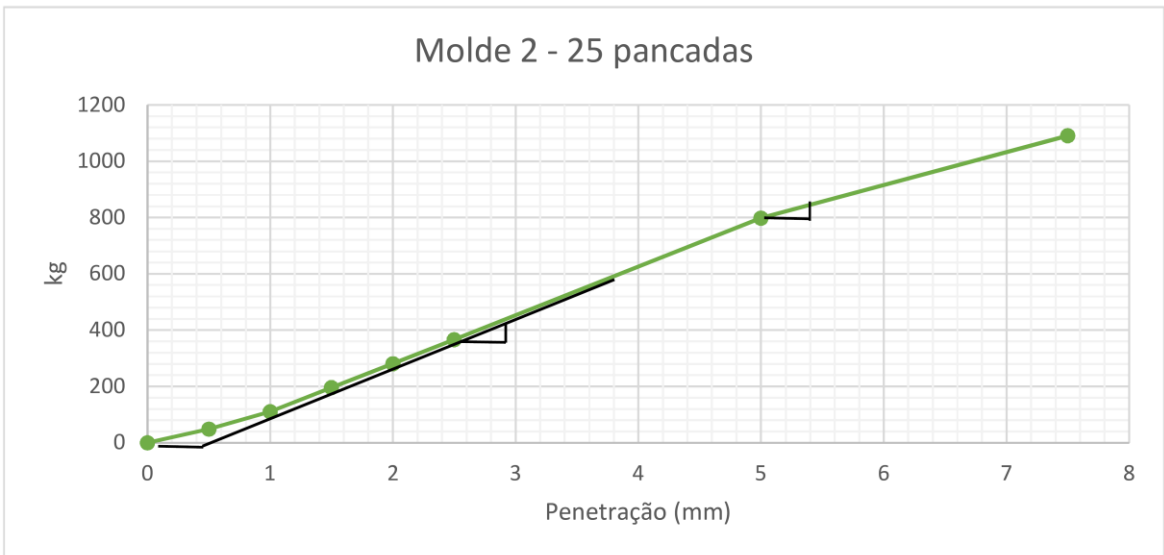
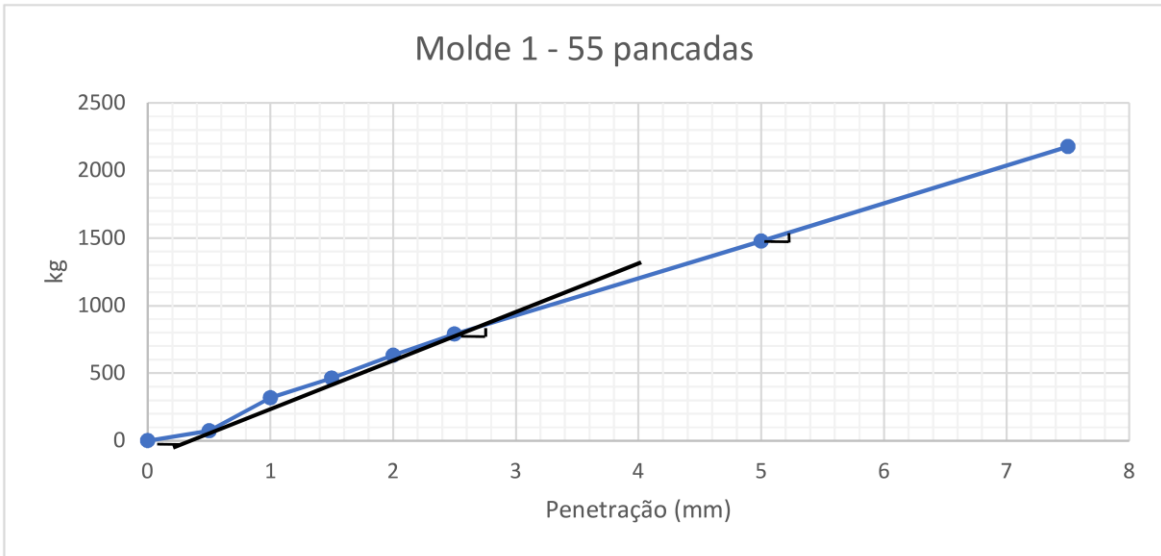
Compactação da amostra				
Número do molde		1	2	3
Número de pancadas por camada		55	25	12
Altura do solo no cilindro	cm	11,45	11,45	11,45
Volume do solo	g	2088	2088	2088
Peso do cilindro vazio	g	4822	4811	4949
Peso do cilindro com o solo	g	9275	9110	9080
Peso do solo	g	4453	4299	4131
Peso específico umido	g	2,133	2,059	1,978
Teor de umidade	%	11,35	11,31	10,17
Peso específico seco	g/cm ³	1,915	1,850	1,796
Peso específico máximo	g/cm ³	1,910	1,910	1,910
Grau de compactação	%	100%	97%	94%

Saturação da amostra				
Espessura das placas de carga	cm	7,5	7,5	7,5
Leitura no deflectometro no 1º dia	mm	0,02	0,03	0,02
Leitura no deflectometro no 2º dia	mm	0,03	0,03	0,03
Leitura no deflectometro no 3º dia	mm	0,03	0,03	0,03
Leitura no deflectometro no 4º dia	mm	0,03	0,03	0,03
Expansão máxima	mm	0,03	0,03	0,03
Expansão específica	%	0,2620	0,2620	0,2620
Peso cilindro com solo após saturação	g	9305	9160	9165
Peso de água absorvida	g	30	50	85
Peso do solo após saturação	g	4483	4349	4216
Peso específico saturado	g	2,147	2,083	2,019
Teor de umidade após saturação	%	11,91	12,85	13,89
Peso específico seco após saturação	g/cm ³	1,919	1,846	1,773
Grau de compactação	%	100%	97%	93%

Teor de umidade						
Número do molde	1		2		3	
	H	H'	H	H'	H	H'
Número da cápsula	4	25	19	18	15	7
Peso da Cápsula	172,1	161	172,6	172,1	168,9	161
Peso da cápsula e solo umido	626,3	801,1	667,5	719,3	670,3	793,1
Peso da cápsula e solo seco	580	733	617,2	657	624	716
Peso de água	46,3	68,1	50,3	62,3	46,3	77,1
Peso do solo seco	407,9	572	444,6	484,9	455,1	555
Teor de umidade	11,35	11,91	11,31	12,85	10,17	13,89

Penetração								
Anel dinamométrico (kg)		3000						
Forças (f)		0,01	kg	0,01	kg	0,01	kg	Fz (kg)
		mm		mm		mm		
f0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
f0,5	0,5	0,06	73,44	0,04	48,96	0,03	36,72	370
f1,0	1,0	0,26	317,22	0,09	110,16	0,06	73,44	629
f1,5	1,5	0,38	464,1	0,16	195,84	0,09	110,16	903
f2,0	2,0	0,52	633,42	0,23	280,5	0,13	159,12	1129
f2,5	2,5	0,65	789,48	0,3	366,18	0,17	208,08	1355
f5,0	5,0	1,22	1479	0,64	797,64	0,35	427,38	2033
f7,5	7,5	1,8	2177	0,9	1091	0,51	621,18	2575
Correção (2,5 mm)		850		430				
Correção (5,0 mm)		1540		840				
CBR (2,5 mm)		62,7		31,7		15,4		-
CBR (5,0 mm)		75,8		41,3		21,0		-
CBR calc. (95%)				34,3				-





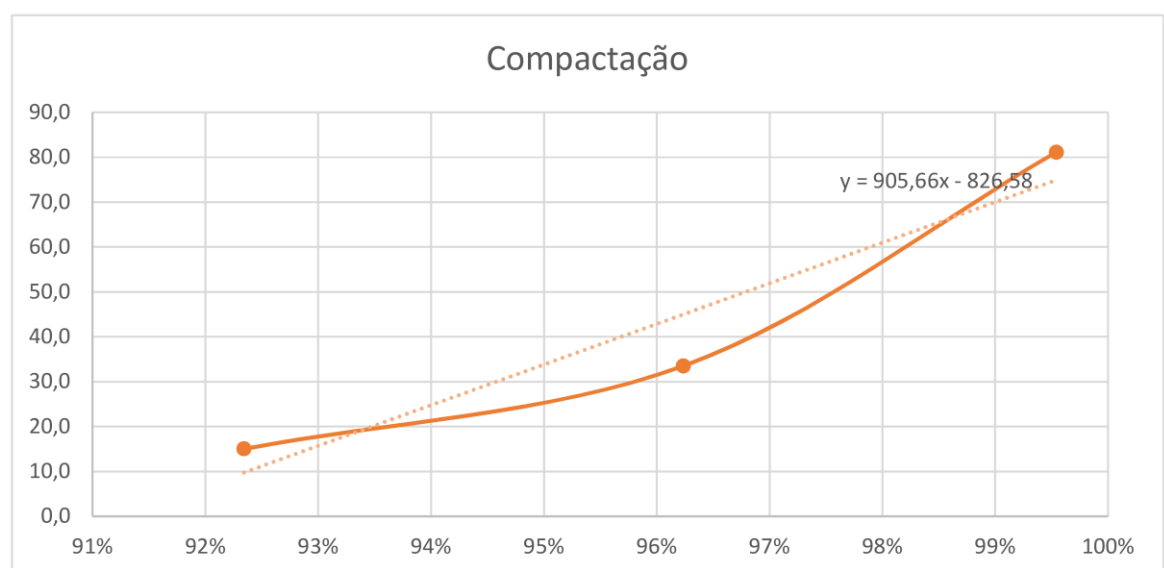
Ensaio Proctor		
Ponto:	17	

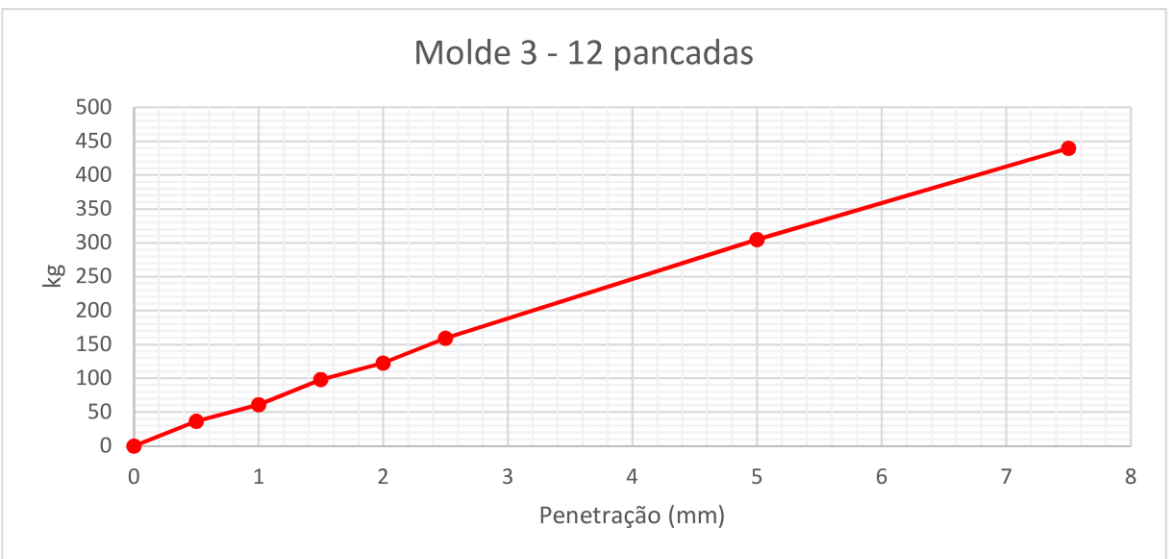
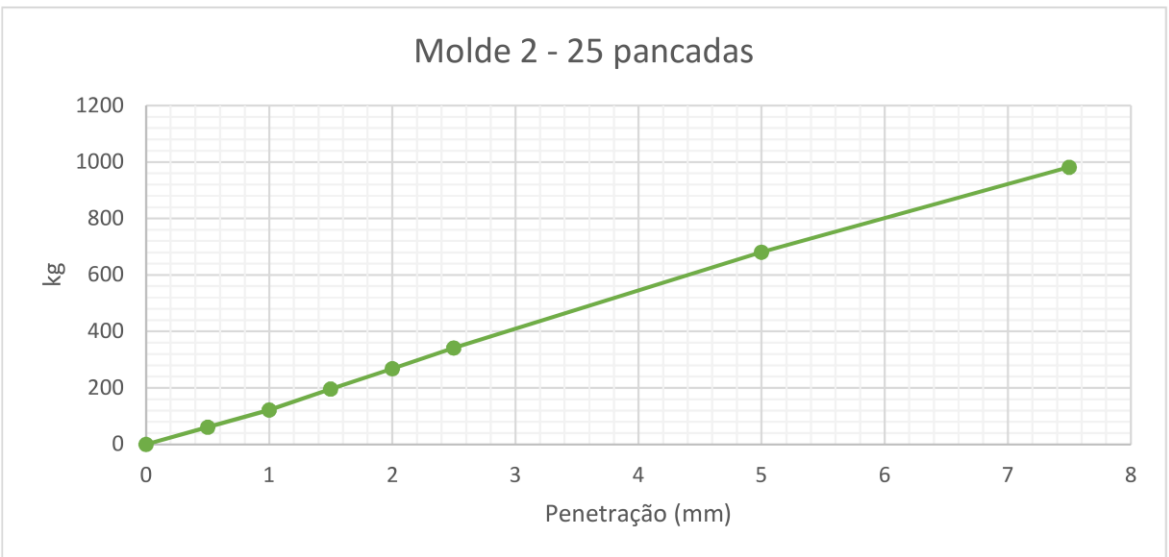
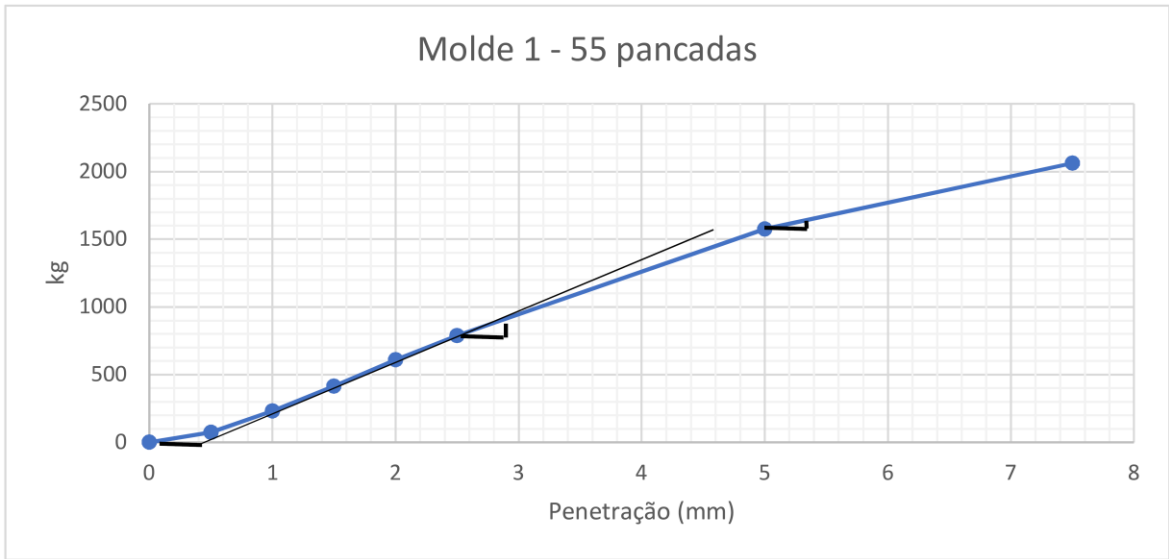
Compactação da amostra				
Número do molde		1	2	3
Número de pancadas por camada		55	25	12
Altura do solo no cilindro	cm	11,45	11,45	11,45
Volume do solo	g	2088	2088	2088
Peso do cilindro vazio	g	4822	4949	4811
Peso do cilindro com o solo	g	9305	9285	8975
Peso do solo	g	4483	4336	4164
Peso específico umido	g	2,147	2,077	1,994
Teor de umidade	%	11,71	11,91	11,79
Peso específico seco	g/cm ³	1,922	1,856	1,784
Peso específico máximo	g/cm ³	1,930	1,930	1,930
Grau de compactação	%	100%	96%	92%

Saturação da amostra				
Espessura das placas de carga	cm	7,5	7,5	7,5
Leitura no deflectometro no 1º dia	mm	0,03	0,04	0,05
Leitura no deflectometro no 2º dia	mm	0,04	0,05	0,05
Leitura no deflectometro no 3º dia	mm	0,04	0,05	0,05
Leitura no deflectometro no 4º dia	mm	0,04	0,05	0,05
Expansão máxima	mm	0,04	0,05	0,05
Expansão específica	%	0,3493	0,4367	0,4367
Peso cilindro com solo após saturação	g	9330	9340	9065
Peso de água absorvida	g	25	55	90
Peso do solo após saturação	g	4508	4391	4254
Peso específico saturado	g	2,159	2,103	2,037
Teor de umidade após saturação	%	12,38	13,22	14,32
Peso específico seco após saturação	g/cm ³	1,921	1,857	1,782
Grau de compactação	%	100%	96%	92%

Teor de umidade						
Número do molde	1		2		3	
	H	H'	H	H'	H	H'
Número da cápsula	15	15	19	25	4	3
Peso da Cápsula	168,9	168,9	171,8	172,6	172,01	161,5
Peso da cápsula e solo umido	539	714,5	581,6	536,5	699,3	676,5
Peso da cápsula e solo seco	500,2	654,4	538	494	643,7	612
Peso de água	38,8	60,1	43,6	42,5	55,6	64,5
Peso do solo seco	331,3	485,5	366,2	321,4	471,69	450,5
Teor de umidade	11,71	12,38	11,91	13,22	11,79	14,32

Penetração								
Anel dinamométrico (kg)		3000						
Forças (f)		0,01	kg	0,01	kg	0,01	kg	Fz
		mm		mm		mm		(kg)
f0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
f0,5	0,5	0,06	73,44	0,05	61,2	0,03	36,7	370
f1,0	1,0	0,19	232,56	0,1	122,4	0,05	61,2	629
f1,5	1,5	0,34	415,14	0,16	195,84	0,08	97,92	903
f2,0	2,0	0,5	608,94	0,22	268,26	0,1	122,4	1129
f2,5	2,5	0,65	789,48	0,28	341,7	0,13	159,12	1355
f5,0	5,0	1,3	1576	0,56	681,36	0,25	304,98	2033
f7,5	7,5	1,79	2062	0,81	982,26	0,36	439,62	2575
Correção (2,5 mm)		900		-				
Correção (5,0 mm)		1650		-				
CBR (2,5 mm)		66,4		25,2		11,7		-
CBR (5,0 mm)		81,2		33,5		15,0		-
CBR calc. (95%)				33,8				-





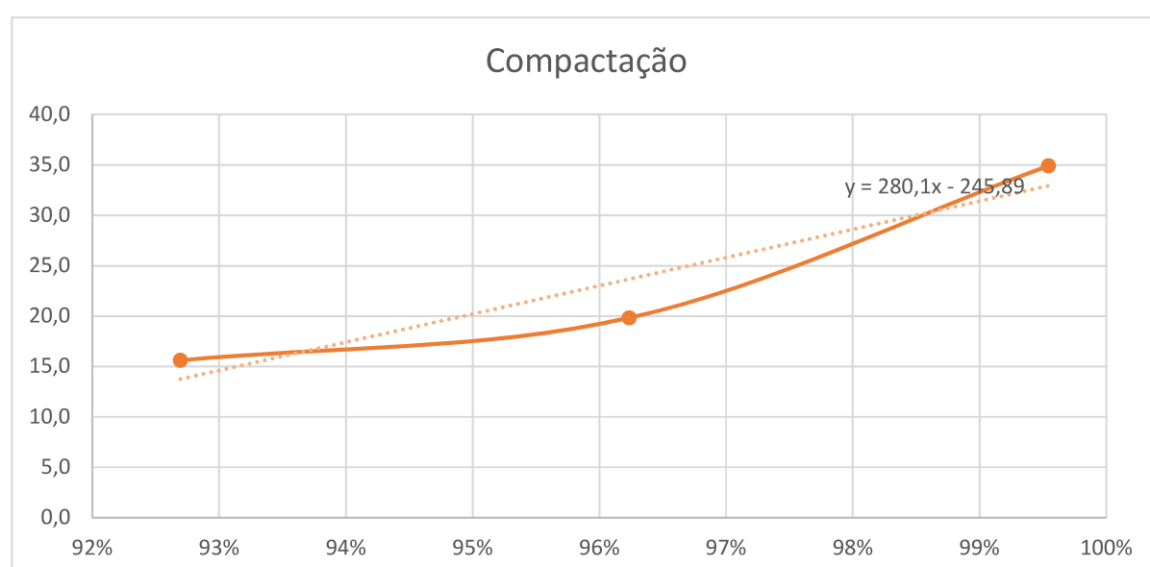
Ensaio Proctor		 ipb INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Ponto:	24	

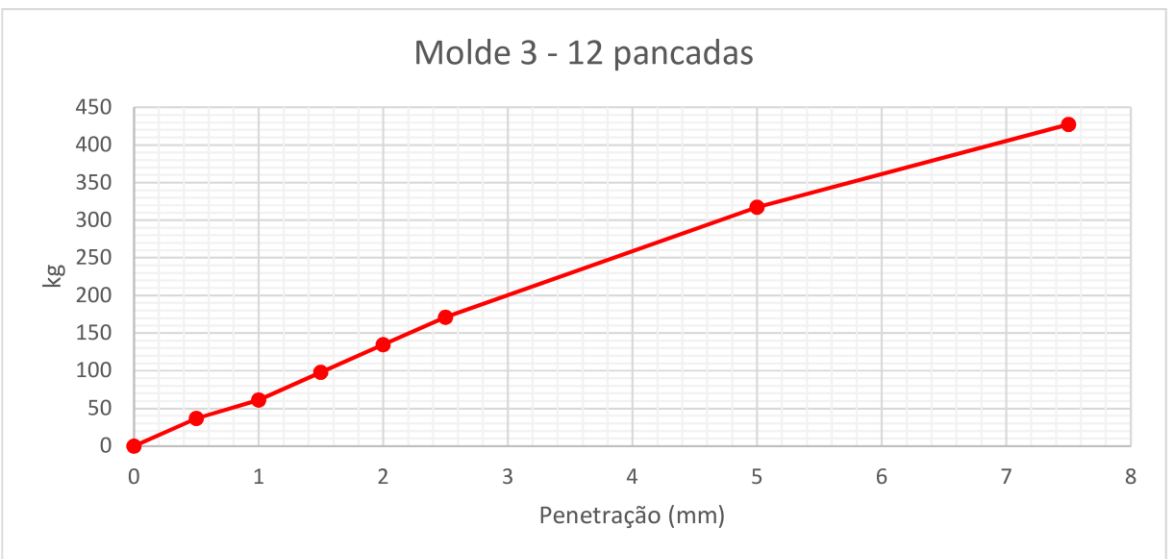
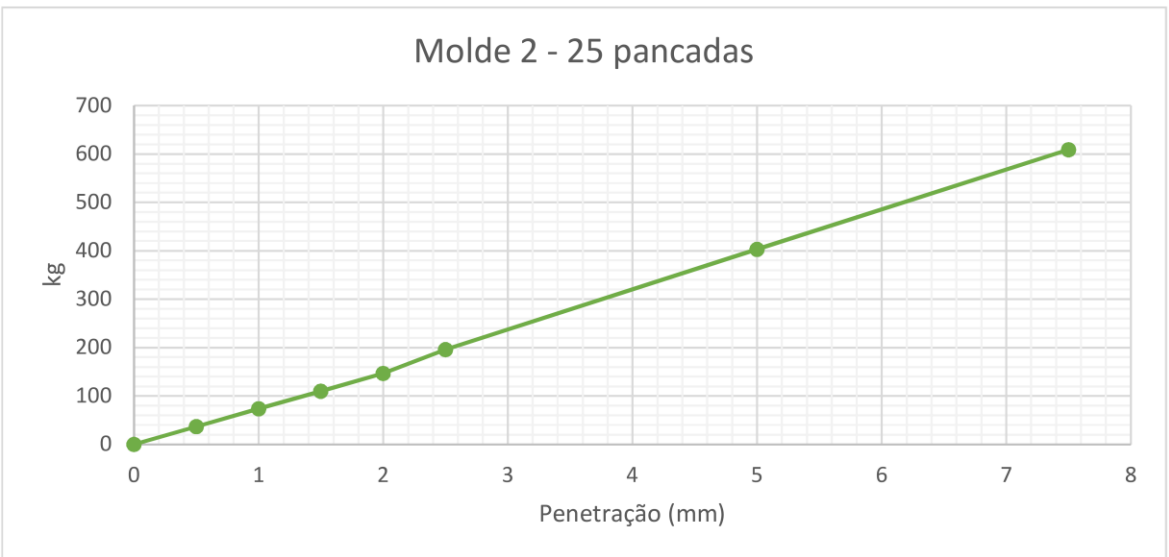
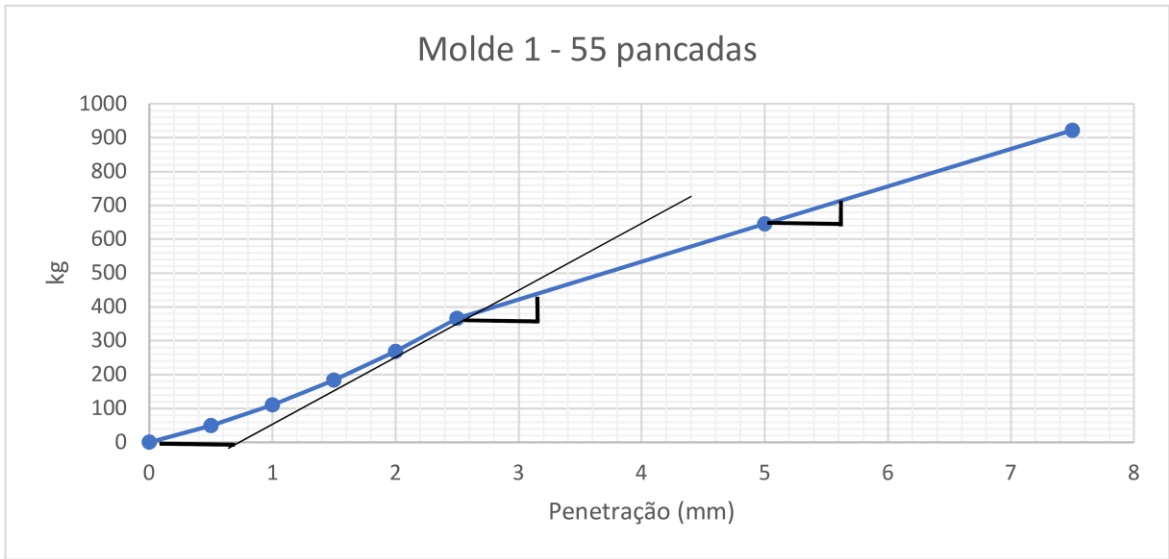
Compactação da amostra				
Número do molde		1	2	3
Número de pancadas por camada		55	25	12
Altura do solo no cilindro	cm	11,45	11,45	11,45
Volume do solo	g	2088	2088	2088
Peso do cilindro vazio	g	4822	4811	4949
Peso do cilindro com o solo	g	8996	8860	8855
Peso do solo	g	4174	4049	3906
Peso específico umido	g	1,999	1,939	1,871
Teor de umidade	%	15,99	16,22	16,26
Peso específico seco	g/cm ³	1,723	1,668	1,609
Peso específico máximo	g/cm ³	1,730	1,730	1,730
Grau de compactação	%	100%	96%	93%

Saturação da amostra				
Espessura das placas de carga	cm	7,5	7,5	7,5
Leitura no deflectometro no 1º dia	mm	0,04	0,15	0,24
Leitura no deflectometro no 2º dia	mm	0,06	0,17	0,25
Leitura no deflectometro no 3º dia	mm	0,08	0,19	0,26
Leitura no deflectometro no 4º dia	mm	0,1	0,2	0,27
Expansão máxima	mm	0,1	0,2	0,27
Expansão específica	%	0,8734	1,7467	2,3581
Peso cilindro com solo após saturação	g	9035	8935	8967
Peso de água absorvida	g	39	75	112
Peso do solo após saturação	g	4213	4124	4018
Peso específico saturado	g	2,018	1,975	1,924
Teor de umidade após saturação	%	17,16	18,63	20,00
Peso específico seco após saturação	g/cm ³	1,722	1,665	1,604
Grau de compactação	%	100%	96%	93%

Teor de umidade						
Número do molde	1		2		3	
	H	H'	H	H'	H	H'
Número da cápsula	18	25	4	19	19	3
Peso da Cápsula	172,1	172,6	172,1	171,83	171,8	161,5
Peso da cápsula e solo umido	590,7	584,9	700,8	686,9	730,1	685,9
Peso da cápsula e solo seco	533	524,5	627	606	652	598,5
Peso de água	57,7	60,4	73,8	80,9	78,1	87,4
Peso do solo seco	360,9	351,9	454,9	434,17	480,2	437
Teor de umidade	15,99	17,16	16,22	18,63	16,26	20,00

Penetração								
Anel dinamométrico (kg)		3000						
Forças (f)		0,01	kg	0,01	kg	0,01	kg	Fz (kg)
		mm		mm		mm		
f0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
f0,5	0,5	0,04	48,96	0,03	36,72	0,03	36,72	370
f1,0	1,0	0,09	110,16	0,06	73,44	0,05	61,2	629
f1,5	1,5	0,15	183,6	0,09	110,16	0,08	97,92	903
f2,0	2,0	0,22	268,26	0,12	146,88	0,11	134,64	1129
f2,5	2,5	0,3	366,18	0,16	195,84	0,14	171,36	1355
f5,0	5,0	0,53	645,66	0,33	402,9	0,26	317,22	2033
f7,5	7,5	0,76	922,08	0,5	608,94	0,35	427,38	2575
Correção (2,5 mm)		435		-				
Correção (5,0 mm)		710		-				
CBR (2,5 mm)		32,1		14,5		12,6		-
CBR (5,0 mm)		34,9		19,8		15,6		-
CBR calc. (95%)				20,2				-





Ensaio Proctor		 ipb INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Ponto:	3	

Compactação da amostra				
Número do molde		1	2	3
Número de pancadas por camada		55	25	12
Altura do solo no cilindro	cm	11,45	11,45	11,45
Volume do solo	g	2088	2088	2088
Peso do cilindro vazio	g	4822	4811	4949
Peso do cilindro com o solo	g	9250	9110	9105
Peso do solo	g	4428	4299	4156
Peso específico umido	g	2,121	2,059	1,990
Teor de umidade	%	12,26	12,28	12,32
Peso específico seco	g/cm ³	1,889	1,834	1,772
Peso específico máximo	g/cm ³	1,880	1,880	1,880
Grau de compactação	%	100%	98%	94%

Saturação da amostra				
Espessura das placas de carga	cm	7,5	7,5	7,5
Leitura no deflectometro no 1º dia	mm	0,02	0,03	0,03
Leitura no deflectometro no 2º dia	mm	0,02	0,04	0,04
Leitura no deflectometro no 3º dia	mm	0,02	0,04	0,04
Leitura no deflectometro no 4º dia	mm	0,02	0,04	0,04
Expansão máxima	mm	0,02	0,04	0,04
Expansão específica	%	0,1747	0,3493	0,3493
Peso cilindro com solo após saturação	g	9280	9180	9210
Peso de água absorvida	g	30	70	105
Peso do solo após saturação	g	4458	4369	4261
Peso específico saturado	g	2,135	2,092	2,041
Teor de umidade após saturação	%	13,00	14,19	15,00
Peso específico seco após saturação	g/cm ³	1,889	1,832	1,774
Grau de compactação	%	100%	97%	94%

Teor de umidade						
Número do molde	1		2		3	
	H	H'	H	H'	H	H'
Número da cápsula	4	19	1	3	7	25
Peso da Cápsula	172,01	171,83	161,52	161,5	160,78	172,6
Peso da cápsula e solo umido	612,6	781,1	670,7	769	575,7	644
Peso da cápsula e solo seco	564,5	711	615	693,5	530,2	582,5
Peso de água	48,1	70,1	55,7	75,5	45,5	61,5
Peso do solo seco	392,49	539,17	453,48	532	369,42	409,9
Teor de umidade	12,26	13,00	12,28	14,19	12,32	15,00

Penetração								
Anel dinamométrico (kg)		3000						
Forças (f)		0,01 mm	kg	0,01 mm	kg	0,01 mm	kg	Fz (kg)
f0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
f0,5	0,5	0,04	48,96	0,04	48,96	0,03	36,72	370
f1,0	1,0	0,09	110,16	0,1	122,4	0,06	73,44	629
f1,5	1,5	0,17	208,08	0,16	195,84	0,1	122,4	903
f2,0	2,0	0,27	329,46	0,24	292,74	0,14	171,36	1129
f2,5	2,5	0,47	573,24	0,32	390,66	0,18	220,32	1355
f5,0	5,0	1,06	1285,2	0,67	813,96	0,36	439,62	2033
f7,5	7,5	1,6	1938	0,94	1139,34	0,92	633,42	2575
Correção (2,5 mm)		930		480				
Correção (5,0 mm)		1610		880				
CBR (2,5 mm)		68,6		35,4		16,3		-
CBR (5,0 mm)		79,2		43,3		21,6		-
CBR calc. (95%)				24,8				-

