



## **Estudo de soluções para fundações de arruamentos**

**RICARDO MARTA SERÓDIO**

Novembro de 2017



# **ESTUDO DE SOLUÇÕES PARA FUNDAÇÕES DE ARRUAMENTOS.**

RICARDO MARTA SERÓDIO

Relatório de Estágio submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de  
**MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL – RAMO DE INFRAESTRUTURAS.**

Orientador: José Cândido Freitas (Professor Adjunto do ISEP).

Supervisor: Abel Tavares Abrantes (Engenheiro na Divisão e Conceção de Arruamentos e espaços públicos - Câmara Municipal de Vila Nova de Gaia).

**OUTUBRO DE 2017**



# ÍNDICE GERAL

Índice Geral .....	iii
Resumo.....	v
Abstract .....	vii
Agradecimentos .....	ix
Índice de Texto .....	xi
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas.....	xvii
Abreviaturas .....	xix
CAPÍTULO 1    Introdução.....	1
CAPÍTULO 2    Características principais dos solos para suporte da estrutura .....	3
CAPÍTULO 3    Casos de estudo .....	45
CAPÍTULO 4    Conclusões e desenvolvimentos futuros .....	99
Referências Bibliográficas .....	101
Anexo.....	103



## RESUMO

Grande parte das obras de Engenharia Civil necessitam de uma boa fundação para o seu correto funcionamento, isto é, as transmissões de tensões da superestrutura para as fundações devem ser feitas de maneira a que o solo possa resistir a esses esforços.

Devido ao grande desenvolvimento da humanidade torna-se difícil implementar edifícios em locais de boas características, pois estes já se encontram “ocupados” por edifícios ou por arruamentos construídos no passado. Como tal, os solos que acabam por ficar disponíveis apresentam fracas qualidades de suporte, o que leva a que haja a adoção de técnicas para a sua melhoria, ou que haja a sua substituição por materiais de melhores qualidades para que possam suportar melhor as ações que lhe estão a ser induzidas, pela obra de engenharia.

Muitas vezes, a substituição de material ou a sua melhoria acabam por ser dispendiosas o que leva à realização de fundações, denominadas profundas, para que estas descarreguem os esforços transmitidos pela superestrutura para um terreno de melhores características de solo, muitas vezes encontrado a grandes profundidades, colocando a obra de engenharia em “suspensão”.

Neste relatório pretende-se, por um lado, expor as técnicas de melhoria de solos existentes, com intuito de demonstrar as suas vantagens e desvantagens. Para tal há a necessidade de exibir, também, os diversos materiais que podem ser encontrados nos solos e especificar quais os parâmetros mais importantes a ter em conta para uma boa aplicação das técnicas referidas, já que grande parte dos processos de melhoramento de solos exibem resultados melhores para materiais específicos. Por outro lado, caso se verifique que os procedimentos anteriores possuem um orçamento elevado, expor algumas técnicas de fundações e estruturas de suporte para a estabilização de terrenos, sem que haja uma melhoria das propriedades dos materiais.

Finalmente serão estudadas diversas metodologias a serem aplicadas, com vista a tornar o solo de fundação suficientemente resistente para acarretar com os esforços provenientes da estrutura para dois arruamentos. Todos os procedimentos são analisados, mesmo que não sejam os que impingem maiores vantagens para o projeto, ou seja, independentemente de apresentarem um maior custo global poderão trazer maiores vantagens do que a técnica que se pode vir a colocar em prática.

**Palavras-chave:** Fundações Profundas, Fundações Indiretas, Metodologias de melhoramento de solos



## **ABSTRACT**

A good part of the engineering construction needs a good foundation too work properly, that is, the transmissions of strength from the superstructure to the foundation developed so that the ground can resist them.

Due to the great development of mankind it is difficult to implement buildings in places of good characteristics, since these are already "occupied" by buildings or by streets built in the past. After saying this, the soils that are available show weak qualities of support, which leads to adopt techniques to improve their qualities, or that there is its replacement by materials of better qualities so that it is better endured as actions that are being induced by the engineering work.

Often, a replacement of material or its best turns out to be costly or leads to the realization of so-called deep foundations so that they discharge the bottom transmitted by superstructure to a terrain of better soil characteristics. Often great depths have been found, putting an engineering work in "suspension".

This report intends, on the one hand, to expose the techniques of improvement of existing soils, in order to demonstrate as its advantages and disadvantages. For this, there is a need to also show the various materials that can be found in soils and to specify the most important parameters to account for a good application of the techniques, since a great part of the processes of soil improvement exhibit better results for materials specific. On the other hand, if there is what is needed, and support structures for soil stabilization, without improving the properties of the materials.

Finally, several methodologies to be applied are studied, in order to make the ground of foundation, resistant to get in touch with the fundamentals of the structure for two streets. All the procedures are analyzed, even though they are not those that impose greater advantages for the project, that is, independently of presenting a greater overall cost.

**Keywords:** Deep foundations, Indirect foundations, Methodologies to improve the foundation soils

*ABSTRACT*

## **AGRADECIMENTOS**

Começo, desde já, por agradecer as pessoas que tornaram toda esta aventura académica possível, os meus pais, pelo enorme apoio e incentivo que me foram dando no decurso dos meus objetivos e por serem os meus modelos de vida, sem nunca duvidaram das minhas capacidades. Também um profundo agradecimento à minha irmã, Sofia, pelo seu apoio e amizade, que não se consegue expressar em palavras.

Ao finalizar este trabalho, deseja o autor expressar o seu agradecimento, também, a todas as pessoas ou entidades que de alguma forma contribuíram para a realização deste estágio/relatório:

- À diretora dos serviços técnicos, Engenheira Dora Maia que proporcionou a elaboração de todo este estágio;
- Ao chefe de divisão, Engenheiro Rui Ramos por me oferecer o contato com uma equipa de profissionais;
- Ao professor e Engenheiro, José Cândido Freitas, orientador desta tese, pela sua paciência, conhecimentos transmitidos, na área de geotecnia e, pelos seus conselhos e críticas construtivas que trouxeram uma mais-valia para este relatório;
- Ao Engenheiro Abel Abrantes, como supervisor de estágio e amigo, ao qual podia recorrer para solucionar todas as minhas dúvidas, bem como a todos os conhecimentos transmitidos, no âmbito profissional que demonstraram-se ser indispensáveis no decorrer do estágio;
- Aos Arquitetos, Pedro Silva, Odília Brandão e Dora Lima e ao Engenheiro Luís Fernandes por todos os conhecimentos transmitidos ao longo do estágio nas mais variadas áreas e, pelos bons momentos proporcionados que transformaram a minha estadia muito mais acolhedora;
- A todos os meus colegas e amigos que me acompanharam ao longo destes anos de formação académica e partilharam os mesmos objetivos que eu;
- Ao meu computador por nunca ter-se desligado em alturas importantes nomeadamente, durante a realização do relatório e todos os desenhos em AutoCad.

*ABSTRACT*

## ÍNDICE DE TEXTO

1.1	Considerações Iniciais .....	1
2.1	Prólogo.....	3
2.2	Ensaio de prospeção e características fundamentais dos solos .....	5
2.2.1	Amostras remexidas e não-remexidas .....	5
2.2.2	Ferramentas de manuais .....	8
2.2.3	Equipamentos pesados de escavação .....	9
2.2.4	Propriedades fundamentais das amostras de solo .....	9
2.3	Colunas de Brita .....	10
2.3.1	Campo de aplicação e tipos de aplicação da técnica de colunas de brita.....	15
2.3.2	Metodologia Construtiva .....	26
2.4	Estacas .....	28
2.4.1	Classificação das estacas, segundo o seu modo de execução.....	31
2.5	Muros de contenção ou suporte de terras .....	36
2.5.1	Muros de gravidade.....	38
2.5.2	Muros de Gabiões.....	41
3.1	Preâmbulo.....	45
3.2	Ligação da Rua Eng.º Adelino Amaro da Costa e a Rua D. Pedro V (Caso Prático 1).....	45
3.2.1	Localização.....	45
3.2.2	Prospeção Geotécnica .....	47
3.2.3	Classificação da Sociedade Internacional de Mecânica das Rochas (S.I.M.R) para o parâmetro “Grau de Alteração” .....	51
3.2.4	Camadas Lito-estratigráficas .....	52

## ÍNDICE DE TEXTO

3.2.5	Caracterização Geotécnica .....	54
3.2.6	Condicionantes do projeto .....	60
3.2.7	Particularidade analisadas das soluções.....	65
3.2.8	Estudo prévio de três soluções – condicionantes.....	68
3.2.9	Estimativa orçamental das soluções estudadas .....	76
3.2.10	Consideração sinais.....	80
3.3	Prolongamento da Rua Igreja do Paraíso (Caso prático 2) .....	83
3.3.1	Localização.....	83
3.3.2	Prospecção geotécnica .....	84
3.3.3	Condicionantes do projeto .....	88
3.3.4	Estudo do projeto .....	92
3.3.5	Considerações finais .....	97
4.1	Conclusões .....	99
4.2	Desenvolvimentos Futuros .....	99

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Ferramentas manuais para realização de ensaios de solos: a) ferramenta de pinças; b) ferramenta helicoidal (Bowles,1997).....	8
Figura 2.2 – Representação esquemática da densificação do solo na envolvente das colunas de brita (Raju et al, 2004).....	14
Figura 2.3 – Diversas tipologias de distribuição, em planta, das colunas de brita.....	16
Figura 2.4 – Tipo de solos, no qual se pode aplicar a vibrosubstituição (“vibro replacement”) e a vibro compactação (“vibro compaction”) (Keller Group, catálogo).....	18
Figura 2.5 – “Top feed method” – Alimentação superior. ....	21
Figura 2.6 – “Bottom feed method” – Alimentação inferior (Keller Group, catálogo). ....	21
Figura 2.7 – Diversas etapas construtivas da aplicação do método de vibrosubstituição (Keller Group, catálogo).....	27
Figura 2.8 – Partes constituintes de uma estaca (Trigo,2016, adaptado).....	29
Figura 2.9 – Estacas cravadas moldadas “ <i>in situ</i> ” (Tipo A2): Estacas Franki (Trigo, 2016 adaptado).....	33
Figura 2.10 – Diferentes tipologias de muros de gravidade: a) muro em alvenaria; b) muro de gabiões; c) muro de betão ciclópico; d) muro de betão armado; e) muro de betão armado com contrafortes (Fernandes, 2011, adaptado).....	39
Figura 2.11 – Exemplos de obras que suportam os solos: a) Paredes em caves; b) Muro de suporte de gravidade; c) Muro de proteção contra a erosão superficial de um talude (Fernandes, 2011, adaptado).....	40
Figura 2.12 – Exemplo de uma obra em que se verifica uma solicitação por parte da estrutura e, no qual se visualiza uma pressão do solo de natureza passiva ou reativa (Fernandes, 2011, adaptado).....	41
Figura 2.13 – Exemplo de um muro de gabiões. ....	42
Figura 3.1 – Planta de Localização do caso prático.....	46

Figura 3.2 – Planta do Traçado a ser implementado para estabelecer a ligação entre a Rua D. Pedro V e a Rua Amaro da Costa. ....	47
Figura 3.3 – Ensaio de Prospecção realizado. ....	48
Figura 3.4 – Amostrador de Terzaghi utilizado durante os ensaios. ....	48
Figura 3.5 – Amostra de aterro vegetal. ....	52
Figura 3.6 – Amostra de argila lodosa. ....	53
Figura 3.7 – Amostra de metassedimento decomposto. ....	53
Figura 3.8 – Amostra de granito decomposto. ....	54
Figura 3.9 – Planta de Localização das sondagens realizadas no Prolongamento da Rua Amaro da Costa (Relatório Geotécnico da Geoprolífero). ....	58
Figura 3.10 – Perfil (A-A´) relativo às sondagens S1, S3, S5 (Relatório Geotécnico da Geoprolífero). ....	59
Figura 3.11 - Perfil (B-B´) relativo às sondagens S2, S4, S5 (Relatório Geotécnico da Geoprolífero). ....	59
Figura 3.12 – Planta de localização do aqueduto subterrâneo, indicado a azul tracejado (planta topográfica). ....	62
Figura 3.13 – Entrada para Óculo do aqueduto subterrâneo. ....	63
Figura 3.14 – Mecanismo de escoamento de água do terreno privado. ....	64
Figura 3.15 – Secção transversal de um conjunto de estacas de brita, com a respetiva camada de 20 cm. ....	70
Figura 3.16 – Localização do conjunto de colunas de brita. Camada de brita destacada a amarelo. ....	71
Figura 3.17 – Planta de implantação do enrocamento (destacada a verde). ....	75
Figura 3.18 – Corte do muro de suporte a ser realizado. ....	77
Figura 3.19 – Corte da solução de estabilização das terras, a partir de aterro. ....	77
Figura 3.20 – Contenção de terras por gabiões, com as diversas peças suplementares para uma boa segurança do arruamento. ....	78
Figura 3.21 – Localização da intervenção (Rua da igreja do paraíso, Vila Nova de Gaia). ....	83
Figura 3.22 – Planta do Traçado de implantação do prolongamento da rua Igreja do Paraíso. ....	84
Figura 3.23 – Passagem hidráulica existente (km 0+110). ....	89
Figura 3.24 – Indústria existente no local. ....	90

Figura 3.25 – Alguns marcos condicionantes existentes no local de implantação do novo arruamento:  
 Igreja do Paraíso, muro de suporte em alvenaria de pedra, arruamento existente que será mantido.  
 ..... 91

Figura 3.26 – Perfil longitudinal que demonstra a localização da camada lodosa representada a verde  
 tracejado e camada de aterro existente (espessura média de 1,00m) representada a castanho.  
 Representação dos primeiros 125m de extensão do arruamento. .... 92

Figura 3.27 – Aterro de más características portantes, a ser removido (entrada do cemitério assinalada  
 pelo quadrado amarelo). .... 93

Figura 3.28 – Planta de localização das sondagens realizadas pela empresa GEOMA (sinalizadas a  
 vermelho). .... 94

Figura 3.29 – Perfil longitudinal do desnível existente entre o pavimento e a camada de rachão, após  
 correção, de aproximadamente 25cm entre o Km 0+050 e o Km 0+087. .... 95

Figura 3.30 – Excerto do perfil longitudinal da intervenção, no qual se verifica uma mudança de aterro,  
 abrupta num trecho de 75m. .... 96



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Diversos métodos de obtenção de amostras, relacionando o seu fator de perturbação.....	6
Tabela 2.2 – Tipo de materiais de enchimento de muros de gabiões .....	43
Tabela 3.1 – Resultados dos ensaios de penetração dinâmica, SPT. ....	50
Tabela 3.2 – Parâmetro de “Alteração” das rochas (Classificação S.I.M.R.) .....	51
Tabela 3.3 – Profundidade do nível de água subterrânea. ....	54
Tabela 3.4 – Parâmetros geotécnicos estimados para as zonas geotécnicas caracterizadas.....	57
Tabela 3.5 - Localização do nível freático de cada sondagem. ....	85
Tabela 3.6 – Tabela resumo dos resultados dos ensaios realizados em laboratório relativos aos materiais recolhidos.....	86
Tabela 3.7 - Resultados dos ensaios de penetração dinâmica, SPT. ....	87



## **ABREVIATURAS**

$B_{\text{muro}}$ - Largura da Base da sapata do Muro de suporte.

CMG- Câmara Municipal de Gaia.

CPT – Cone Penetration Test

$c_u$  – Valor de coesão não drenada.

GEOMA –Empresa de Geotecnia e Mecânica de Solos.

GEOPROLÍFERO- Empresa de Geotecnia e captação de água.

$h$  – Altura atribuída para a viga no pré-dimensionamento da mesma.

$h_{\text{laje}}$ - Altura atribuída para a laje no pré-dimensionamento da mesma.

$K_a$  – Coeficiente de pressão ativo.

$K_p$  – Coeficiente de pressão passivo.

$L_{\text{muro}}$ - Altura do Muro de suporte.

$q_c$  – Valor de resistência de ponta.

SPT – Standard Penetration Test

ZG- Zona Geotécnica.



# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

### 1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Grande parte da população vive nas zonas litorais, no qual “residem” solos de fraca resistência o que leva à aplicação de diversas técnicas para sua melhoria e que possibilitem a introdução da obra de engenharia, com segurança adequada para os utentes.

O solo, nos quais qualquer estrutura assenta, deve apresentar características tal que proporcione uma grande segurança, dos utentes, aquando da necessidade de utilizarem as diversas edificações a serem implementadas. Todavia muitos destes solos apresentam fracas qualidades, normalmente devidas, a se encontrarem em locais com níveis freáticos altos, ou até se localizarem em zonas, outrora, integradas numa planície de uma linha de água. Para tal existe a necessidade de melhorar o solo, com intuito de aumentar a sua capacidade resistente. Por outro lado, pode-se realizar fundações, com vista a “ligar” a superestrutura a um solo capaz de resistir aos esforços transmitidos por esta. Neste caso não existe um aumento das características do solo, no entanto, o solo acaba por transmitir os esforços a algo que consiga sustentar e suprimir as deformações, causadas pelas grandes tensões a serem transmitidas.

A melhoria destas técnicas devem-se, em parte, à grande afluência de pessoas para as zonas litorais, muitas vezes, que já se encontram muito densificadas, ou seja, em todo mundo é notória a concentração de população no litoral, tanto para habitação, como para zonas de lazer, o que leva a que haja uma enorme saturação do espaço, levando, muitas vezes, à implementação de obras de engenharia em zonas menos propícias, na qual o solo não apresenta capacidade para as suportar. Para tal, cada vez mais a adoção de fundações profundas e técnicas de melhoramento de solos são obrigatórias para satisfazerem todos os requisitos, especificados nas diversas normas regulamentares.

O solo de fundação deverá ser capaz de suportar as cargas induzidas pela obra de engenharia colocada sobre a sua superfície, sem que ocorra uma falha por corte, ou que o assentamento resultante seja compatível com a estrutura a ser construída.

## *CAPÍTULO 1*

Uma falha do solo pode levar a um excessivo destorcimento da estrutura levando a graves lesões na mesma e nos seus equipamentos, ou até mesmo ao seu colapso, os assentamentos excessivos levam a grandes danos no edifício, bem como a todos os equipamentos e infraestruturas existentes no edifício, ou adjacentes ao mesmo, ou seja, um assentamento por parte do maciço de fundação leva a um desnível suficiente para distorcer ou até cortar tubagens de abastecimento de águas ou redes de drenagem de água.

Tendo em conta o dito anteriormente um bom conhecimento do solo é fundamental para analisar as suas propriedades principais e com isso prever o possível comportamento do mesmo. Com esse estudo facilmente se implementa uma técnica de melhoria ou reforço do solo, com vista a reduzir os efeitos possíveis de serem provocados pelos assentamentos da fundação, no edifício, e assim, prevenir graves consequências que possam ocorrer na obra de engenharia civil a ser construída.

## CAPÍTULO 2

### CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DOS SOLOS PARA SUPORTE DA ESTRUTURA

#### 2.1 PRÓLOGO

No presente capítulo pretende-se expor ao leitor toda a matéria necessária para uma melhor perceção dos conceitos abordados no relatório. Como tal, necessita-se de perceber algumas noções imprescindíveis que, sem a sua explicação prévia haveria uma dificuldade acrescida na sua integral compreensão.

Ao longo do percurso da humanidade, cada vez mais, foi necessário implementar obras de engenharia civil, pois há um constante crescimento da população o que leva a uma maior ocupação do solo. E como tal, os construtores antigos optavam por locais de ótimas condições, deixando os de menores qualidades, por serem mais encarecedores e levarem a técnicas melhoradas, disponíveis. No entanto, nos dias de hoje, essa dualidade de opção já não existe, levando a que os terrenos que outrora eram descartados sejam agora os únicos a serem utilizados.

Hoje em dia, muitos das zonas denominadas “fáceis”, já praticamente não existem (falando em termos de centros urbanos muito desenvolvidos, como é o caso do grande Porto e Lisboa, bem como todas as áreas adjacentes a estes centros urbanos) o que leva a que os novos empreendimentos que se venham a implementar sejam construídos em terrenos de propriedades péssimas, e que no passado, jamais alguém pensaria em colocar um “galinheiro”, muito menos um edifício ou arruamento sujeito a utilização por pessoas.

Com isto em mente, facilmente se conclui que o bom conhecimento do terreno, no qual se pretende implementar um edifício é muito importante e, de igual importância, a escolha de uma técnica de melhoria de solos adequada à situação apresentada que possua o menor custo acrescido possível, sem que se reduza a segurança de todos os utentes que utilizem a nova construção. O conhecimento rigoroso do solo de fundação traz uma mais-valia na escolha de uma solução geotécnica, sendo está uma estrutura de fundação, contenção de terras, túneis, entre outros.

## CAPÍTULO 2

Grande parte dos estudos geotécnicos são, usualmente desconsiderados, numa tentativa de reduzir o custo total de uma obra. Por norma o valor global destes estudos equivale 1 a 2% do custo da obra, podendo, em alguns casos, onde se pretende uma maior quantidade de informação, prescreverem uma maior percentagem.

Embora haja muitos edifícios construídos sem um estudo prévio do solo isso não implica que estes não sejam necessários, já que uma boa prospeção geotécnica do terreno demonstra de forma inequívoca o solo no qual se vai implementar uma dada obra, levando a que, no futuro, haja minimizações dos custos totais das manutenções do edifício.

Na maioria dos casos os elementos facultados por um estudo geotécnico são os seguintes, segundo Bowles,1997 (caso em que não haja a necessidade de informação específica adicional, por parte do projetista ou do dono de obra):

1. Informação para determinar o tipo de fundação necessário a ser implementada no local (superficial ou profunda);
2. Esclarecimento que permita que o elaborador do estudo geotécnico faculte algumas recomendações relativas ao tipo de técnica a ser utilizada, capacidade resistente presumível da fundação, entre outras características relevantes que ajudem o projetista a escolher a técnica que melhor se adegue ao local;
3. Número suficiente de ensaios laboratoriais e no local com intuito de determinar o assentamento previsto do terreno;
4. Fornecimento, caso exista, do nível freático ou de possíveis linhas de água, bem como a humidade relativa do solo na zona de construção, visto que para certos projetos, estes requerimentos são estritamente necessários. Isto pode induzir a colocação de piezómetros, bem como uma análise do nível de água durante um período do tempo;
5. Facultar informação que permita identificar e solucionar possíveis condicionantes na obra, durante a escavação, redução do nível freático ou translação/desvio da linha de água para outro local, sem condicionar estruturas vizinhas que possam estar na região da intervenção);
6. Identificação de eventuais problemas ambientais e suas soluções.

## 2.2 ENSAIOS DE PROSPEÇÃO E CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTAIS DOS SOLOS

### 2.2.1 Amostras remexidas e não-remexidas

O método mais usual de ser implementado, aquando da necessidade de investigar as características de um local, quer do solo de superfície, quer do solo a grande profundidade, é a execução de pequenos furos no local em estudo, com vista a recolher amostras para posterior análise visual, no local, ou a partir de ensaios laboratoriais feitos em laboratórios certificados. Para tal existem diversos processos de executar furos, com vista a obter amostras do solo.

Na Tabela 2.1 faz-se a análise do solo segundo duas vertentes:

- A primeira, onde se obtém amostras remexidas, devido ao tipo de equipamento de furação a ser utilizado. Muitas vezes esta maneira de colher amostras é utilizada quando se pretende obter uma avaliação mais pormenorizada do local em estudo, sem haver o recurso a ensaios laboratoriais.
- A segunda, por outro lado, é material não remexido, muitas vezes executados por equipamentos um pouco mais sofisticados e que muitas vezes são amostras utilizadas para ensaios laboratoriais, podendo ser utilizadas, também, para estudos visuais efetuados no local, com intuito de oferecer uma informação mais detalhada das propriedades do material existente no local.

Tabela 2.1 – Diversos métodos de obtenção de amostras, relacionando o seu fator de perturbação (Bowles,1997, adaptado).

<b>Amostras remexidas</b>		
<b>Método utilizado para a execução do furo</b>	<b>Profundidade</b>	<b>Aplicabilidade</b>
Perfuração com recurso a broca de furação	Depende do equipamento e do tempo disponível para o ensaio, podendo-se atingir profundidades iguais ou superiores a 35m	Em todos os solos. Poderão ser encontradas algumas dificuldades em solos britados. Em camadas rochosas é necessário potência especial, não sendo aplicável, neste tipo de solos o método de furo com auxílio a um líquido de perfuração (água). O teste de penetração dinâmica é usado em conjunto com estes métodos e as amostras remexidas são recolhidas num recipiente. A profundidade e penetração são contabilizadas, a partir de 1 a 1,5m de profundidade
Escavação por rotação, furação com auxílio de água, perfuração por escavação e por percussão	Depende do equipamento, mas a maioria dos equipamentos atinge profundidades de escavação iguais ou superiores a 70m	
Testes de poço e abertura de cortes	Não atinge profundidades superiores a 6m	Em qualquer tipo de solo
<b>Amostras não remexidas</b>		
Escavação realizada por broca, rotação, percussão e furação com auxílio de água	Depende do tipo de equipamento, atingindo as mesmas profundidades do que no caso das amostras remexidas	Tubos de amostras de espessura fina e várias amostras de pistão são usadas para recuperar amostras dos furos, antes da aplicação dos diversos métodos. Usualmente são recolhidas exemplos de amostras de diâmetro compreendidos entre 50-100mm
Ensaio de cova	Profundidades equivalentes às obtidas nas amostras remexidas	

Se o local, no qual se vai realizar um estudo geotécnico apresentar, em geral as mesmas condições, como por exemplo o mesmo material superficial, tamanho de partículas muito idêntica, entre outros, não há a necessidade de executar uma grande quantidade de furos no solo, pois vai-se obter os mesmos resultados. (Bowles,1997)

Outra situação remete-se em solos que, em princípio, se sabe serem de grandes qualidades, ou seja, o estudo não deve incidir sobre os solos que apresentem boas características, mas sim naqueles de piores qualidades. De salientar que, por questões éticas, muitas vezes, por ordem do cliente, serem realizados mais testes do que aqueles que são necessários. (Bowles,1997)

Segundo Bowles,1997, quando se pretende realizar um estudo geotécnico deve-se incluir os seguintes passos:

- Reunir toda a informação disponível – Este ponto implica o conhecimento do espaçamento dos furos de prospeção, tipo e o uso da estrutura, ou seja, para estruturas com um grau mais elevado, o estudo deve ser feito de forma mais pormenorizada;
- Reconhecimento da área – Esta etapa é muito importante estar presente no planeamento de um estudo geotécnico, pois ao se visualizar a região afeta há a possibilidade de verificar o tipo de material, comportamento, cor, tamanho da partícula, estruturas adjacentes que poderão existir e quais os danos colaterais que possam ser causados. O tipo de localização, bem como a existência de estruturas nas imediações influencia a extensão do estudo e pode ser um bom fundamento para a implementação de um dado tipo de fundação, ou melhor, muitas vezes, quando se possui edifícios adjacentes há uma grande dificuldade de realizar um talude em aterro suficiente para que as partículas, por ação do seu ângulo de atrito, apenas, sejam capazes de não ruir ou desmoronar-se, logo nestes casos o recurso a muros de contenção poderá ser mais benéfico, mesmo levando a orçamentos um pouco mais elevados;
- Investigação preliminar do local – Muitas vezes, são feitos alguns ensaios, recorrendo ao “teste de poço”, não mais do que 4 ensaios que podem oferecer a estratificação possível do maciço de fundação, tipo de solo mais expectável, bem como existência de água subterrânea. Se, após os ensaios se verificar que o solo superficial é muito compressível ou poderá sofrer grandes assentamentos deve-se efetuar novos ensaios que localizem o estrato resistente ou a camada rochosa;
- Investigação detalhada do local – Após todos os pontos anteriores estarem concluídos executa-se uma prospeção um pouco mais detalhada. Usualmente este passo serve para introduzir novos furos nos que foram idealizados no processo preliminar e, nos quais surgiram algumas dúvidas quanto à estratificação do local, por este ser algo muito variável ou onde haja um depósito de material mais compressível.

De notar que apesar de os procedimentos enumerados acima serem algo que deveria ser efetuado para uma boa compreensão do terreno, muitas vezes não é realizado dessa mesma forma, por um lado por ser muito dispendioso e moroso o que leva a custos adicionais no orçamento final, por outro lado, porque têm em mente que, todo este processo é muito burocrático e que nada de valioso oferece na implementação do edifício. Esquecendo-se que com estes pequenos detalhes há uma poupança descumunal ao longo da obra em termos de pequenas reabilitações/manutenções necessária a serem realizadas, por falta de conhecimento do terreno na fase inicial da obra.

De notar que o valor correspondente a esta análise não vai além dos 5% do custo total de obra, correspondendo este orçamento para prospeções geotécnicas, onde se pretende as características fundamentais do solo, apenas.

A exploração de solos pode ser realizada de duas formas ou por ferramentas de mão, como a picareta e uma pá, ou por equipamentos mecânicos especializados, como é o caso dos ensaios profundos (SPT, CPT, entre outros).

### 2.2.2 Ferramentas de manuais

O método mais antigo e que ainda hoje é utilizado como forma de obter amostras é o teste de abertura de um pequeno poço, onde se recorre a uma picareta e uma pá para executar a escavação. Com vista a uma maior economia houve uma substituição desses equipamentos por outros mais sofisticados como é o caso da retroescavadora para executar o furo e, após a conclusão desse processo recorre-se às ferramentas de mão para remover um pedaço de amostra para uso, posterior, em testes de laboratório. Este processo, apesar de ser um pouco obsoleto é o método principal para se obter amostras não remexidas de boa qualidade e que oferecem não só uma amostra relativa ao furo de prospeção, mas também à área adjacente a este. (Bowles,1997)

Para pequenos trabalhos, onde o grau de perturberância não é crítico, equipamentos de mão ou motorizados, comandados por um ou dois homens, podem ser utilizados.

Na Figura 2.1 esquematiza-se os equipamentos de mão utilizados para a realização de ensaios em solos

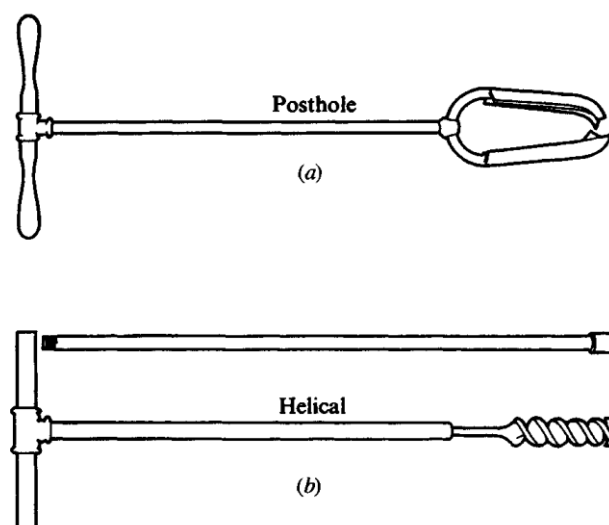


Figura 2.1 – Ferramentas manuais para realização de ensaios de solos: a) ferramenta de pinças; b) ferramenta helicoidal (Bowles,1997).

### 2.2.3 Equipamentos pesados de escavação

Na grande maioria para furos onde se pretende atingir altas profundidades para recolha de amostras não remexidas, os únicos equipamentos práticos são os equipamentos pesados de escavação. Devido a serem muito mais eficientes e possuírem uma panóplia de ferramenta alocáveis à máquina e que atingem grandes profundidades que seriam quase impossíveis de realizar sem o seu recurso.

### 2.2.4 Propriedades fundamentais das amostras de solo

O estudo de um solo é muito importante para um bom conhecimento do mesmo. Em termos gerais quando se realiza uma prospeção geotécnica, com vista à implementação de uma obra civil as propriedades mais importantes a considerar são: a tensão do solo, visto que terá de suportar as tensões que lhe são transmitidas pelas fundações da superestrutura; a compressibilidade, pois se o solo for muito compressível, mesmo sendo resistente poderá condicionar a estrutura, ainda mais se esta for de betão armado (estruturas onde ocorre a fendilhação se houver grandes deslocamentos diferenciais); e permeabilidade, pois se for um solo impermeável poder-se-á estar perante um solo coesivo onde estará presente água que terá de ser libertada, ocorrendo um assentamento a tempo infinito muito moroso se não for estudado uma solução que reduza esse assentamento, bem como o tempo para o ocorrer.

É possível apresentar, com alguma dificuldade, razoáveis estimativas das propriedades de solos coesivos em ensaios laboratoriais, a partir de amostras não remexidas. Normalmente, é quase impossível obter um conhecimento completamente correto do solo, por análise de uma ou mais amostras. Portanto quando se fala em “amostras não remexidas” quer dizer que durante a prospeção geotécnica foram tomadas as medidas preventivas necessárias para que o solo apresente as menores perturbações possíveis, de forma a representar o que é visível no local, ou seja, foram tomadas algumas precauções para manter o esqueleto do solo de igual forma ao que apresenta na realidade (Bowles,1997).

Segundo Bowles,1997, os aspetos principais que tornam a obtenção de amostras não remexidas difíceis de conseguir:

- A amostra é retirada do seu estado de confinamento de origem, por uma expansão lateral de origem desconhecida. A expansão lateral ocorre para os lados do furo de prospeção, portanto quando se usa o diâmetro do furo, usado durante o furo para obter a amostra como referência há uma quantidade desconhecida de material que está “perturbada”. Isto é uma das razões que o  $K_0$  é tão difícil de obter durante os testes de campo;

- Amostras recolhidas doutros testes de vala são perturbados pelo volume deslocado do tubo ou de outro dispositivo de recolha. A presença de cascalho aumenta gravemente a perturbação das amostras;
- A fricção que se desenvolve entre a amostra e as paredes do aparelho de recolha tendem a comprimir a amostra durante a sua extração. Por isso é que a maioria dos tubos apresentam superfícies de corte mais estreitas do que o diâmetro do tubo interno;
- Ocorrem mudanças, desconhecidas, em conteúdos com água, dependendo do método de extração e da presença de água no solo ou no tubo de prospeção;
- A perda de pressão hidrostática leva à criação de bolhas de gás que geram vazios na amostra;
- A carga e o transporte do local até ao laboratório, bem como o seu deslocamento de máquina de teste em máquina de teste leva a uma ligeira mistura dos seus componentes por definição;
- A qualidade e/ou a competência da equipa que elabora o estudo geotécnico, técnicos de laboratório, bem como o engenheiro supervisor, se não for suficiente poderá levar à recolha de amostras de fraca qualidade, reduzindo assim o seu grau de pureza;
- As condições climatéricas, como a temperatura, grau de humidade, entre outros, podem levar à recolha de amostra de baixa qualidade se não houver uma proteção que a envolva de forma a protegê-la das condições externas. Essas condições, para além de modificar a amostra, também podem reduzir a capacidade dos trabalhadores em elaborarem as diversas tarefas as quais estão sujeitos.

### **2.3 COLUNAS DE BRITA**

As colunas de brita, também denominadas “estacas de brita”, sendo um dos métodos de reforço de solos moles, isto é, solos predominantemente argilosos, siltosos ou até mesmo areno-siltosos, têm sido utilizadas com sucesso, em todo mundo, por mais de 60 anos. Esta técnica derivou da extensão do método de vibrocompactação (Segundo Elsayy, 2010, referido em Rocha, 2012).

Mesmo antes do surgimento da vibração na execução desta técnica, o conceito de substituição do solo mole, por materiais de melhores características, como a brita já era bem estudado em França, por volta do Ano de 1830 (Rocha, 2012), ou seja, todo o processo inerente à implementação de uma coluna de brita, nos dias de hoje, apenas difere na tecnologia adotada, pois o conceito e a utilização da mesma já se encontra bem consolidado, pelos mais antigos.

Este método, apesar de ser conhecido desde o século de XIX, acabou por ser esquecido até ao ano de 1935, sendo nesse mesmo ano “redescobertas” como uma possível subaplicação da técnica de vibrocompactação. Embora se saiba da existência de alguns trabalhos relacionados com esta técnica, a partir desse ano, esta aplicação começou a ser realmente utilizada após a década de 50 do século passado. (Domingues, 2006)

Uma das primeiras aplicações que se tem conhecimento da utilização deste tipo de metodologia foi no reforço de solos de fundação do arsenal militar de Bayonne, França, em 1930. Nesta execução recorreu-se a colunas de brita com 2 metros de profundidade e diâmetro médio de 20 cm, sendo o seu processo caracterizado, primeiramente, pela cravação de estacas rígidas no estrato mole, havendo a sua retirada *,à posteriori*, e no vazio formado era depositado um agregado calcário, formando assim a estaca de brita, em que cada uma suportava uma carga de 10kN (Domingues, 2006).

As colunas de brita, desde o seu desenvolvimento que ocorreu, por volta dos anos 1950 têm sido formadas por diversas metodologias, dentro das quais se apresentam as seguintes (segundo Stuedlein,2008, citado em Rocha, 2012):

1. Método com encamisamento (Denominado, segundo a literatura inglesa de “Cased-borehole method”);
2. Método vibro-composto;
3. Com recurso a um “sem fim”;
4. Vibrosubstituição;
5. Método GESC (Geossintéticos envolvendo estacas e brita que, incluem, diversas vezes, ligantes no material de enchimento);
6. Método de pegões de agregados apilados (denominados, segundo a literatura inglesa de “rammed aggregate pier”);
7. Colunas híbridas ou colunas bi-modulares.

As colunas de brita são formadas por diversas técnicas de execução. A grande variação dos diversos métodos consiste na alteração de certos parâmetros, tal como, por exemplo, o modo de escavação do terreno, o modo como é executado o furo, entre outros. De forma geral, a variável mais importante será a forma como o furo é executado, e para este caso, pode-se dar de duas formas distintas (Domingues, 2006):

1. Método não vibratório – métodos desenvolvidos antigamente e que deram origem a processos mais sofisticados de vibrosubstituição que se encontram em utilização nos dias de hoje;
2. Método vibratório.

Os métodos não vibratórios são os mais conhecidos, como já foi referido anteriormente, sendo explicado de forma simples, consistia na execução do furo através do recurso a técnicas tradicionais, como é o caso dos baldes, no qual havia a retirada do material natural existente até à profundidade necessária, sendo esta escavação auxiliada por um encamisamento, ou outra metodologia que seja capaz de sustentar as paredes do furo, havendo a reposição do espaço escavado por material grosseiro que, por sua vez é compactado em patamares ascendentes, com recurso ao impacto provocado pela queda de um corpo designado por pilão, possuindo um peso que poderia variar entre os 10 a 20kN largado de uma altura entre os 1m a 1,5m. Neste caso não há a compactação do material envolvente ao material mais grosseiro.

De salientar que o tubo de revestimento que era utilizado para sustentar as terras à sua entrada no furo era, inicialmente, um tubo guia de cerca de 1m de comprimento que foi posteriormente alterado por um tubo de encamisamento geral, já que, sem a adoção de esse método havia a formação de crateras de grande diâmetro, muitas vezes superiores a 2m (Domingues,2006).

Nesta técnica, geralmente, após a retirada do tubo de encamisamento e da prévia compactação da brita, o diâmetro da estaca tende a ser maior do que o tamanho do furo. Isto acontece, devido à menor ou maior resistência do solo natural em conter a brita, isto é, devido ao material adjacente à brita ser de fraca resistência leva a que haja uma expansão da brita, formando um diâmetro superior ao do furo usado para a formação da coluna.

O vibro-composto foi um método desenvolvido no Japão em meados do século XX, sendo este uma técnica para a implantação das estacas de brita, em solos de fraca consistência (argilas moles) com presença de níveis freáticos elevados. Tal como no método anterior a coluna é realizada, colocando um encamisamento metálico no solo, com auxílio a um martelo vibratório, alocado no cimo do mesmo. Com recurso, aos movimentos oscilatórios do martelo atinge-se a profundidade necessária, colocando, após este processo a brita ou areia muito compacta.

Passados alguns anos, a utilizar a técnica descrita houve um desenvolvimento da mesma passando-se a colocar a brita pelo fundo, com auxílio a um tubo existente no interior do próprio trado, sendo compactado através de um sistema de varas (Segundo Adalier e Elgamal, 2004, citado em Rocha, 2012). Com este método de alimentação de brita e conjuntamente com a sistemática inversão da rotação do aparelho de furagem, bem como os movimentos verticais associados levou a significativas melhorias

Com este novo sistema acabou por se obter enormes melhorias no desenvolvimento de colunas de brita, pois estas passaram a ser implementadas de forma contínua, reduzindo o risco de rotura do furo, bem como o tempo para a sua execução, havendo assim uma segurança acrescida na adoção desta técnica (Domingues, 2006), isto é, o novo sistema de alimentação, introduzido, conjuntamente com as características do trado levaram a enormes melhoramentos no processamento do trabalho.

Os métodos vibratórios são os que mais se utilizam, atualmente pelo facto de apresentarem uma grande rapidez de execução, uma grande eficiência na consolidação do solo circundante à coluna de brita e uma redução do assentamento máximo que se verificaria no terreno natural, caso não houvesse o seu emprego.

A vibrosubstituição ocorre por introdução de uma sonda, incrementada com um vibrador de baixa frequência, no solo natural, sendo auxiliado, ou não, com um fluido de injeção (água), ou apenas por injeção de ar comprimido. Para cada caso é utilizado uma denominação própria do mesmo, ou seja, quando se usa a água no auxílio da furação designa-se por “processo húmido” (“wet process”), no caso de se substituir a água por ar denomina-se de “processo seco” (“dry process”). Um dos grandes inconvenientes, da última metodologia, consiste em não se garantir a estabilidade do furo, pois com a ausência da água no auxílio da furação, para solos de resistência não drenada inferiores a 50 kPa e que apresentem níveis freáticos baixos, a estabilidade do furo é comprometida quando se usa processos a seco (Domingues, 2006).

O furo realiza-se, numa primeira fase, à custa do seu próprio peso e, caso seja utilizado, pelo fluido de injeção, e, numa segunda fase, pelos movimentos oscilatórios provocados pelo vibrador gerados pela existência de um corpo excêntrico no interior do vibrador.

Após atingir-se a profundidade pretendida começa-se a preencher o vazio formado com material previamente escolhido e a vibrosubstituição consegue-se através da ação do movimento do excêntrico contra brita (movimento este radial), associado ao movimento ascendente e descende da sonda compactando devidamente o material, em diversos patamares, cada vez mais próximos da superfície.

Cada nível de compactação varia, normalmente entre os 0.6m e os 1.2m de espessura (Domingues, 2006).

O principal objetivo do recurso à vibrosubstituição incidia na tentativa de melhorar solos não granulares, no qual apresentavam, na sua constituição apreciáveis quantidades de argila com ou sem silte, originando assim a chamada técnica de vibrosubstituição. Desenvolvida em 1956 é o método mais recente e frequente, nos dias de hoje, para instalação de colunas de brita, obtendo-se um curto tempo de implementação das mesmas, com custos reduzidos, e principalmente pela sua eficácia no reforço de solos de fracas características geotécnicas (Rocha, 2012).

Uma das principais diferenças entre as duas técnicas apresentadas anteriormente prende-se em que a vibrocompactação serve para densificar solos atríticos soltos a medianamente compactos, no qual a simples indução de vibrações é suficiente para consolidar o solo, sem que haja a necessidade de introduzir um novo material para “reforçar” o solo. Por outro lado, a vibrosubstituição melhora solos que possuem uma grande coerência, como é o caso de solos constituídos maioritariamente por siltes ou argilas e que, muitas vezes, não podem ser consolidados, recorrendo-se assim do uso desta metodologia para a criação de colunas de material bem compactado, substituindo-os parcialmente com recurso a vibrações horizontais (Segundo Priebe, 1995; Raman, 2006, citado em Rocha, 2012).

Na Figura 2.2 apresenta-se o princípio básico desta técnica.

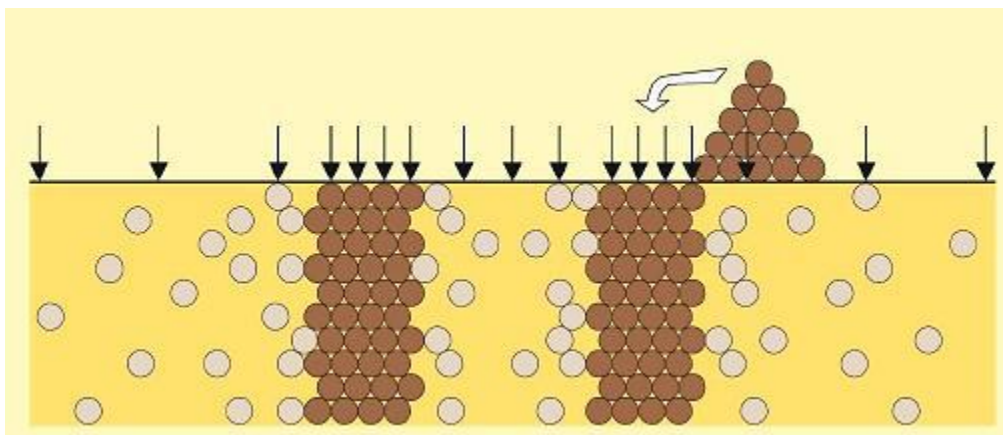


Figura 2.2 – Representação esquemática da densificação do solo na envolvente das colunas de brita (Raju et al, 2004).

Apesar de se poder aplicar a vibrosubstituição em qualquer tipo de solos coesivos, o grau de melhoramento obtido pelo recurso da técnica, depende das seguintes características:

- Tipo de solo, plasticidade e características granulométricas -> sendo uma das principais razões que mais afeta o grau de melhoria do solo, pois, se as características forem desadequadas, acabam por influenciar negativamente a técnica;

- Espaçamento das estacas -> quanto maior for o distanciamento entre as estacas de britas menor será o grau de melhoramento da mesma. O espaçamento entre as colunas de brita varia entre 1,40m a 3,00m, sendo difícil conseguir-se valores aceitáveis de melhoramento para valores superiores a esse;
- Tipo de material de enchimento -> bem como de todas as suas características mais relevantes, como é o caso do seu ângulo de atrito que irá influenciar o grau de melhoramento da execução das mesmas;
- Características do vibrador;
- Técnica de construção usada;
- Diâmetro e comprimento das estacas executadas -> Quanto maior o diâmetro da estaca, maior será a substituição do terreno e maior será o melhoramento.

Com a introdução de colunas de brita, por processos de vibrosubstituição acaba por haver uma redução do volume do terreno, verificando-se um desnível entre o terreno natural, sem qualquer alteração e o solo que foi substituído pelo material da coluna, ou seja, é natural que se verifique um assentamento no local de implementação da estaca de brita, nem que seja pelo simples facto de existir uma compactação reforçada do material para que corresponda ao expectável.

### **2.3.1 Campo de aplicação e tipos de aplicação da técnica de colunas de brita**

As colunas de brita inserem-se nas técnicas de compactação do solo de forma profunda, na qual se utiliza, ou não, um fluido, geralmente água, para auxiliar a furação. Embora não se dê destaque a esta metodologia existe, também, uma técnica de compactação superficial que depende, de forma simples, da massa de um corpo largada de uma certa altura e, a partir do seu choque irá compactar uma pequena área superficial do solo, atingindo, no máximo, uns 3m de profundidade de compactação. Este processo denomina-se compactação dinâmica.

Quando se pretende tratar uma área de grande relevo existe sempre a necessidade de adotar uma distribuição uniforme em planta das colunas, dependendo dos objetivos a alcançar, ou melhor, no caso de uma situação no qual o dono de obra pretende que a consolidação seja feita num prazo máximo de 3 meses, nestas situações a adoção de uma malha mais apertada ajudará no alcance da máxima consolidação no prazo estipulado. A distribuição das colunas de brita, em termos espaciais, pode ser feita de três formas distintas:

- Malha Triangular;

A malha triangular assume um valor de diâmetro de influência ( $\Phi_{inf}$ ) de cada coluna em função do espaçamento,  $S$ , ou seja,  $\frac{\Phi_{inf}}{S} = 1.05$ , sendo o cálculo da sua área de influência igual a:

$$A = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot S^2 \quad (2.1)$$

- Malha quadrangular;

A malha quadrangular possui um valor de diâmetro de influência ( $\Phi_{inf}$ ) de cada coluna em função do espaçamento,  $S$ , ou melhor,  $\frac{\Phi_{inf}}{S} = 1.13$ , sendo o cálculo da sua área de influência igual a:

$$A = S^2 \quad (2.2)$$

- Malha hexagonal;

A malha hexagonal possui um valor de diâmetro de influência ( $\Phi_{inf}$ ) de cada coluna em função do espaçamento,  $S$ , isto é,  $\frac{\Phi_{inf}}{S} = 1.29$ , sendo o cálculo da sua área de influência igual a:

$$A = \frac{3\sqrt{3}}{4} \cdot S^2 \quad (2.3)$$

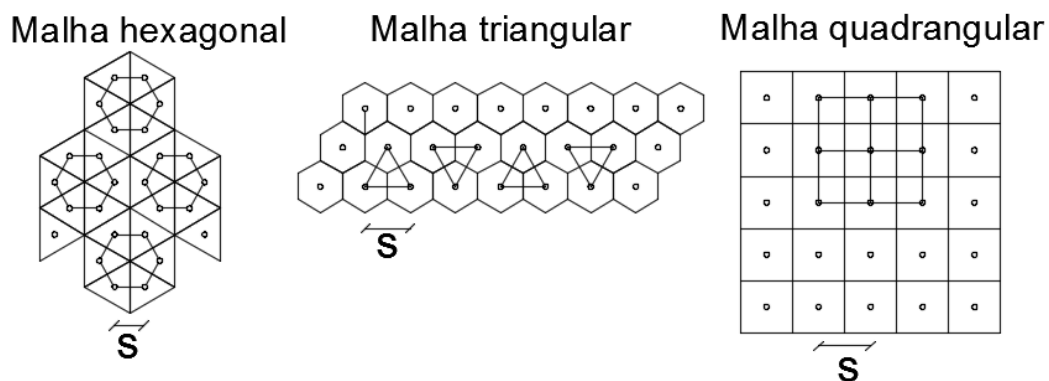


Figura 2.3 – Diversas tipologias de distribuição, em planta, das colunas de brita.

Quando se pretende consolidar uma região recorrendo à compactação profunda pode-se aplicar dois processos distintos, que são (Domingues, 2006):

- Vibrocompactação - aplicada em solos sem coesão, como é o caso de areias, seixos, calhaus, entre outros, que consiste na introdução de um equipamento de vibração no interior do solo natural que irá oscilar a uma frequência muito baixa para otimizar o processo de compactação do solo. A penetração do equipamento é feita, com recurso, ou não, a um fluido, como é o caso da água, até se atingir a profundidade necessária, começando o processo de compactação por camadas, de baixo para cima, verificando-se um aumento da densidade pelo aumento do consumo do vibrador.

Durante a compactação forma-se na área adjacente ao furo uma depressão do material, causada pela criação de vazios no solo que acabam por ser preenchidos pelas partículas mais superficiais, ocorrendo o enchimento do furo com material existente no local ou importado de locais de empréstimo. O volume de solo a ser adicionado, quer por empréstimo ou de outra zona da obra pode chegar a atingir cerca de 15% do volume do cilindro de solo tratado. Apesar de ser um bom método de compactação, devido a não ser uma das técnicas desenvolvidas nos casos práticos estudados não se irá expor em detalhe-

A vibrocompactação em solos finos não tem nenhum efeito benéfico, pois nesses solos dominam os processos de consolidação que consistem na expulsão de “pressão neutra” gerada pelo volume de água contido nos mesmos, logo a vibração por si só não tem qualquer eficácia para o terreno, sendo imprescindível a aplicação de métodos estáticos para produzir a consolidação (Domingues, 2006).

- Vibrosubstituição

A vibrosubstituição consiste na formação de uma coluna constituída por brita ou pedra partida (de grande dimensões) em solos coesivos ou em solos granulares com uma grande percentagem de finos. Esta técnica apresenta uma grande versatilidade na aplicação de melhoramento de solos, ou seja, pode-se utilizar numa gama de solos compreendida entre materiais constituídos maioritariamente por argilas até materiais granulares, ou de maiores dimensões tal como se pode verificar na Figura 2.4. De salientar que para além de toda esta variedade de aplicações, em diversos tipos de solos, esta técnica acaba por ser “amiga do ambiente”, sendo removido uma pequena percentagem de solo natural do terreno, reforçando o mesmo para que haja a capacidade de este suportar as tensões induzidas pelas construções.

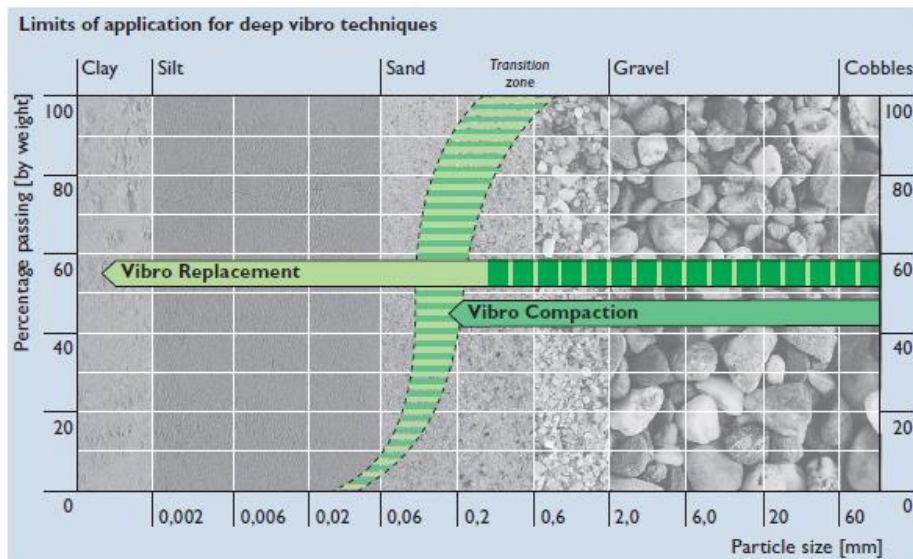


Figura 2.4 – Tipo de solos, no qual se pode aplicar a vibrosustituição (“vibro replacement”) e a vibro compactação (“vibro compaction”) (Keller Group, catálogo).

Nos solos finos argilosos, em que predominam processos de adensamento por consolidação através da expulsão de água intersticial, a vibração não induz qualquer tipo de melhoria nesses solos, tal como o seu adensamento, portanto para estes casos a única hipótese plausível será a vibrosustituição, por inclusão de colunas de brita que atuarão como “vias-rápidas” para a expulsão da água do interior da camada e que, por sua vez, vai acelerar a consolidação. Para além disso, ajudam, também, no aumento da capacidade resistente do solo e acabam por reduzir os assentamentos que se verificaria sem o recurso a esta técnica, pois uma pequena percentagem do material existente é substituído por outro de melhores características (Lopes, 2011).

As colunas de britas são, muitas vezes, confundidas como algo inerente à vibrosustituição o que não é correto, pois as estacas de brita podem simbolizar outras técnicas de execução muito diferente e que não utilizam os processos vibratórios de compactação (Domingues, 2006).

Com a introdução de uma malha de colunas de brita, e devido a ser um corpo que possui uma grande permeabilidade, vai-se criar uma situação no qual a água irá escoar radialmente para a coluna de brita, ou seja, para além de se apresentar um escoamento vertical, com uma ou duas fronteiras drenantes, dependendo da permeabilidade do material adjacente, também se tem um escoamento radial no sentido da coluna de brita. Como normalmente há a implementação de um grupo de estacas isso faz com que haja uma aceleração da consolidação, num tempo inferior ao que seria previsto sem a sua execução (Domingues, 2006).

A implementação das colunas de brita tem em vista as seguintes funções, com a sua implementação (Domingues, 2006):

- Aumento da capacidade de carga;
- Redução de assentamentos;
- Aceleração da consolidação.

O primeiro objetivo é o principal fundamento que leva à execução de colunas de brita, ou seja, com a sua implementação no local, o que se pretende é garantir que o solo de fraca resistência e sem ocorrer a sua remoção, este seja capaz, juntamente com o novo corpo introduzido de resistir aos esforços da superestrutura que lhe são transmitidos pelas fundações da mesma. Com isto há um aumento da estabilidade dos aterros que sejam necessários executar para atingir a cota de projeto, reduzindo a suscetibilidade ao deslizamento, pois a superfície de corte irá interceptar as colunas e estas apresentam características mecânicas superiores que ajudaram na sua estabilização.

Em relação ao segundo ponto, com a introdução das colunas de britas terá de haver o saneamento de algum material existente. Com isto o assentamento máximo teórico previsto será diferente do assentamento que realmente se irá obter, já que as propriedades da brita são muito superiores, levando a que o assentamento causado por este novo corpo seja nulo em comparação ao do terreno natural.

Finalmente, o terceiro objetivo acontece, porque ao introduzir-se a coluna de brita e, sendo esta realizada com recurso a material muito permeável que funcionará de igual modo a um “via rápida” para escoamento da água contida na camada (ou camadas) em estudo, facilitando a sua saída e diminuindo o seu tempo de consolidação, pois numa primeira fase esta apenas se podia escoar de forma vertical e, após a introdução das estacas de brita já ocorre a saída da mesma de forma radial.

Um outro efeito benéfico das colunas de brita, e que não foi salientada, diretamente, é o facto de em comparação a outros tipos de fundações indiretas, como é o caso de estacas de betão, é o seu mecanismo de colapso, já que para o caso das colunas de brita se estas estiverem com um carregamento elevado de tensão, esta será transmitida, automaticamente, ao terreno envolvente, à medida que se deforma (Segundo Dayte, 1982, citado em Domingues, 2006), enquanto que a estaca de betão após a sua extrema deformação (rotura do betão) ela irá partir colocando a estrutura em perigo.

Tal como foi referido anteriormente, as colunas de brita são aplicadas no tratamento de solos melhorando/aumentando as suas características para que o terreno (solo e colunas de brita) seja capaz de resistir às tensões transmitidas pelas fundações dos edifícios.

A realização das estacas de brita por vibração profunda, ocorre por introdução de um vibrador no solo, no qual se usa água ou ar comprimido para auxiliar essa mesma furação. Finalizada a furação, que ocorre quando se atinge a profundidade pretendida, inicia-se a introdução do material constituinte da coluna que pode ser em brita (mais usual) ou areia muito compacta, formando uma estaca de material diferente ao do solo adjacente e que possui melhores características geomecânica, do que o material

existente no terreno. Durante a inclusão da brita e, com ajuda das vibrações radiais, ascendentes e descendentes, transmitidas pelo vibrador, ocorre a compactação da mesma para que esteja em conformidade com as normas em vigor e que tenha capacidade portante suficiente para resistir aos esforços induzidos pelas estruturas a serem implementadas.

É comum usar-se como material de enchimento material granular constituído por uma gama variada de diâmetros das suas partículas constituintes. Na sua constituição não deverá conter qualquer vestígio de material orgânico e o material deve estar limpo e livre de poeiras. O material a utilizar pode ser de origem natural rolado, no entanto não é aconselhado o seu uso, pois apresenta ângulos de atrito muito baixos, comparativamente aos materiais obtidos mecanicamente (britado). De acordo com alguns autores (Nayak (1982), mencionado em Domingues, 2006), de modo a obter uma boa compactação, o material de enchimento deverá ser bem graduado e apresentar uma gama de tamanhos de partículas entre os 2mm e 70mm. Outros autores, como é o caso de Silva Pereira (1983), citado em Domingues (2016), afirmam que os diâmetros máximos e mínimos utilizados variam entre os 8mm e os 32mm. Segundo a Federal Highway Administration (FHWA,1983) os diâmetros são sensivelmente superiores, para o caso das maiores dimensões (Domingues,2006).

Se durante o enchimento da estaca se usar um material que apresente na sua constituição uma percentagem de partículas de pequenas dimensões, alta, isso conduz a uma menor incorporação do material para enchimento no solo circundante, levando à realização de menores diâmetros de coluna (Voutrain, 1980, citado em Domingues, 2006).

A colocação da brita no furo é feita de duas formas distintas que são:

- “Top feed method” – na qual a brita é colocada diretamente através da superfície, sendo despejada entre o furo e a sonda. Na Figura 2.5 é visível este procedimento;



Figura 2.5 – “Top feed method” – Alimentação superior.

- “Bottom feed method” – Na qual a brita é adicionada no espaço criado, pela ponta da sonda, a partir de um tubo adjacente e acoplado à mesma. Na Figura 2.6 ilustra-se um equipamento de fornecimento inferior da brita (Domingues, 2006).



Figura 2.6 – “Bottom feed method” – Alimentação inferior (Keller Group, catálogo).

Usualmente, a execução de colunas de brita é feita usando o processo húmido (“wet process”), ou seja, com auxílio a um fluido de injeção para a construção do furo. Associado a este processo, a brita é

colocada a partir da metodologia de “top feed method”. Por outro lado, apesar de não ser um método muito utilizado, os processos a seco (“dry process”) são utilizados conjuntamente com alimentação inferior de brita (“bottom feed method”) ou com fornecimento superior da mesma (“top feed method”).

Um dos grandes entraves no recurso aos processos a seco (“dry process”) é o possível colapso que pode ocorrer no furo, pois em solos de fracas propriedades resistentes a retirada do tubo, que servia como um encamisamento do solo, para uma possível alimentação superior da brita pode levar ao colapso do furo, por falta de estabilidade. Sendo um processo que acaba por levantar certos problemas que não são visíveis nos processos húmidos (“wet process”).

Segundo a Keller Group, a alimentação inferior da brita oferece alguns benefícios, aquando da sua utilização como forma de construção das colunas, tais como:

- O agregado é sempre colocado diretamente no tubo do vibrador, formando uma coluna contínua;
- Só é necessário uma penetração no solo;
- Como dentro do furo há a saída de ar pressurizado, o furo não colapsa mesmo em solos críticos;
- Não há necessidade de água, eliminando a necessidade de dispor de uma lama

O recurso a líquidos de injeção, de forma constante, no auxílio da furação, deve-se pelos seguintes factos (Domingues,2006):

- Este acaba por estabilizar o furo para que não ocorra o seu desabamento, aquando da retirada do vibrador para se proceder à alimentação superior da brita, descendo-o novamente para executar a compactação em patamares;
- Leva a que ocorra uma lavagem dos finos do solo, que inevitavelmente se misturariam entre a brita, acabando por influenciar negativamente o mesmo, enquanto estrutura resistente.

Para o caso de se estar perante solos de baixa resistência não drenada ( $C_u < 15kPa$ ), recomenda-se a utilização de material com graduação mais fina (maior percentagem de finos), com vista a impedir a passagem de solo natural para o interior da coluna (Domingues, 2006).

Com a implementação desta técnica ocorre sempre um aumento das características do solo, todavia este melhoramento não é homogéneo, já que depende muito do material existente, ou seja, se se estiver a tratar um solo arenoso com alguma percentagem de finos, há um pequeno aumento das características do terreno natural, porém estes irão ser sempre mais deformáveis do que o elemento linear mais rígido introduzido. Normalmente para solos com menos de 15% de finos (que correspondem ao número de partículas passadas no peneiro 200, da série ASTM, sendo este o peneiro que delimita a

as partículas finas das grossas) e com menos de 2% de argila, a densificação através das vibrações induzidas pelo processo é efetiva (Lopes, 2011).

As colunas de brita, como já foi referido anteriormente, produzem um melhoramento no solo feito a partir da colocação de um material mais resistente e de menor deformabilidade no solo, como é o caso da brita, aumentando assim a capacidade resistente do conjunto, provocando uma alteração estrutural do solo natural, pois, após a implementação no solo das colunas, estas passam a contribuir para a estabilidade do terreno, quando sujeito a tensões transmitidas por uma superestrutura, nova, implementada (Lopes, 2011).

Segundo Lopes (2011), os objetivos fundamentais, normalmente pretendidos para este tipo de tratamento de solos, tanto para solos coerentes como para incoerentes, são os seguintes:

1. Em solos coerentes:

- A realização de fundações diretas – muitas vezes o que se pretende é assegurar condições propícias para a implementação de sapatas no local, para tal convém que haja a plena certeza que os assentamentos e as tensões que se vão fazer sentir sejam inferiores aos estipulados;
- A diminuição de assentamentos – com a implementação de colunas de brita há uma diminuição do assentamento previsto inferior ao que se iria verificar sem a introdução das mesmas;
- O aumento da estabilidade – o conjunto, constituído pelo solo mais a coluna irá aumentar a estabilidade do terreno, em relação ao que apresentava inicialmente;
- A redução do tempo de consolidação em solos compressíveis – atuando como passagens para o escoamento da água do interior da camada crítica;

2. Em solos incoerentes:

- A diminuição de assentamentos – já que ocorre um rearranjo das partículas induzida pelos movimentos circulares do vibrador que vão diminuir os vazios no interior do solo;
- A redução do potencial de liquefação.

De acordo com o que já foi ilustrado anteriormente, a vibrosubstituição consiste na introdução de um material de características previamente escolhidas no solo que irá alterar as particularidades do solo melhorando a sua capacidade resistente. Em termos gerais e, segundo Lopes, (2011), esta introdução irá alterar as características do terreno do seguinte modo:

- Aumenta a rigidez do solo tratado;

## CAPÍTULO 2

- Aumenta a resistência ao corte;
- Promove a compactação de solos incoerentes, soltos, com redução do potencial de liquefação sísmica (caso exista);
- Aumenta a capacidade de carga do solo;
- Aumenta a taxa de consolidação, diminuindo, por outras palavras, o tempo de consolidação.

Os principais solos, onde o uso desta técnica é essencial e acaba por ser benéfico o tratamento do mesmo devido a serem solos muito problemáticos, são:

- Solos constituídos maioritariamente por areias siltosas soltas suscetíveis de sofrerem liquefação, aquando da atividade sísmica e que normalmente originam assentamentos excessivos;
- Solos que possuem fraca resistência ao corte, com valores compreendidos entre os 5 a 10 kPa;
- Solos de baixa plasticidade e com permeabilidade muito alta, por onde a água tem problemas, acrescidos em atravessar;
- Solos que apresentam uma grande percentagem de finos, tal como depósitos naturais de argilas lodosas que estão presentes, muitas vezes localizadas perto de locais com muita água, como é o caso de rios e zonas costeiras, ou até mesmo bolsas esporádicas que se possa encontrar em centros urbanos que acabam por estar, na maior parte das vezes, “presas” em volta de material de melhores propriedades e que possuem baixa resistência ao corte, normalmente compreendida entre 6 e 12 kPa;
- Solos que apresentem na sua constituição valores de silte ou argila superiores a 10 ou 15%, como é o caso de areias siltosas ou argilosas, siltes argilosos e argilas;
- Em aterros não evolutivos, tais como resíduos de construção, resíduos urbanos, escórias ou aterros heterogéneos.

Para se garantir a construção correta da estaca de brita em solos muito moles é de enorme importância que o solo, no qual se vai inserir a metodologia apresentada, possua valores de resistência não drenada suficientes para permitir a formação das colunas. Ou melhor, se o material adjacente tiver uma resistência não drenada muito baixa e, como as colunas de brita dependem do material envolvente para se manterem coesas, não há a capacidade de se formar uma coluna tornando a técnica ineficaz para o caso em concreto (Keller Group, 2004).

Para os solos mencionados no parágrafo anterior, os problemas que se colocam são sempre respeitantes à sua capacidade de carga, a estabilidade do terreno e a consolidação a longo prazo.

Apesar de as colunas de brita serem uma técnica bastante apreciável a ser implementada em terrenos de fraca consistência, dever-se-á ter em conta a certas características do mesmo, pois o recurso a este processo não é efetivo em qualquer terreno, independentemente das suas características. Portanto, de seguida, apresenta-se alguns solos, nos quais, a utilização desta técnica é desadequada ou não é aconselhável sem recurso a outros elementos:

- Em terrenos suscetíveis de perder características volumétricas e/ou mecânicas ao longo do tempo, como é o caso de aterros sanitários, turfas ou qualquer tipo de solo que apresente alguma percentagem de terreno vegetal, e solos que apresentem uma perda ao rubro superior a 5%, de acordo com a norma francesa XP 94-047, citado em Lopes, 2011;
- Para o caso de solos muito compressíveis, como por exemplo solos de vazadouro ou argilas moles, com espessuras superiores a 50cm e, que apresentem características geomecânica fracas, com valores de resistência não drenada ( $c_u < 20 \text{ kPa}$ ) ou valores de resistência de ponta ( $q_c < 300 \text{ kPa}$ ), é aconselhável a sua utilização, juntamente com uma pré-carga;
- Solos constituídos maioritariamente por argilas moles e que possuam um valor de resistência não drenada  $c_u < 10 \text{ kPa}$ , o dimensionamento e a aplicação desta técnica deve ser prevista com especial cuidado, pois devido às características do solo deve optar-se por diâmetros superiores e malhas mais apertadas, fazendo com que haja um aumento do coeficiente de substituição do mesmo;
- Em geral, existem sempre valores aceitáveis para a implementação deste procedimento. Como tal, não se deve só ter atenção a solos de baixas características, já que para solos com valores de resistências não drenadas superiores a 50kPa há outros problemas inerentes ao recurso da técnica, como por exemplo, o vibrador acaba por ter grandes dificuldades em perfurar o terreno por este oferecer elevada resistência à penetração. Caso se esteja sobre um cenário, mais particular, em que se possui um terreno de elevada resistência superficial ou se esteja perante uma bolsa de material mais duro entre o solo mole, pode-se, sempre, recorrer a uma furação primária com trado de grande diâmetro (500 a 600 mm) para “combater” a elevada resistência verificada, sendo que esta solução só se torna vantajosa para perfurações de pequena profundidade. Outro aspeto relevante a salientar é o facto de quanto maior for a resistência de uma solo (considerando valores de resistência não drenada) maior será a dificuldade em incorporar o material e, conseqüentemente, menores diâmetros de coluna se vai conseguir (Domingues, 2006).

A resistência de uma coluna, em parte, está interligada com a resistência do solo que a envolve.

### 2.3.2 Metodologia Construtiva

Um aspeto muito relevante no recurso à metodologia apresentada é o seu fácil processo de construção, garantindo uma grande produtividade em solos muito moles. O seu método construtivo, segundo Keller Group, (2004), está subdividido em 5 etapas, que são:

- **Preparação**

Em geral dever-se-á executar todas as operações prévias para o bom funcionamento das máquinas, bem como a capacidade de se poderem movimentar sem grandes incómodos sobre o terreno a melhorar, ou melhor, a título de exemplo, por vezes é colocado uma camada de brita, com vista a homogeneizar as tensões descarregadas ao terreno provocado pela maquinaria. Após todos estes processos estarem em conformidade o equipamento é instalado no(s) local(ias) onde se vai executar a penetração e estabilizado com macacos hidráulicos. A alimentação da brita é assegurada através de um recipiente que é elevado até à altura necessária para ser despejado na tremonha do penetrómetro do equipamento.

- **Enchimento**

A brita que se encontra no recipiente é despejada na tremonha do vibrador que é em seguida encerrada. A brita afluí até ao orifício de saída, no qual é colocado no solo a partir do fluxo de ar comprimido, tornando o seu movimento contínuo até ao ponto de saída.

- **Penetração**

A penetração ocorre com o recurso à insuflação de ar comprimido e da força descendente, até atingir a profundidade de projeto, ocorrendo a compressão lateral do solo adjacente.

- **Compactação**

A fase da compactação dá-se quando se atinge a profundidade pretendida, o vibrador sobe ligeiramente para extrair a brita do interior da tremonha para ser colocado no espaço livre. Em seguida, e a partir do movimento ascendente e descendente do vibrador, executa-se a compactação da brita

para que esta seja expandida lateralmente e para atingir o grau de compactação estipulado no caderno de encargos.

- **Acabamento**

A coluna de brita é desenvolvida em patamares até se atingir a superfície. Estes patamares apresentam uma espessura compreendida entre os 15 a 30 cm. Isto é recomendado para que haja uma boa compactação gradual da brita. Além disso, há a realização de uma plataforma de trabalho, muitas vezes idealizada no início da execução das colunas, através da colocação de uma camada de material granular muito pouco compressível, onde a sua espessura poderá variar entre os 30 a 100 cm. Esta camada tem como principal função facilitar o movimento da maquinaria na obra e melhorar a eficiência da coluna. Promove um aumento do confinamento próximo da superfície que transmitirá uma força de alargamento da coluna ao longo da mesma. E ao ser realizada, permite uma melhor redistribuição das cargas para a coluna através do efeito de arco, bem como funcionar como uma fronteira drenante para escoamento das águas.

Na Figura 2.7 estão ilustradas as diversas etapas da construção de uma coluna de brita. De salientar que quando se pretende melhorar um conjunto de camadas de fraca resistência, quanto menor for a resistência não confinada de um solo, maior será a expansão lateral da coluna de brita. Por isso é que a mesma não apresenta o mesmo diâmetro em toda a sua extensão. Outro aspeto que também influencia este comportamento na brita é a resistência radial que o solo oferece ao avanço lateral da brita que é algo muito variável com a profundidade.

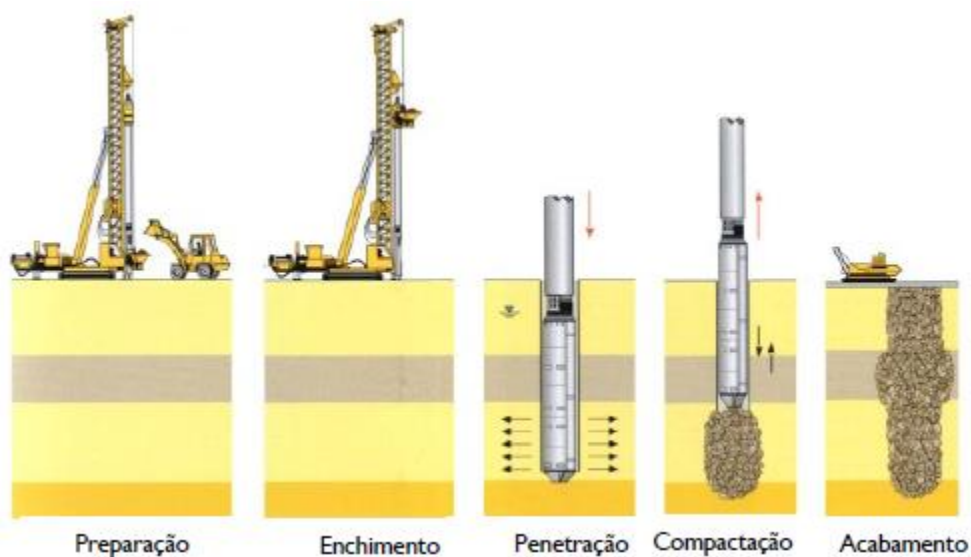


Figura 2.7 – Diversas etapas construtivas da aplicação do método de vibrosubstituição (Keller Group, catálogo).

As estacas de brita ao serem a metodologia adotada para um determinado solo estas podem suportar diversos tipos de obras, tais como: (Keller Group, 2004)

- Rodovias;
- Ferrovias;
- Encontro de pontes;
- Áreas portuárias;
- Aeroportos;
- Apoio para fundações diretas;
- Apoio para fundações de obras “off-shore” de abrigo como quebra-mar e molhe;
- Reservatórios de abastecimento de água.

## 2.4 ESTACAS

Embora as estacas, tal como as colunas, sirvam para descarregar as tensões em camadas profundas resistentes, estas diferem nos seguintes pontos: as colunas são uma melhoria de solos, as estacas são estruturas que servem como fundações indiretas, no qual não há melhoria nenhuma do solo, sendo muitas vezes estacas flutuantes (sem atrito lateral das camadas mais superficiais); as colunas de brita reduzem assentamentos das camadas mais fracas, as estacas não alteram em nada as propriedades do solo, pois não necessitam do solo como forma de aumento da sua resistência, a não ser que a resistência das mesmas dependa também do atrito que se desenvolve entre a estaca e o solo envolvente.

As estacas são estruturas alongadas, instaladas no terreno, em posição vertical ou ligeiramente inclinadas feitas de madeira, betão simples ou armado, e até mesmo em aço, usadas para transmitir tensões da superfície para níveis inferiores do maciço. Esta transferência ocorre, por um lado, pela distribuição vertical da carga ao longo da superfície lateral estaca e/ou, por outro lado, devido à aplicação direta da carga numa camada inferior do extrato pela ponta da estaca, fuste. (Trigo, 2016).

A técnica de estacas não é algo novo, pois os antigos já recorriam a esta metodologia em locais de fracas características geotécnicas, como por exemplo em vales dos rios. No entanto, essas construções eram em estacas de madeira, o material que conheciam na altura, de diâmetro equivalente a 30 cm e não ultrapassavam os 15m de profundidade. Atualmente, o diâmetro das estacas pode atingir 3 a 4m e o comprimento de furação entre 60 a 70m, sendo constituídas por betão armado ou betão simples, aço e, menos frequente, por madeira (Trigo, 2016)

Cada vez mais, nos tempos modernos, se usa a tecnologia de estacas por ser uma técnica muito mecanizada, ou seja, os processos impostos na execução de fundações diretas é muito manual, sendo processos mais morosos do que o emprego de fundações profundas que acabam por ser muito industrializados, levando a uma economia de tempo muito grande, bem como a menores

assentamentos do que os que se verificam para fundações diretas, já que este tipo de procedimento leva a níveis de segurança superiores e acabam por sofrer menores erros humanos devido a serem muito mecanizados.

Não só as estacas tiveram uma evolução no seu modo de emprego, mas também os equipamentos de cravação foram sendo melhorados ao longo do tempo, ou melhor, antes os equipamentos eram muito básicos, sendo mais ou menos manuais, enquanto que nos dias de hoje têm-se equipamentos sofisticadíssimos e muito mais potentes do que outrora, levando a índices de produção diários muito superiores aos que se verificavam anteriormente.

Uma estaca é constituída por três partes principais, tal como se pode verificar na Figura 2.8, em que a extremidade superior que se liga à superestrutura denomina-se cabeça de estaca, a extremidade oposta designa-se por ponta da estaca ou ponteira, e a parte intermédia é classificada de fuste (Trigo, 2016).

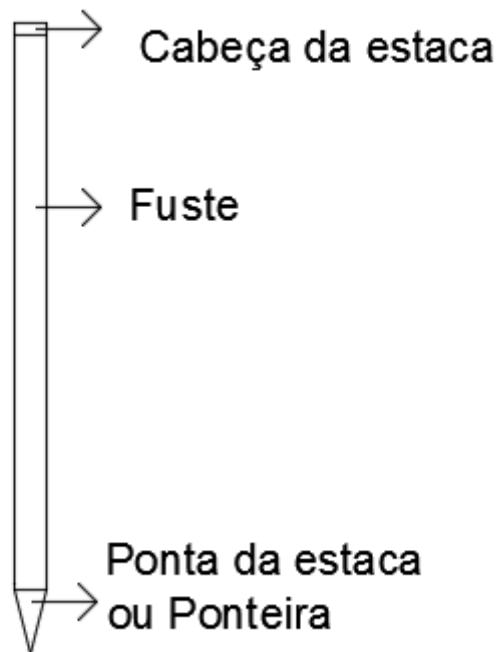


Figura 2.8 – Partes constituintes de uma estaca (Trigo,2016, adaptado).

De salientar, que apesar de ser apresentado na Figura 2.8 uma ponteira cônica existem também as de ponteira cilíndrica. Usualmente, obtém-se ponteiros deste tipo quando se executam estacas de madeira ou pré-fabricadas. Todas as restantes, são ponteiros cilíndricos.

O fuste de uma estaca, geralmente apresenta a formas cilíndricas ou cónicas, possuindo secções transversais que poderão variar entre circulares, octogonais, quadradas, hexagonais, triangulares, entre

outras. A superfície do mesmo poderá apresentar alguma rugosidade ou ser lisa, dependendo do tipo de fricção lateral se pretenda obter (Trigo, 2016).

A distribuição da carga vertical é feita pelo contacto estabelecido entre a estaca e o solo adjacente, ou seja, por fricção (estaca flutuantes) e pela aplicação direta da carga na ponta da mesma.

Em geral, as estacas são utilizadas para os seguintes propósitos (Trigo, 2016):

1. Para transmitir as cargas provenientes da superestrutura, por entre uma camada mais débil ou por um conjunto das mesmas, a uma camada que possua uma resistência suficiente. Neste caso tanto as cargas verticais e laterais mobilizadas podem estar envolvidas;
2. Quando as camadas superficiais apresentam grande deformabilidade, embora possam ter capacidade de carga suficiente para suportarem os esforços da superestrutura, ou quando as deformações desse estrato variam muito de ponto para ponto;
3. Quando as camadas mais superficiais se encontram numa zona em que possam sofrer um gradiente hidráulico elevado que possa condicionar a capacidade portante do mesmo, como é o caso de zonas perto dos rios, orlas marítimas ou locais perto de linhas de água que podem ser enfraquecidos, pela água, sazonalmente;
4. Quando as camadas imediatamente abaixo da estrutura a ser implementada são suscetíveis de experimentar movimentos sazonais, tal como levantamentos ou assentamentos cíclicos, ou a atuação conjunta dos mesmos;
5. Quando a construção a ser implementada é sensível aos deslocamentos diferenciais, como é o caso de estruturas de betão armado que sofrem grandes danos quando sujeitas a assentamentos diferenciais;
6. Em casos de a superestrutura transmitir cargas concentradas, verticais e/ou horizontais, muito elevadas, que possam induzir assentamentos. Para este tipo de estruturas, onde há grandes cargas horizontais, é usual usarem-se estacas ligeiramente inclinadas;
7. Para estruturas que transmitam trações à fundação, ou momentos que, ao ser insuficiente a carga vertical, provoquem trações;
8. Em estruturas marítimas, com vista a transmitir as cargas através da água até ao terreno submerso. Nestes casos terá de se ter em conta possíveis problemas de encurvadura das estacas;
9. Para compactar solos arenosos soltos. À partida pode haver a remoção da estaca, pois estas não servirão como elementos de suporte;

10. Como forma de estabilização de encostas naturais instáveis. Para estes casos as estacas estarão, maioritariamente sujeitas a solicitações laterais induzidas pelo terreno a suportar.

#### 2.4.1 Classificação das estacas, segundo o seu modo de execução

As estacas possuem diversos tipos de classificação que variam de acordo com: o seu método de construção; o material que as constitui; o seu próprio fabrico, já que, por um lado, estas podem ser fabricadas, antes da sua instalação no local destinado, por outro produzidas, aquando da sua colocação em obra, no qual ocorre a remoção prévia do terreno. Embora se tenham apresentado outros métodos de classificação das estacas, o mais usual será diferenciá-las de acordo com o efeito que produzem no terreno (o modo de fabrico), juntamente com a sua maneira de emprego (método de construção). Portanto distinguem-se dois grandes grupos:

- O primeiro engloba as estacas instaladas no terreno, sem existir a prévia remoção do solo que levará à compressão deste, bem como a um novo rearranjo das partículas, com intuito de criar espaço para a colocação das estacas;
- O segundo grupo, muitas vezes denominadas estacas instaladas com deslocamento do terreno, engloba as estacas que comprimem lateralmente o solo, aumentando assim a tensão horizontal e, acabam por modificar as características do solo envolvente.

A grande diferença verificada nestes dois processos prende-se nas tensões induzidas no terreno, ou seja, num dos casos a tensão mantém-se, durante e após a cravação (caso onde há a perda do tubo “moldador”) e no outro caso há uma descompressão do terreno, aquando da retirada do tubo, visto que a saída do mesmo induz uma diminuição das tensões horizontais do terreno. De notar que para ambos os casos a abertura do “calabouço” pode ser feito com recurso a diversos equipamentos não obrigatoriamente por trado contínuo.

Regra geral, este tipo de estacas são executadas no vazio aberto, sendo betonadas, na maior parte das vezes, contra o terreno, ou melhor, “*in situ*”.

Como neste documento não se pretende expor toda a nomenclatura e procedimentos inerentes às diversas tipologias, apenas se vai focar no ponto fulcral deste tema, que consiste numa breve introdução às estacas moldadas “*in situ*”, pois é este tipo de procedimento que se irá utilizar para o fabrico das estacas de betão nos casos práticos apresentados. De evidenciar, também, que neste relatório vai incidir-se, apenas, nas estacas de betão armado, pois e, apesar de existirem outro tipo de materiais (tal como já foi referenciado), no qual se possa constituir uma estaca são estas as utilizadas nos casos práticos em estudo.

A execução de uma estaca sem haver a extração do terreno, tem diversos modos de ser empregue, tais como pancadas de um martelo, deixado cair de uma certa altura, por vibração, induzidas pelo próprio material de furação, pressão de macacos ou de cargas e por rotação. Os diversos métodos de furação são utilizados dependendo do tipo de terreno, no qual se vai implementar as estacas, ou seja, no caso de estacas pré-fabricadas a cravação ocorre de duas formas:

- Percussão – procedimento utilizado, quando o terreno é constituído por areias e argilas e, onde há a necessidade de verificar a suscetibilidade para a liquefação;
- Rotação – processo usado, muitas vezes, quando se está perante solos brandos, aluvionares, de forma a atingir o estrato rijo. Está técnica possui boa resistência ao arrancamento devido às suas lâminas laterais.

Dentro deste tipo de estacas, onde não ocorre a extração do terreno, existem dois grandes grupos que são:

- ❖ Estacas cravadas pré-fabricadas – que podem ser ocas ou sólidas e que são introduzidas no terreno até a profundidade desejada;
- ❖ Estacas cravadas moldadas “*in-situ*” ou estacas moldadas sem extração do terreno que são realizadas de seguinte modo: Primeiramente crava-se um tubo fechado na base, em seguida retira-se o tubo, ficando a base na posição especificada e, aquando da retirada do tubo ocorre a betonagem do furo, tendo em conta que o próprio tubo deverá estar submerso, no betão, para existir uma boa execução do mesmo, como se exemplifica na Figura 2.9.

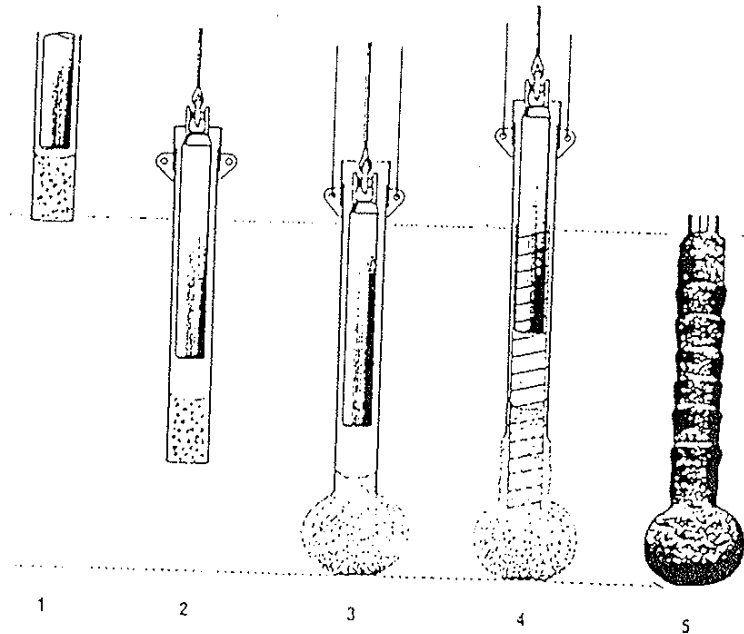


Figura 2.9 – Estacas cravadas moldadas “*in situ*” (Tipo A2): Estacas Franki (Trigo, 2016 adaptado)

As estacas tipo Franki, usualmente são idealizadas segundo o processo exposto acima, no entanto há diversas metodologias de execução e poderão diferir um pouco do explicitado. Durante a fase de construção da mesma, o betão é colocado “*in situ*” em contacto direto com o solo, portanto poderá ocorrer, caso o processo de execução seja imperfeito, uma mistura entre o betão e o solo ou até mesmo água se estiver presente o nível freático na região da furação. Muitas vezes, como forma de evitar este problema obriga-se a que o tubo esteja mergulhado, ficando a base deste sempre submerso no betão.

Regra geral as estacas tipo Franki (Figura 2.9) são executadas produzindo, primeiramente, um betão muito seco que é posicionado na base do tubo e derramado, formando um adequado alargamento da base. Em seguida o furo é posteriormente preenchida com betão de forma a completar a estaca. Ambas as técnicas, relativas ao sistema de Franki (produção da estaca) e a formação de estacas de betão por trado contínuo são muito económicas, quando se pretende implementar um processo de realização de estacas “*in situ*” (Bowles,1997).

No caso de estacas moldadas “*in situ*”, o seu procedimento consiste na escavação de um buraco no solo e preenchê-lo com betão e, por vezes introdução de uma malha de aço pré-fabricada como forma de oferecer uma maior resistência.

Tal como foi referido, a estaca moldada é executada com, ou sem, recurso a um tubo. O que define a utilização do tubo é o tipo de solo no qual se pretende implementar as estacas, ou seja, se os solos forem coesivos ou pouco coesivos pode-se proceder à furação sem recurso a tubo, não havendo a probabilidade de ocorrer o desmoronamento do furo (Trigo, 2016).

Para os casos de solos coesivos, onde não é provável o desmoronamento, o furo é feito, apenas com recurso ao equipamento de furação. Por outro lado, se o solo não apresentar uma boa coesão, mas que esta exista, ou o nível freático esteja inerente no local da furação, pode-se executar o furo utilizando fluídos estabilizadores, como é o caso das lamas bentoníticas.

Com a retirada do tubo há uma perda, por relaxamento, da tensão horizontal originada durante a cravação. No entanto, se o betão, quando ocorre a sua colocação, for vibrado ou comprimido, a tensão pode voltar, novamente, a aumentar.

Apesar de este ser um dos processos de estacas moldadas “*in situ*”, ainda existe outro, no qual ocorre a retirada do terreno. De seguida será descrito o processo de execução do mesmo.

Quando há a extração do terreno, normalmente a designação dada é de estacas moldadas com extração do terreno, no entanto, nos dias de hoje, já existem estacas pré-fabricadas, no qual ocorre uma remoção do solo existente para a sua implementação, sendo estas em seguida soldadas, com cimento, às suas paredes. Portanto, tendo isto em mente, este grupo é subdividido em dois outros que são:

- Aqueles onde ocorre a cravação de um tubo até à profundidade pretendida, sendo retirado todo o solo no interior do tubo que, a seu tempo, será substituído por betão e, o tubo que inicialmente foi introduzido mantém-se;
- Estacas onde ocorre a cravação e betonagem de igual modo que a anterior, no entanto o tubo que serviu como “guia” de furação no terreno é removido, finalizado o processo.

Quando se está perante solos de fraca ou nula coesão, a furação deverá ocorrer utilizando um tubo para que não haja o desmoronamento do poço. Dependendo do local e da coesão do material o tubo poderá ser perdido ou recuperado. Será recuperado quando se está perante solos muito pouco coesivos na presença de nível freático e percolação. No caso de obras marítimas ou fluviais, o tubo é perdido, ou seja, não existe a retirada do tubo.

À medida que ocorre a retirada do terreno furo. Embora isso aconteça quando se atravessa uma região que apresente um material muito solto ou mole, como é o caso de argilas, a extração do mesmo pode originar refluxo do terreno envolta do furo, portanto de forma a evitar esta situação dever-se-á executar a furação do tubo até este trespassar a camada mole ou solta e, após concluída esta fase dar início à retirada do material.

Tal como já foi referido anteriormente o solo do interior do tubo pode ser retirado com recurso a vários tipos de equipamentos, tais como:

1. Um trado;
2. Uma limpadeira;

3. Ar comprimido;
4. Injeção de água a alta pressão;
5. Com recurso a um balde de maxilas.

Uma das vantagens deste tipo de estacas moldadas, com extração do solo, em relação às estacas moldadas, sem existir a retirada do mesmo, é não haver um aumento das tensões horizontais (compressões) nem deslocamentos do solo, já que ao existir a retirada do terreno as tensões mantêm-se uniformes, o que leva a ser uma boa técnica a implementar em locais com edifícios adjacentes já que não leva a aumentos de compressões nem deslocamentos do solo que seriam um grande inconveniente para as estruturas vizinhas. Uma das vantagens em manter-se o tubo “moldador” é o facto de este contribuir, significativamente, para a resistência estrutural da estaca.

Durante a execução das estacas moldadas e, onde existe a retirada do terreno, bem como o tubo moldador, dever-se-á ter alguma cautela no tipo de material no qual se vai implementar a técnica, pois o procedimento pode variar para os diversos tipos de solos. No caso de se estar perante um material argiloso e o diâmetro do furo não for superior a 60 cm pode-se recorrer a instrumentos de percussão suspensos de um tripé, podendo-se utilizar tubagem de proteção, de forma a evitar a queda de blocos das paredes do furo, já que o material acaba por possuir uma grande coesão. Por outro lado, para furos com diâmetros iguais ou superiores a 1,5m, pode-se recorrer a trados mecânicos ou a baldes de maxilas para retirarem o material. Este procedimento é particularmente ótimo para argilas médias a duras que não necessitam de tubos, sendo neste material que se consegue alargar a base da estaca com recurso aos utensílios adequados.

Para uma solo arenoso os instrumentos enunciados acima aplicam-se de igual modo. Ao encontrar-se o nível freático na região do furo e estando-se perante uma areia, deve-se utilizar um processo de estabilização das paredes do furo, pois este material possui fraca coerência, o que pode levar ao desmoronamento caso não seja devidamente protegido. Muitas vezes, em prol do uso das proteções, pode-se utilizar lamas bentoníticas densas para assegurar o local.

Em furos entubados abertos, e que sejam cravados em solos arenosos abaixo do nível freático, o terreno adjacente pode fluir para dentro do furo devido à percolação de água. Para que isso não seja plausível de acontecer, o nível de água, dentro do furo, deve estar acima do nível freático local.

Uma das razões para que a tubagem se encontre na frente da escavação é que, se isto não ocorrer leva a que haja a criação de uma cavidade de diâmetro superior ao do furo pelo colapso das paredes que acabam por estar desprotegidas.

De uma maneira global, e tendo em conta o que foi referido anteriormente, as estacas devem ser analisadas e verificadas, segundo dois tipos de resistência, que são: a resistência lateral que consiste numa resistência mobilizada ao longo da estaca provocada pelo atrito lateral entre o solo adjacente e o próprio material da estaca; e a resistência de ponta verificada na ponta da estaca.

Quando se pretende implementar uma fundação por estacas deve ter-se em grande atenção a alguns pontos, tais como:

- Determinação das propriedades do solo da área, na qual se pretende implementar a técnica e a profundidade de interesse para que seja possível determinar o número de estacas necessário (para não haver um excesso de estacas), assim como o comprimento da mesma;
- Deve ser realizada um orçamento para se decidir qual o tipo de estaca, que melhor se adequa ao tipo de solo e conduz a uma solução mais económica;
- Nos casos em que se recorra a esta metodologia para controlar assentamentos do solo deverá ter-se em conta o solo existente e o tipo de estaca, com vista a diminuir o número das últimas.

As estacas de betão armado podem ser realizadas de duas formas: estacas moldadas “*in situ*” ou estacas pré-fabricadas e que são posteriormente transportadas e cravadas no local pretendido, podendo ou não existir a retirada do material do interior do furo, ou seja, com ou sem extração do material.

Quando se executa a betonagem de uma estaca “*in situ*” deve-se possuir um valor da quantidade de material que é necessário bombear para que haja um completo enchimento do furo, já que se o processo, de retirada do equipamento de bombagem do betão, for demasiado rápido isso poderá produzir superfícies descontínuas na estaca que condicionaram o seu uso. (Keller Group, 2004)

## 2.5 MUROS DE CONTENÇÃO OU SUPORTE DE TERRAS

Os muros de contenção têm como principal função a estabilização do terreno natural, prevenindo que este assuma a sua inclinação natural. Ou seja, quando há a necessidade de vencer desníveis do terreno por este apresentar diferentes cotas, muitas vezes com um grande diferencial e, por falta de espaço, pela possibilidade de implementar taludes em aterro, recorre-se aos muros de contenção.

As contenções estão presentes em diversas obras civis, sejam estas associadas a estruturas de edifícios ou infraestruturas, tais como arruamentos, por exemplo. Estas poderão apresentar um carácter provisório, estruturas que são implementadas durante a fase da construção da obra civil e que após o seu término são retiradas. Um bom exemplo deste tipo de estrutura são as entivações. Ou serem

definitivas, ou seja, estruturas que acabam por se manter durante a vida da obra, mesmo após a sua conclusão, em muros de Munique.

Independentemente da tipologia dos muros de suporte, estes deverão ser dimensionados de maneira a serem capazes de sustentar o terreno natural sem que sofram qualquer tipo de anomalia. Para tal, ocorre a necessidade de verificar a estabilidade do muro aos seguintes estados limites últimos e que poderão condicionar a utilização do mesmo:

- Estado limite último de derrubamento – Quando a tensão que se gera no tardo do muro, devido ao peso das terras, é superior àquela suportada por este, o que leva a que haja uma rotação do mesmo em relação à sua aresta exterior da base. As forças que contrariam este movimento de rotação são: o seu peso próprio e o impulso passivo mobilizado em frente do muro, caso este esteja parcialmente enterrado. Para o cálculo do valor resistente do muro, é conveniente não haver a contabilização deste impulso passivo das terras, já que podem ser removidas;
- Estado limite último por escorregamento pela base – Que consiste num movimento translacional que o muro experimenta devido ao impulso gerado pelas terras suportadas. Em parte, as forças que opõem ao movimento do muro quando solicitado pelas tensões geradas pelo terreno são o atrito que se desenvolve na base do muro, gerado pelo contacto do último com o maciço de fundação, juntamente com as terras na frente do muro. Tal como no estado limite último de derrubamento, para o cálculo da resistência do muro não se deve contabilizar as tensões geradas por estas terras, pelas mesmas razões anteriormente descritas, no parágrafo anterior;
- Estado limite último da rotura da fundação – Resistência que o maciço de fundação resiste quando solicitada pela tensão vertical transmitida pela estrutura de suporte, e que poderá levar a uma rotura por corte na fundação. Em geral e, segundo Fernandes (2011), isto acontece “pois o efeito conjunto do peso próprio do muro provoca uma transmissão à fundação de uma força, de valor qualquer, inclinada, sendo o seu ponto de aplicação diferente do seu centro de gravidade”. Portanto para que toda a base do muro esteja carregada é necessário que a força inclinada transmitida pela estrutura ao maciço esteja a atuar dentro do terço central. Se se verificar o oposto ( $e > \frac{B}{6}$ ), só parte da base do muro está em contacto físico com o maciço de fundação, ou seja, fica descarregada. Este tipo de situações só ocorre, regra geral, em estruturas fundadas em maciços rochosos ou solos de grande resistência;
- Estado limite último por escorregamento global – Esta situação surge quando se verifica um escorregamento do muro e do maciço envolvente que o suporta. Muitas vezes a superfície de

escorregamento que limita a massa em movimento pode englobar o solo nas imediações próximas do muro, estando a sua formação associada a qualquer ação que possa provocar alguma mudança de pressões.

Quando se realiza um muro de suporte, no qual é necessário colocar material para atingir a cota do terreno natural, deve-se utilizar materiais granulares, já que, normalmente possuem ângulos de atrito internos muito grandes o que leva à geração de impulsos horizontais inferiores àqueles que se verificaria para solos com ângulos de atrito inferiores. Isto porque as tensões efetivas horizontais advêm da multiplicação das tensões efetivas verticais por um fator  $K_o$  (coeficiente de impulso ativo) que depende do ângulo de atrito do material:

E quanto maior o valor do  $\phi$ , maior será o valor correspondente do seno o que leva a um valor de  $K_o$  inferior, diminuindo assim os impulsos verificados no tardo do muro. Portanto quanto melhores forem as características do terreno natural menor serão os impulsos descarregados nas estruturas.

As estruturas de suporte de terras podem ser de vários tipos, os muros de gravidade estabilizam o terreno recorrendo ao seu enorme peso, enquanto que os muros de betão armado em “L” mobilizam um certo peso de terras juntamente com o seu peso próprio para a estabilização de terras, reduzindo a espessura do mesmo. Em seguida são apresentados as várias tipologias:

- Muros de gravidade – muros em alvenaria de pedra, betão armado, simples ou ciclópico, muros de gabiões, pneus e por junções de brita com argila no interior;
- Muro de flexão ou com contraforte – muitas vezes realizados em betão armado e acoplados com contraforte que servem para reduzir as flechas máximas a que a parede do muro está sujeita e também para reduzir a sua espessura. Por vezes, o contraforte pode ser substituído por tirantes;
- Terra armada – Estrutura realizada pela implementação de tiras de aço em diversos patamares que acabam por sustentar as terras a partir do peso próprio do material natural, possuindo uma enorme resistência à tração.

De salientar que, apesar de se referir sumariamente os diversos tipos de muros, neste relatório vai apenas incidir-se nos muros de gravidade.

### 2.5.1 Muros de gravidade

Em geral, são estruturas de rigidez elevada, no qual as deformações por flexão são muito pequenas, sendo, na maioria das vezes, desprezáveis. Os deslocamentos que o corpo rígido experimenta são,

essencialmente verificados pelas condicionantes do maciço de fundação e pelas eventuais ligações estruturais na sua parte superior.

Normalmente, este tipo de estrutura é realizado para suportar desníveis de terras abaixo de 6m, já que para alturas superiores acaba por haver a necessidade de implementar muros demasiado robustos que originam grandes custos, sendo, muitas vezes, substituídos por muros com contrafortes, com maiores vantagens na construção, sendo estruturas mais reduzidas/esbeltas. Usualmente, os contrafortes são concebidos no tardo do muro, devido, fundamentalmente, à economia do espaço que é conseguido, mas também ao facto de o peso das terras a suportar serem altamente benéficas para a estabilidade. Na Figura 2.10 apresentam-se as diversas tipologias, de muros de gravidade.

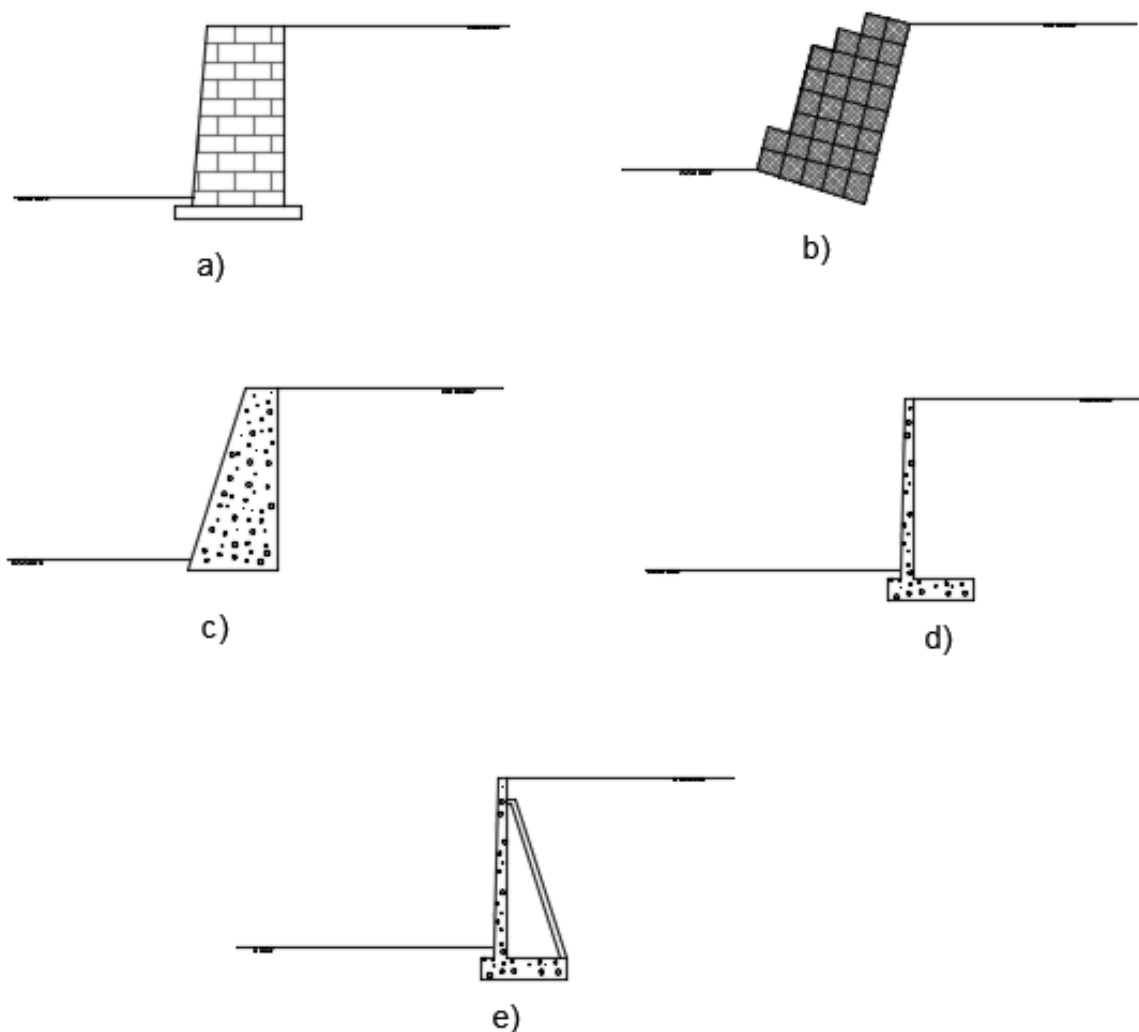


Figura 2.10 – Diferentes tipologias de muros de gravidade: a) muro em alvenaria; b) muro de gabiões; c) muro de betão ciclópico; d) muro de betão armado; e) muro de betão armado com contrafortes (Fernandes, 2011, adaptado).

Nas estruturas de contenção, como é o caso dos muros de suporte, há uma inerente interação entre a estrutura com o solo a suportar, o que leva a que haja uma transmissão de forças predominantemente

verticais, resultantes do peso próprio do solo e eventual sobrecarga de utilização. Todavia, existem diversos casos, nos quais a estrutura interage com o solo através de forças de componente predominantemente horizontal. Segundo Fernandes, 2011, para este caso há duas categorias que são:

- A primeira delas, sendo a mais usual, verifica-se quando uma estrutura é desenvolvida para suportar um maciço. Esta tipologia visualiza-se quando um dado solo possui uma inclinação em relação à horizontal superior do que aquela que, normalmente se desenvolveria sem o auxílio de qualquer obra humana, ou melhor, normalmente o solo possui um ângulo interno de atrito, no qual apresenta capacidade para não ocorrer o deslizamento do mesmo, no entanto para que se verifique uma inclinação superior à que o solo “resiste”, por ele mesmo, é necessário implementar uma obra capaz de induzir uma ação que leve à sua estabilização. Um bom exemplo desta categoria são os apresentados na Figura 2.11, no qual se expõe uma solicitação do solo perante a obra construída, ou seja, verifica-se que o mesmo “empurra” a estrutura;

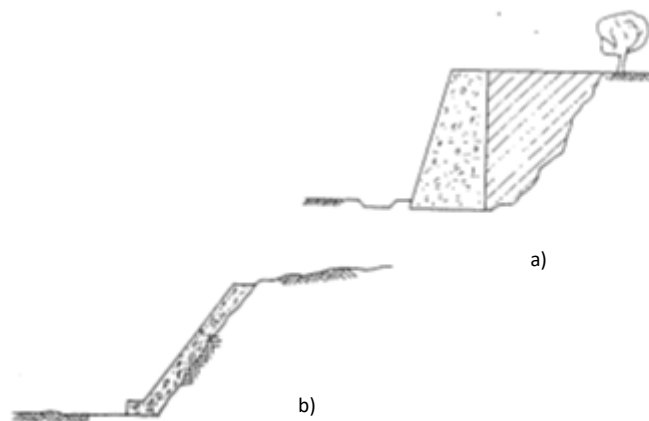


Figura 2.11 – Exemplos de obras que suportam os solos: a) Muro de suporte de gravidade; b) Muro de proteção contra a erosão superficial de um talude (Fernandes, 2011, adaptado).

- Por outro lado, a segunda tipologia ocorre precisamente o contrário, isto é, a estrutura acaba por ser empurrada contra o solo. Um bom exemplo é facilmente visível nas pontes em arco, tal como se indica na Figura 2.12, no qual há uma transmissão de forças de elevada componente horizontal ao maciço.

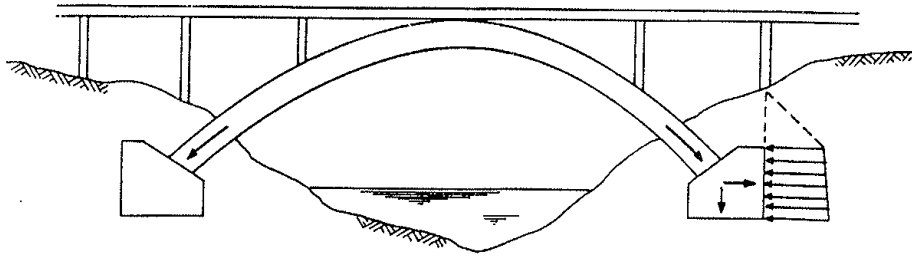


Figura 2.12 – Exemplo de uma obra em que se verifica uma solicitação por parte da estrutura e, no qual se visualiza uma pressão do solo de natureza passiva ou reativa (Fernandes, 2011, adaptado).

Caso se recorra a muros de alvenaria de pedra, os muros mais antigos construídos e numerosos, deve-se utilizar argamassas na coesão dos diversos blocos para a contenção de taludes com alturas de até 2m. Para muros de alvenaria, de altura de cerca de 3m há a necessidade de empregar argamassa de cimento e areia para preencher os vazios dos blocos. Apesar de ser benéfico a utilização das argamassas para aumentar a rigidez e resistência do muro é, também o grande causador da eliminação da sua capacidade drenante levando, muitas vezes, quando não se prevê dispositivos complementares para drenagem de água, ao seu derrube.

Para o correto funcionamento de um muro de alvenaria há a necessidade de implementar dispositivos de drenagem para muros impermeáveis, sendo, estes, constituídos por drenos de areia ou geossintético no seu tardo, como forma de escoar a água e eliminar possíveis pressões adicionais que possam condicionar a segurança da estrutura.

### 2.5.2 Muros de Gabiões

Os muros de gabião (Figura 2.13) são formados pelo empilhamento de caixas de malha hexagonal de aço macio galvanizado preenchidas por material granular. A rede usualmente é de dupla torção, como forma de prevenir que haja um vazamento do material interior aquando da rotura localizada do fio. A galvanização do aço destina-se à proteção contra a corrosão. No caso de muros de gabiões colocados em obras marítimas, ou em contacto com águas poluídas, recorre-se ao envolvimento do fio por uma manga contínua em PVC de 0,4 a 0,6mm de espessura (Fernandes, 2011).

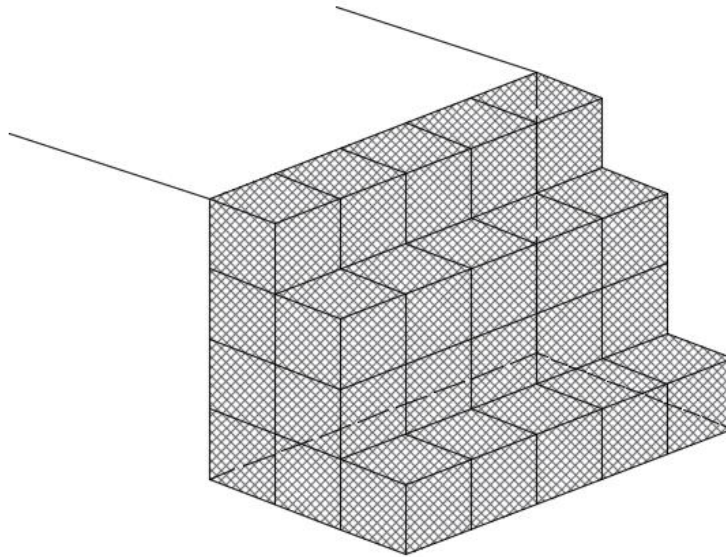


Figura 2.13 – Exemplo de um muro de gabiões.

Este tipo de construção é uma versão moderna dos muros de alvenaria de pedra. Nos últimos anos houve um aumento exponencial do seu emprego no nosso país, em especial nas obras viárias, por ser uma técnica que oferece uma razoável integração paisagística, apresentando todas as vantagens de qualquer uma das outras técnicas possíveis a ser aplicadas em prol a esta, tais como muros de suporte.

O material granular deverá ter dimensões superiores à da malha, por forma a não ocorrer o seu vazamento por entre as aberturas da rede. O material de enchimento não deve ser friável nem solúvel na água. O enchimento deve ser feito “*in situ*” por trabalhadores experientes.

Os muros de gabiões (muros de gravidade) acabam por estabilizar as terras devido, essencialmente, pelo seu enorme peso próprio e possuem, como já foi referido, uma boa integração paisagística, dando um aspeto menos pesado da construção humana, sendo uma obra que se integra facilmente no meio envolvente, destoando um pouco em relação às construções mais pesadas como é o caso das estruturas em betão simples ou armado.

O recurso a cascalho/calhau como material de enchimento deve-se à permeabilidade que esta tem em deixar escoar a água livremente. Embora se verifique uma boa permeabilização da estrutura é aconselhável o recurso a dispositivos complementares de drenagem de água, já que assim previne-se a erosão interna do maciço.

O cascalho a ser utilizada para o enchimento das caixas deverá ter as propriedades indicadas anteriormente e, para se calcular o peso específico do gabião, utiliza-se a seguinte expressão:

$$\gamma_g = \gamma_s(1 - n) \quad (2.4)$$

Sendo o  $n$  a porosidade que varia, tipicamente, entre 0,30 e 0,40, consoante o tipo de enchimento e a granulometria do material. O  $\gamma_s$  peso específico do material a ser utilizado como preenchimento do muro de gabião (características do material de enchimento).

Na Tabela 2.2 são apresentados alguns valores de  $\gamma_s$  para os diversos materiais de enchimento dos muros de gabiões.

Tabela 2.2 – Tipo de materiais de enchimento de muros de gabiões

Tipo de Rocha	$\gamma_s$ (kN/m <sup>3</sup> )
Basalto	29
Calcário cristalino	26
Calcário poroso	22
Granito	26
Grés	23
Traquito	25
Tufo	17

De salientar que quando se pretende estabilizar um maciço, contendo uma alta percentagem de partículas finas na sua composição, é desaconselhável o recurso a geotêxtil no paramento de tardo de forma a evitar os dispositivos complementares, pois poderá ocorrer a colmatação do geotêxtil e, conseqüentemente a criação de um impulso hidrostático sobre o muro. (Fernandes, 1998)

Durante a fase de execução dos muros de gabião dever-se-á ter em conta a boa disposição do material de maneira a que o arranjo do mesmo seja denso, evitando espaços vazios de grande dimensão, ou seja, dever-se-á preencher a estrutura de melhor forma para que o arranjo fique denso.

## *CAPÍTULO 2*

Os muros de gabiões são estruturas que devido à sua concepção estrutural, dispensam o recurso a escoramentos. Para além disso são estruturas que acabam por ter um carácter definitivo.

Quando se recorre a este tipo de estrutura para conter de contenção de terras, a geometria é definida por módulos de comprimento de 1m, 2m e 3m de comprimento ou até mesmo 1,5m e 2,5m e, secção transversal quadrada com 1m de aresta.

## CAPÍTULO 3

### CASOS DE ESTUDO

#### 3.1 PREÂMBULO

Neste capítulo será feita uma descrição das principais atividades desenvolvidas no estágio, nomeadamente o estudo de dois casos de obra:

- Caso 1 - Prolongamento/ligação da Rua Eng.º Adelino Amaro da Costa e a Rua D. Pedro V da cidade de Vila Nova de Gaia;
- Caso 2 - Prolongamento da Rua Igreja do Paraíso, na freguesia de vilar de Andorinho.

No estudo dos dois casos, analisaram-se as características geotécnicas dos materiais identificados nos respetivos relatórios de prospeção e faz-se o estudo de possíveis soluções para as fundações dos arruamentos, sendo estes descritos nos parágrafos seguintes com o maior detalhe.

#### 3.2 LIGAÇÃO DA RUA ENG.º ADELINO AMARO DA COSTA E A RUA D. PEDRO V (CASO PRÁTICO 1)

##### 3.2.1 Localização

O caso em estudo localiza-se na zona de Mafamude e Vilar do Paraíso, no centro urbano da cidade de Vila Nova de Gaia, e pretende-se estabelecer uma ligação da Rua Eng.º Adelino Amaro da Costa e Rua D. Pedro V. O prolongamento a ser realizado está sinalizado a vermelho na Figura 3.1. A extensão total a ser concebida não ultrapassa os 50 metros de comprimento. Para esta obra foi realizado um estudo para determinar qual o processo mais adequado a ser implementado para otimizar o solo de fundação. Para este arruamento já foi realizado um estudo geotécnico do local que será exposto, em pormenor nos itens seguintes. O arruamento já apresenta um traçado tipo do possível trajeto de ligação entre ambos

os arruamentos. Na Figura 3.2 é visível o traçado e, também todos os materiais a serem utilizados para a via.



Figura 3.1 – Planta de Localização do caso prático.



Figura 3.2 – Planta do Traçado a ser implementado para estabelecer a ligação entre a Rua D. Pedro V e a Rua Amaro da Costa.

### 3.2.2 Prospecção Geotécnica

Neste projeto foi realizado, *a priori*, uma prospecção geotécnica idealizada pela empresa Geoprolífero, remetente aos dias 25 e 26 de Novembro de 2015 (ver Figura 3.3 – Ensaio de Prospecção realizado), com o objetivo de se obter um reconhecimento lito-estratigráfico e uma caracterização geotécnica dos terrenos existentes na área de afetação do Projeto, com intuito de fornecer à equipa projetista, parâmetros úteis para a escolha da técnica de fundações a ser adotadas para o dimensionamento da fundação da via, e eventuais muros de suporte de terras, em betão armado ou gabiões, e taludes de aterro ou escavação.



Figura 3.3 – Ensaio de Prospecção realizado.

A prospecção geotécnica foi executada com recurso a um amostrador de Terzaghi (identificado na Figura 3.4), de reconhecida aplicabilidade na caracterização geomecânica de solos, e exerce um impacto no solo provocado por uma massa de 63,5 kg (Penetrómetro semi-automático TECSO PILCON) a partir de uma altura de queda de 76 cm. Este procedimento, para além de possibilitar a recolha de uma amostra integral do terreno ensaiado, permite retirar características de comportamento mecânico, do material, tais como: ângulo de atrito interno, coesão, módulo de deformabilidade, tensão de contacto admissível, entre outros.



Figura 3.4 – Amostrador de Terzaghi utilizado durante os ensaios.

Geralmente, os primeiros 15 cm são desprezados, para possíveis de descompressões do terreno causado pela perfuração. No caso de se atingir a nega na cravação desses primeiros 15 cm, atribui-se a designação de “nega na 1ª fase”.

Normalmente só se procede à contagem do número de pancadas para os 30 cm seguintes (só quando se atinge material de melhores resistência é que se contabiliza as pancadas dos primeiros 15 cm), ou seja, avalia-se o número de pancadas necessárias para que o amostrador penetre no terreno 30 cm –  $N_{SPT}$ . A nega do ensaio ocorre quando a soma das pancadas necessárias à penetração dos 30 cm é igual ou superior a 60 pancadas, verificando-se nesse caso o comprimento da penetração no terreno. Assim que se verificam três negas consecutivas (muitas vezes idealizado com intuito de confirmar que não se

atravessou um extrato de resistência superior em que possa induzir a erros na classificação do terreno), o ensaio é finalizado.

Imediatamente após a conclusão do ensaio SPT procede-se à retirada da amostra, estabelecendo-se todos os requisitos necessários para a possibilitação de uma boa classificação do solo. Os moldes são armazenados de forma sequencial, na respectiva caixa de sondagem.

No tratamento dos resultados obtidos nos ensaios SPT, devido ao utilizar-se um pilão do tipo “PILCON”, que mobiliza, de acordo com o fabricante, uma Energia efetivamente mobilizada pela massa do pilão ( $E_{rr}$ ) de cerca de 60%, leva a que haja uma adaptação do valor da sua força exercida por correlações, com aceitação internacional. Posto isto, e para o efeito de cálculo, apenas se considera a seguinte relação:  $N_{SPT}=N_{60}$  e não a sua total energia.

No local foram realizadas cinco sondagens, como se pode verificar pela Tabela 3.1, idealizadas em profundidades de 1,50m em 1,50m, ou seja, as sondagens consistem em furar-se 1,50m de profundidade e, de seguida, realiza-se um ensaio. Após a sua conclusão, perfura-se de novo, 1,50m e executa-se um novo ensaio

O procedimento descrito no parágrafo anterior realiza-se até se atingir a “nega”. Para o caso das sondagens **S1**, **S2**, **S3**, **S4** a “nega” foi atingida aos 9,00m de profundidade. Para a sondagem 5 (**S5**) a “nega” só se verificou à profundidade 13,50m. Na Tabela 3.1 apresenta-se os resultados dos ensaios de penetração dinâmica.

Para o caso da sondagem (**S1**), a nega foi contabilizada na 1ª fase, pois o material superior já apresentava melhores características de resistência, portanto considerou-se o número de pancadas nesta fase.

Tabela 3.1 – Resultados dos ensaios de penetração dinâmica, SPT.

Sondagem	Profundidade de Ensaio (m)	Penetração (cm)	Terreno	1ª Fase	2ª + 3ª Fase
S1	1,5	45	Aterro	1	4
	3	45	Granito decomposto	6	36
	4,5	45	Granito decomposto	7	43
	6	36	Granito decomposto	9	60
	7,5	33	Granito decomposto	17	60
	9	14	Granito decomposto	60	
S2	1,5	45	Aterro	1	3
	3	45	Argila lodosa	1	2
	4,5	45	Argila lodosa	1	6
	6	32	Metasedimentos decompostos	16	60
	7,5	31	Granito decomposto	17	60
	9	29	Granito decomposto	29	60
S3	1,5	45	Aterro	7	8
	3	45	Argila lodosa	1	2
	4,5	45	Argila lodosa	1	2
	6	34	Granito decomposto	17	60
	7,5	28	Granito decomposto	23	60
	9	8	Granito decomposto	60	
S4	1,5	45	Aterro	2	5
	3	45	Metasedimentos decompostos	9	22
	4,5	45	Metasedimentos decompostos	10	29
	6	42	Metasedimentos decompostos	14	60
	7,5	38	Granito decomposto	22	60
	9	31	Granito decomposto	29	60
S5	1,5	45	Aterro	1	5
	3	45	Granito decomposto	6	31
	4,5	45	Granito decomposto	10	31
	6	45	Granito decomposto	11	37
	7,5	45	Granito decomposto	13	40
	9	45	Granito decomposto	16	30
	10,5	44	Granito decomposto	19	60
	12	30	Granito decomposto	23	60
	13,5	25	Granito decomposto	37	60

### 3.2.3 Classificação da Sociedade Internacional de Mecânica das Rochas (S.I.M.R) para o parâmetro “Grau de Alteração”

A classificação seguinte distingue as rochas segundo o seu grau de alteração que estas apresentam perante as erosões que foram sofrendo ao longo do tempo. Os materiais são então referenciados por seis classes distintas ( $W_1$  a  $W_6$ ), de acordo com o maior ou menor grau de alteração que sofreram. De entre os diversos patamares, os correspondentes aos graus de alteração  $W_5$  e  $W_6$  referem-se a solos (rocha que sofreu graves mudanças na sua constituição, sendo praticamente irreconhecível a sua textura primordial), os restantes correspondem ao corpo lítico (rocha) propriamente dito. Na Tabela 3.2 é apresentado com detalhe cada grau de alteração e quais as principais características visuais que se delineiam quando se observa uma dada rocha.

Tabela 3.2 – Parâmetro de “Alteração” das rochas (Classificação S.I.M.R.).

Grau	Designação	Características Principais	S.M.I.R
VI	Solos	A textura da rocha não é reconhecível, as zonas mais superficiais contêm húmus e raízes de plantas. Instável em taludes quando a cobertura é destruída	$W_6$
VI	Rocha completamente alterada	A rocha está completamente decomposta pela alteração de que sofre no local, mas a textura original é ainda visível. Quando a rocha-mãe é o granito, os feldspatos originais estão completamente alterados em minerais de argila, não sendo recuperada como testemunho de sondagem em furos à rotação normal. Pode ser escavada à mão. Não pode ser utilizada como fundação de barragens de betão ou de grandes estruturas. É possível empregar-se como fundação de barragens de aterro e como aterro. É instável em cortes muito altos e abruptos. Requer proteção contra a erosão.	$W_5$
IV	Rocha muito alterada	A rocha está tão enfraquecida que mesmo grandes fragmentos são facilmente partidos ou esmigalhados à mão. Por vezes é recuperada como testemunho de sondagem em furos à rotação executados cuidadosamente. Apresenta coloração à limonite. Contém menos de 50% de rocha.	$W_4$
III	Rocha moderadamente alterada	Alteração considerável em toda a rocha. Possui alguma resistência: grandes fragmentos (testemunhos com diâmetro NX) não são partidos à mão. Muitas vezes apresenta coloração à limonite.	$W_3$
II	Rocha pouco alterada	Distintamente alterada na maior parte da rocha e com alguma coloração devida à limonite. Nos granitos há alguma decomposição dos feldspatos. A resistência aproxima-se da rocha sã. Mais de 90% do material é rocha. Necessita de utilização de explosivos na escavação.	$W_2$
I	Rocha Sã	A rocha sã pode apresentar alguma coloração devida à limonite em diáclases imediatamente abaixo da rocha alterada	$W_1$

### 3.2.4 Camadas Lito-estratigráficas

Tendo por base os dados obtidos pelas sondagens realizadas é possível individualizar quatro tipologias de materiais distintas. Assim, do topo para a base das sondagens tem-se:

#### 1. Aterro vegetal;

Na Figura 3.5 ilustra-se uma amostra recolhida no local, correspondente a este tipo de camadas verificadas.

Trata-se de depósito antropogénico correspondente à plataforma de regularização que abrange toda a área de prospeção. Sendo predominantemente constituída por mescla de terra vegetal silto-argilosa, com saibro granítico areno-argiloso. Contém, também, de forma pontual, fragmentos líticos de dimensão de seixo a bloco. Aparenta expressiva deformabilidade, quando em presença de algum teor de humidade. Em geral, e observando Tabela 3.1 verifica-se que não possui grande resistência de suporte ( $N_{SPT}$  Entre 2 e 8 pancadas), como é de prever, devido a ser constituído, por material vegetal, será retirada devido ao seu fraca resistência como solo de fundação.



Figura 3.5 – Amostra de aterro vegetal.

A presença desta tipologia foi detetada em todas as sondagens, nas seguintes profundidades: **S1** (dos 0.00 aos 2.00 metros); **S2** (dos 0.00 aos 1.90 metros); **S3** (dos 0.00 aos 2.10 metros); **S4** (dos 0.00 aos 2.00 metros) e **S5** (dos 0.00 aos 2.00 metros).

#### 2. Argila lodosa;

Na Figura 3.6 apresenta-se um exemplo do material. Corresponde ao horizonte aluvionar (possivelmente integrado na planície de uma linha de água, outrora a descoberto), constituído por argila lodosa com abundante matéria orgânica. Na base contém alguma componente arenosa mal calibrada. Revela elevada deformabilidade (comportamento plástico). E apresenta cor negra e fraca resistência de suporte.



Figura 3.6 – Amostra de argila lodosa.

A presença desta unidade foi detectada, apenas nas seguintes sondagens: **S2** (dos 1.90 aos 5.50 metros) e **S3** (dos 2.10 aos 5.00 metros).

### 3. Metasedimentos decompostos;

Na Figura 3.7 ilustra-se uma amostra na camada, em análise.

Trata-se de litologia metasedimentar em estado decomposto (**W<sub>5</sub>**). Corresponde a auréola de metamorfismo induzido pela ascensão crustal do maciço granítico subjacente. Granulometria areno-argilosa (fina) com expressiva componente siltosa. Evidencia textura bem preservada (muito deformada). Aspeto luzente-micáceo. E de intensa oxidação. A sua coloração é acastanhada.



Figura 3.7 – Amostra de metassedimento decomposto.

A presença desta material verifica-se apenas nas seguintes sondagens: **S2** (dos 5.50 aos 7.00 metros) e **S4** (dos 2.00 aos 7.00 metros).

### 4. Granito Decomposto;

Na Figura 3.8 apresenta-se o material recolhido durante o ensaio.

Trata-se de litologia em estado decomposto (**W<sub>5</sub>**). Predominantemente areno-argiloso. Revela avançado estado de caulinição dos feldspatos, apresentando pontualmente características “puramente cauliniticas”. Manifesta geralmente textura bem preservada. Observam-se zonas de oxidação. A sua cor é castanha-esbranquiçada. Estrato de maior resistência, e que se apresenta a maiores profundidades.

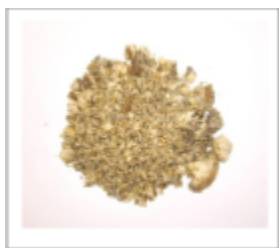


Figura 3.8 – Amostra de granito decomposto.

A presença desta unidade foi detetada em todas as sondagens nas seguintes profundidades: **S1** (dos 2.00 aos 9.00 metros); **S2** (dos 7.00 aos 9.00 metros); **S3** (dos 5.00 aos 9.0 metros); **S4** (dos 7.00 aos 9.00 metros) e **S5** (dos 2.00 aos 13.50 metros).

Durante o decurso dos trabalhos de campo detetou-se a presença de água subterrânea nas sondagens, nas seguintes profundidades. Indicadas na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 – Profundidade do nível de água subterrânea.

Sondagem	Água subterrânea Profundidade (m)
<b>S1</b>	4.50
<b>S2</b>	3.60
<b>S3</b>	3.64
<b>S4</b>	3.85
<b>S5</b>	4.36

### 3.2.5 Caracterização Geotécnica

Tendo em conta a informação disponível, a caracterização geotécnica foi estruturada segundo os seguintes parâmetros:

- Características Lito-estratigráficas;
- Grau de alteração (classificação S.I.M.R.);
- Resultados dos ensaios SPT;
- Nível de água subterrânea.

Posto isto, e tendo em mente as amostras colhidas nas sondagens de prospeção, é possível definir três zonas para as quais se preconiza um comportamento geotécnico distinto:

### 1. Zona Geotécnica “ZG3”;

De acordo com as amostras colhidas nas sondagens de prospeção, esta zona engloba os terrenos pertencentes aos materiais que apresentam um nível de fraca consistência e, de forma geral, são muito moles, tais como as zonas de aterro vegetal e argila lodosa.

A zona “ZG3” está circunscrita nas seguintes profundidades, em cada sondagem: **S1** (dos 0.00 aos 2.00 metros); **S2** (dos 0.00 aos 5.50 metros); **S3** (dos 0.00 aos 5.00 metros); **S4** (dos 0.00 aos 2.00 metros) e **S5** (dos 0.00 aos 2.00 metros).

Nesta zona foram realizados nove ensaios SPT, obtendo-se valores compreendidos entre os  $2 \leq N_{SPT} \leq 8$  pancadas, assumindo-se como média desta zona o valor de 4 pancadas. Trata-se de um horizonte com muito desfavorável comportamento geomecânico, passível de experimentar significativas deformações, mesmo quando sujeito a modestas tensões.

### 2. Zona Geotécnica “ZG2”;

De acordo com as amostras colhidas nas sondagens de prospeção, esta zona engloba os terrenos pertencentes aos materiais que apresentam um nível de compactação mediana (medianamente compactos), tais como os metassedimentos decompostos e granito decomposto.

A zona “ZG2” está circunscrita nas seguintes profundidades, em cada sondagem (não se observam em todas as sondagens): **S1** (dos 2.00 aos 6.00 metros); **S4** (dos 2.00 aos 6.00 metros) e **S5** (dos 2.00 aos 10.00 metros).

Nesta zona também foram realizados nove ensaios SPT, obtendo-se valores compreendidos entre os  $22 \leq N_{SPT} \leq 43$  pancadas, assumindo-se como média desta zona o valor de 30 pancadas.

### 3. Zona Geotécnica “ZG1”;

De acordo com as amostras colhidas nas sondagens de prospeção, esta zona engloba terrenos pertencentes aos materiais que apresentam um nível de compactação elevado (muito compactos), tais como metassedimentos decompostos e granito decomposto.

A zona “ZG1” foi verificada em todas as sondagens, nas seguintes profundidades: **S1** (dos 6.00 aos 9.00 metros); **S2** (dos 5.50 aos 9.00 metros); **S3** (dos 5.00 aos 9.00 metros); **S4** (dos 6.00 aos 9.00 metros) e **S5** (dos 10.00 aos 13.50 metros).

Na zona “ZG1” foram realizados 15 ensaios SPT, nos quais se obteve como resultados, valores de  $N_{SPT} \geq 60$  pancadas, ou seja a designada “nega”.

### *CAPÍTULO 3*

A partir dos resultados obtidos, com a informação retirada das campanhas resultantes houve a indicação dos seguintes parâmetros geotécnicos relativos às zonas geotécnicas, anteriormente descritas, que são expostas na Tabela 3.4, obtidas através de correlações correntemente utilizadas com os ensaios SPT:

Tabela 3.4 – Parâmetros geotécnicos estimados para as zonas geotécnicas caracterizadas.

Zonas Geotécnicas	ZG3	ZG2	ZG1
<b>Descrição</b>	Aterro/ Argila lodosa	Metasedimentos decompostos/ Granito decomposto	Metasedimentos decompostos/ Granito decomposto
	(muito mole)	(medianamente compacto)	(muito compacto)
<b>N<sub>SPT</sub></b>	2 a 8	22 a 43	>60
<b>Rd (MPa)</b>	4	30	("nega")
<b>Condições não drenadas:</b>			
<b>Resistência não drenada Cu (kPa)</b>	20 a 40		
<b>Ângulo de atrito, <math>\phi'</math> (°)</b>	20 a 22	35 a 38	40 a 42
<b>Coesão, <math>c'</math> (kPa)</b>	-	15 a 20	35 a 37
<b>Módulos de deformabilidade E (Mpa)</b>	(desprezável)	20 a 30	>50
<b>Peso Específico, gama <math>\gamma</math> (kN/m<sup>3</sup>):</b>			
<b><math>\gamma_0</math> Seco</b>	15 a 17	17 a 19	17 a 19
<b><math>\gamma_{SAT}</math>. Saturado</b>	17 a 19	21 a 22	21 a 22
<b>Tensão admissível (kPa)</b>	<20	150 a 200	300 a 400

De salientar que o material de enchimento das colunas de brita, a serem realizadas, devem ser constituídas por uma grande percentagem de partículas finas de forma a evitar a inclusão de material referente ao solo natural, pois poderá influenciar a estaca de brita negativamente.

Na Figura 3.9 é apresentado o local onde foram realizadas as diversas sondagens. De referir que estas sondagens ao não se localizarem todas no mesmo plano, originam a criação de dois alçados, apresentados na Figura 3.10 e Figura 3.11, nas quais se pode visualizar dois perfis interpretativos sobre os horizontes das diversas zonas geotécnicas apresentadas.



Figura 3.9 – Planta de Localização das sondagens realizadas no Prolongamento da Rua Amaro da Costa (Relatório Geotécnico da Geoprolífero).

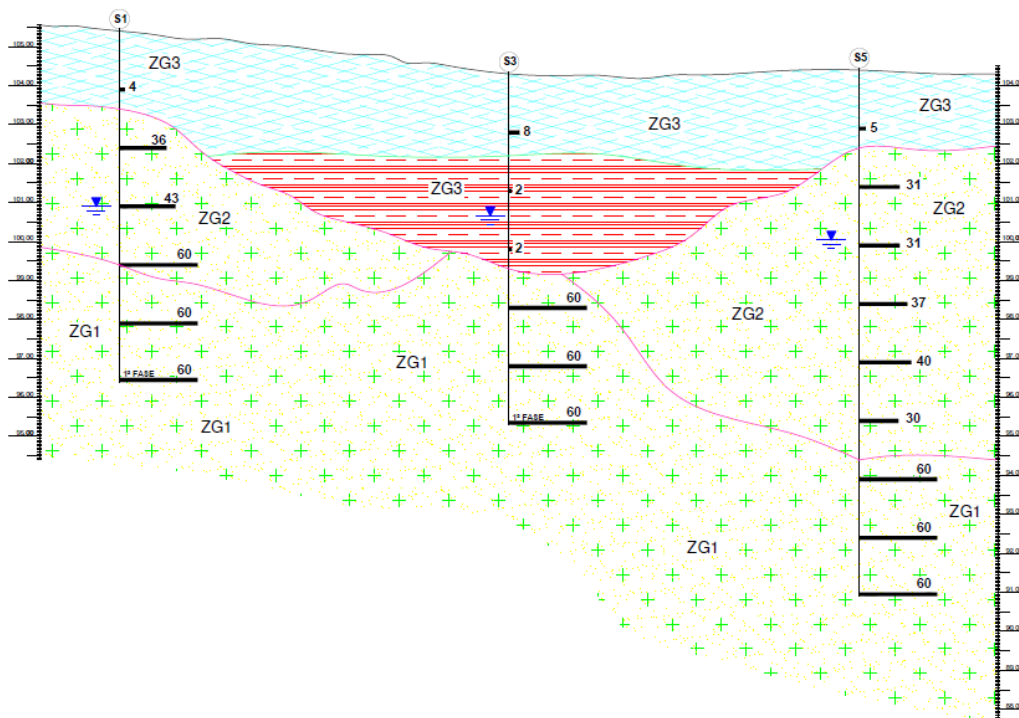


Figura 3.10 – Perfil (A-A´) relativo às sondagens S1, S3, S5 (Relatório Geotécnico da Geoprolífero).

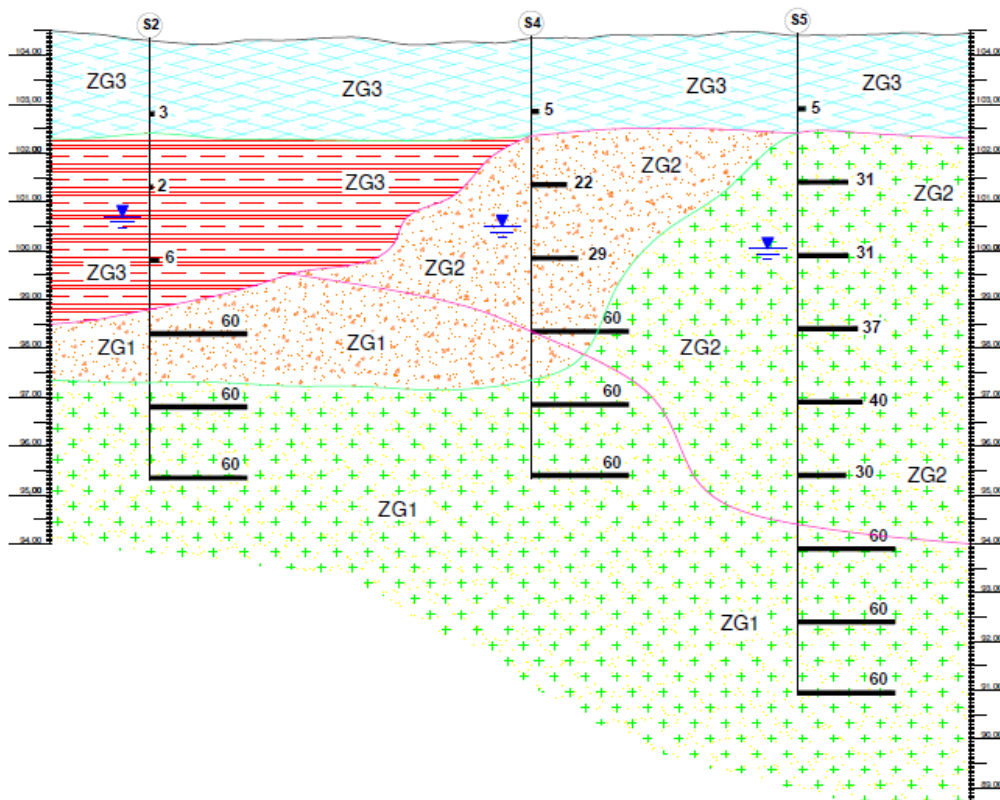


Figura 3.11 - Perfil (B-B´) relativo às sondagens S2, S4, S5 (Relatório Geotécnico da Geoprolífero).

### 3.2.6 Condicionantes do projeto

A existência de um depósito aluvionar de argila lodosa no local de implantação, do prolongamento da Rua Eng.º Adelino da Costa de resistência e insuficiente para suportar as cargas induzidas, o que levou ao estudo de uma solução capaz de reduzir assentamentos diferenciais, que possua uma resistência portante tal que suporte as tensões que lhe vão ser transmitidas e que seja permitida a realização de forma rápida e com o menor custo possível.

Como o arruamento a ser prolongado encontra-se numa zona residencial é difícil o recurso a qualquer tipo de técnica de melhoria de solo, pelos seguintes aspetos:

- Maior expropriação do terreno privado circundante, pois isso levará a maior custos de implantação da nova construção;
- Recurso a equipamentos capazes de induzir no terreno grandes vibrações e que possam condicionar os edifícios vizinhos, como por exemplo a origem de pequenas fissuras e fendas, nos mesmos;
- Extração de grandes volumes de terreno natural, e que obriga à execução de entivações ou taludes em escavação, de forma a se atingir a cota estipulada. A retirada de grandes quantidades de terra condiciona o preço total da obra e leva à necessidade de reabilitação de infraestruturas existentes na zona, no qual se pretende criar o talude em escavação.

O prolongamento que se vai efetuar, apesar de não apresentar uma extensão muito longa (aproximadamente 50 m de comprimento), exhibe algumas condicionantes que inviabilizam certas soluções. Grande parte destes problemas são causados, por um lado, pelas características específicas do terreno, e por outro, pelas propostas “amigáveis” que se vão gerando entre as diversas partes interessadas.

Em geral, nas variantes de projetos estudados pretende-se, por um lado, a estabilização do terreno superficial, pois existem desníveis entre a cota da rasante e a linha do terreno natural existente e, por outro lado, pretende-se a consolidação do terreno para que não ocorram assentamentos excessivos, nem que estes sejam diferenciais e que possam causar condicionamentos no normal funcionamento da infra-estrutura. Os entraves subdividem-se, então, em dois grandes grupos, que são:

- a) Condicionantes no terreno de implantação do arruamento:
  - A existência de uma camada de argila lodosa leva a que o terreno não possua uma resistência suficiente para suportar as cargas induzidas pela nova infra-estrutura a ser realizada. Em geral, está-se perante um material de fraca resistência, com um valor de

SPT médio de 4 pancadas, o que torna inviável a realização desse prolongamento, sendo esse o principal motivo para a implantação de uma solução que seja capaz de resistir aos esforços transmitidos pelo novo arruamento. O depósito aluvionar argiloso situa-se a cerca de 2m de profundidade, com espessura variável não superior a 6m (no ponto mais crítico), localizando-se este ponto próximo do perfil transversal P3 e com uma extensão de cerca de 30m;

- Presença de um aqueduto subterrâneo da Serra do Pilar que atravessa o local de implantação do arruamento, sendo esta proveniente de uma mina de captação de água utilizada pelo exército português, identificado na Figura 3.12. Este fator acaba por dificultar a realização de uma possível intervenção, já que dever-se-á ter em conta esta infraestrutura para que não haja um sob recarregamento da estrutura. Como o terreno esta sujeito a um maior peso, caracterizado pelo aumento do volume de terras ai depositado, para se atingir a cota da rasante, esse aumento poderá causar risco para a estrutura subterrânea, na qual a água flui. O atravessamento deste aqueduto subterrâneo influencia negativamente, a aplicação de soluções de consolidação;

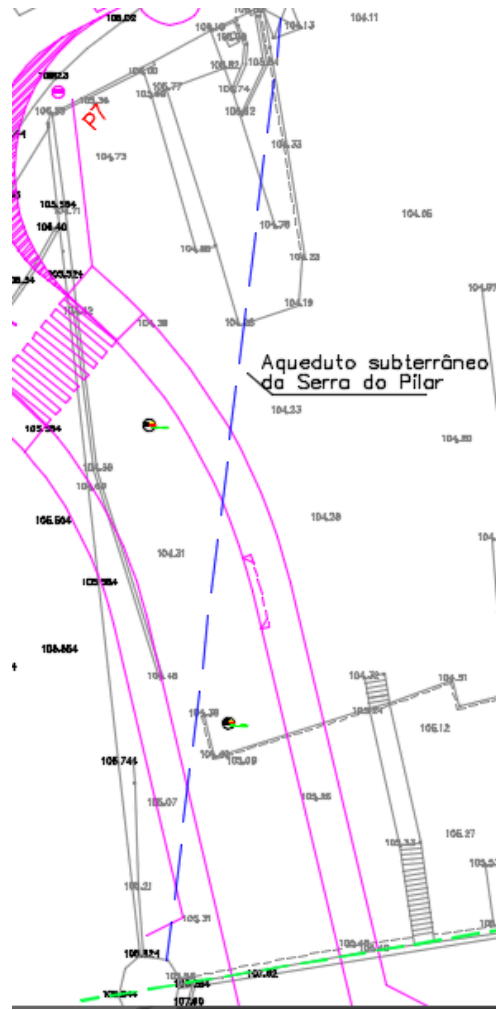


Figura 3.12 – Planta de localização do aqueduto subterrâneo, indicado a azul tracejado (planta topográfica).

- Existência de um óculo (ver Figura 3.12), muito próximo do traçado da estrada a ser realizada, que serve para que sejam feitas manutenções periódicas, ao aqueduto subterrâneo de transporte de água para a Serra do Pilar que se encontra em uso exclusivo pelo exército português. Como a cota da rasante irá aumentar cerca de 2m em relação ao terreno natural existente, se não se prever uma estrutura de suporte as tensões que serão transmitidas pelo volume de terras e pela nova infraestrutura, estas irão descarregar diretamente na parede do óculo, podendo causar problemas no funcionamento do mesmo. Por outro lado, terá de se criar um espaço suficiente para que se possa ter acesso ao óculo, devido à entrada, para o mesmo se encontrar à cota do terreno natural. Portanto, deverá antecipar-se, para além de um muro de suporte, também uma escada técnica para que sejam previstas as manutenções necessárias. Na Figura 3.13 demonstra-se o desnível existente entre o futuro prolongamento da rua, bem como a forma como se acessa ao interior do óculo. Outro ponto a salientar é o

próprio estado em que este óculo se encontra, já que pelo aspeto exterior parece ser muito antigo, todavia como não se teve acesso ao mesmo não se consegue saber qual o estado do interior. Portanto, posto isto, acaba por de se ter de considerar uma técnica que não gere grandes vibrações no terreno e que possa desencadear um colapso da estrutura e de uma parte do ramal de transporte de água.



Figura 3.13 – Entrada para Óculo do aqueduto subterrâneo.

b) Condicionantes no terreno privado:

- Expropriação de terreno, ou seja, executar estruturas que estabilizem, a diferença de cotas que se vai gerar entre a rasante da estrada e o terreno natural, sem necessitarem de ocupar mais terreno. Isto acarreta alguma cautela na escolha de uma estrutura de estabilização, pois se se optar por um talude em aterro, apesar de ser muito menos dispendioso, obriga a uma ocupação de maior área de terreno que poderá não ser possível expropriar;
- Drenagem da água pluviais, retidas no terreno privado, pois como se encontra a uma cota inferior ao arruamento existente, a única forma de efetuar a drenagem da mesma era por escoamento realizado a partir de tubagem executada no muro de separação entre o terreno em questão e o terreno envolvente, no qual se pretende implementar o arruamento futuro, visto que este se encontrava a uma cota inferior, como se pode visualizar na Figura 3.14. Portanto, com a nova implementação, o terreno privativo fica a uma cota inferior, impedindo o escoamento de se realizar do mesmo modo, já que o corpo do aterro irá criar uma barreira, à sua passagem. Como forma de solucionar este problema apenas se colocam duas soluções plausíveis, que são: a criação de uma central de bombagem da água vença o desnível, positivo, imposto pela nova obra a ser realizada, sendo o pagamento da energia, consumida pelo equipamento, feito pelos

proprietários do referido terreno; ou a idealização de uma ramal de ligação que escoe a água diretamente para a rede de águas pluviais pública. Como a cota da rasante encontra-se a uma cota superior, a ligação deverá ser feita numa cota no qual a soleira da caixa de visita esteja a uma cota inferior à cota do terreno no interior do jardim da moradia. Por vezes esta solução não é aplicada, já que existe uma lei que impede a ligação de ramais provenientes de uma zona privada diretamente para a caixa de visita, do ramal público, devido a problemas que possam surgir se houver um entupimento do ramal principal de águas pluviais, existindo assim um retorno das águas, inundando o pátio da vivenda. Todavia, esta solução foi tida em atenção, admitindo-se a colocação de uma válvula antirretorno como forma de bloquear a passagem das águas para montante do novo ramal a implementar;



Figura 3.14 – Mecanismo de escoamento de água do terreno privado.

- Retirada de a menor quantidade de terreno possível, já que, tal como foi referido, anteriormente, como se pretende realizar taludes em escavação para prevenção de possíveis desmoronamentos, das, por falta de estabilidade. Quanto maior for a quantidade de terreno retirado maior será a área abrangida para a implantação desses mesmo taludes, levando a que se tenha de modificar os terrenos de fundação, que são do privado e, como as suas áreas superficiais se encontram pavimentadas, existe a necessidade de realizar novo pavimento como substituição do destruído, encarecendo a obra.

### 3.2.7 Particularidade analisadas das soluções

Como foi referido, foram estudadas algumas soluções peculiares, com vista a alterar o terreno de forma a criar condições, de suporte, tais que esteja apto a resistir aos esforços induzidos pela nova construção. Para tal houve a necessidade de adequar cada técnica de modo fosse eficiente ao às características locais.

Apesar de no estudo de prospeção geológica indicarem uma possível solução de micro-estacas, esta mesma acabou por ser rejeitada, já que levava a grandes despesas orçamentais.

Neste ponto, pretende-se expor todo o conjunto de atividades que foram realizadas e quais as razões por se optar por uma delas. Cada solução apresenta características peculiares que devem ser salientadas.

Durante o decorrer do estágio houve a análise de duas vertentes distintas para encontrar a solução que mais se adequava ao caso em estudo. Os objetivos eram as seguintes:

- Consolidação do terreno de fundação para a consolidação do solo de fundação, foram estudadas diversas propostas que consistiam:
  - Na realização de colunas de brita com um dado espaçamento, tanto longitudinal como transversal, e outros fatores que serão apresentados com maior detalhe nos parágrafos seguintes;
  - Na execução de uma estrutura de betão armado que assente em estacas de betão armado (moldadas “in situ”), sendo as últimas espaçadas de forma a se verificar as condições de segurança estruturais;
  - Retirada da camada de argila lodosa que se encontra confinada, substituindo-a por outra com capacidade suficiente para resistirem aos esforços que lhe serão transmitidos, pelo arruamento;
  - Saneamento de um metro de argila lodosa e a sua substituição por uma brita de grandes dimensões, entre empreiteiros, de “rachão”, como forma de distribuir as tensões provocadas pela estrutura a ser implementada, reduzindo substancialmente os assentamentos diferenciais. De salientar que, ao longo deste relatório ira-se utilizar as nomenclaturas, de brita de grandes dimensões, material britado, calhau e “rachão” ou de ponto de vista de geotécnica, enrocamento para se referir à camada de “rachão” que se vai utilizar como solução de reforço do solo de fundação.

- c) Estabilização do terreno superficial para a estabilização do terreno, devido a possuir uma cota superior ao envolvente há a necessidade de estudar uma solução capaz de transmitir as tensões horizontais geradas por esse volume de terras. Portanto, tendo em conta essa situação foram estudados três casos:
- Execução de muros de suporte em betão armado – Devido a ser uma estrutura capaz de resistir aos impulsos e possui a vantagem de não haver a necessidade de expropriar uma maior área de terreno;
  - Elaboração de taludes em aterro – Apesar de levar a uma maior área de expropriação, acaba por ter a vantagem de ser mais fácil de implementar, levando, por sua vez, a menores custos de execução;
  - Criação de um muro de suporte de gabiões – Técnica que se adapta com facilidade ao terreno circundante e que possui um bom desempenho na sua implementação, desde que sejam tomadas todas as providências necessária para o seu correto funcionamento.

Tendo em conta as técnicas acima descritas foram realizadas nove soluções possíveis, no qual se estudou cada técnica utilizando uma das presentes em cada vertente, ou melhor, utiliza-se um processo de consolidação do solo de fundação, a título de exemplo, as colunas de brita, e um pertencente à estabilização do terreno superficial, os muros de suporte, e avalia-se o tempo necessário para a sua execução, bem como o preço total admissível para a sua concretização.

A retirada da bolsa de argila lodosa e a sua substituição por material de aterro, de características especificadas no caderno de encargos, apesar de ter sido considerada numa primeira fase, acabou por ser excluída, já que seria dispendioso, levando à execução de entivações, ou à criação de taludes em escavação de grande amplitude que trariam custos demasiado onerosos.

Esta hipótese, também foi descartada, pois a criação do enrocamento (“rachão”), como forma de substituir um metro do depósito aluvionar, apresentando características idênticas e recorre em custos inferiores de implantação.

Em cada uma das soluções estudadas teve-se em atenção a certos fatores que levassem a que a metodologia adotada tivesse condições de suporte suficientes para conter as tensões da estrutura como forma de que não causem qualquer tipo insegurança para os utentes que, no futuro, irão utilizar a construção.

Portanto, e tendo em conta o dito anteriormente, para cada uma das soluções estudadas analisou-se os parâmetros essenciais a ter em participação para a escolha da melhor metodologia, sendo que em certos casos utilizou-se valores análogos, retirados de casos que apresentavam características idênticas ao analisado.

Muitas das soluções apresentadas, tal como foi referenciado, não foram sujeitas a um pré-dimensionamento prévio, no entanto, usou-se, a título de comparação, situações em obra idênticas às que são expostas no trabalho e utilizou-se parâmetro (diâmetro do furo da coluna de brita, espaçamento, transversal e longitudinal das britas, entre outros, estudados nos parágrafos seguintes) semelhantes para o caso em estudo. Uma das soluções, a qual se considerou como base, de uma outra obra, foi a consolidação por colunas de brita. Para esta solução, e para que a técnica estivesse em conformidade para suportar as cargas induzidas pelo terreno, a mesma possuirá as seguintes propriedades:

- Um diâmetro de estaca igual a 1m, tal e qual como o caso comparativo que foi facultado, pela câmara, sendo que, em geral, este valor será suficiente para que o terreno tenha, juntamente com as colunas de brita, capacidade para sustentar as cargas;
- O espaçamento entre colunas, tanto longitudinal, como transversal deverá ser equivalente a 2m, distância, obtendo-se um área de substituição, de solo, equivalente 19,6%, como se pode verificar na expressão (3.1) e (3.2);
- O número de colunas a realizar, para assegurar o bom funcionamento do arruamento, é igual a 146, sendo que as colunas de brita possuem, em média, aproximadamente, igual a 5,5m, sendo este número, de estacas de brita, distribuído por um desenvolvimento de quarenta e cinco metros, variando o número, transversalmente entre 4 a 9 colunas;
- A brita que forma o “corpo” da estaca deve possuir as características estipuladas pela regulamentação como material de enchimento próprio para o caso em estudo; deverá ser feita a furação, e seu posterior enchimento de pelo menos 2m de profundidade, em solo de boas características, como forma de aumentar a segurança do mesmo, garantindo melhorar a sua resistência.

$$A_{coluna\ de\ brita} = \pi \times r^2 \quad (3.1)$$

Obtendo-se uma área de coluna de brita igual a 0,785m<sup>2</sup> para um raio de 0,5m.

$$A_{solo\ não\ substituído + área\ da\ coluna\ de\ brita} = L^2 \quad (3.2)$$

Sendo L igual a 2m, obtendo-se um valor de área da coluna brita e de solo não substituído igual a 4m<sup>2</sup>. Dividindo o valor da área de coluna de brita pelo valor da área de solo não substituído e de área da coluna de brita, obtém-se uma área substituída igual a 19,6%.

A substituição de 1m de espessura de argila, por uma brita de grandes dimensões serve para que haja uma maior homogeneização das cargas, ou melhor, esta camada acaba por distribuir os esforços que lhe são transmitidos, diminuindo os assentamentos diferenciais sem que seja necessário a retirada de todo

o estrato de argila (lodosa). Esta metodologia é muito recorrente quando se deseja consolidar um solo, no qual se pretende obter custos reduzidos. Um dos grandes inconvenientes no recurso a esta técnica é o facto de não se a implementar estruturas que descarreguem no terreno grandes cargas pontuais. Uma dessas estruturas são os muros de suporte, já que induzem grandes esforços e, levam a deslocamentos transversais do terreno. A forma mais comum de correção destes problemas é a criação de uma camada de “rachão” que abarque uma maior largura, para melhor apoio do muro de suporte e as tensões transmitidas ao estrato de argila sejam reduzidos.

### 3.2.8 Estudo prévio de três soluções – condicionantes

Este estudo tem como principal função analisar os seguintes aspetos:

- Qual das técnicas a estudar que melhor se adequa à situação concreta (mobilidade, facilidade de circulação de veículos pesados, qual das técnicas implica um menor número de maquinaria pesada);
- Qual das técnicas leva a um menor custo, orçamental, de implementação;
- Qual das metodologias apresenta uma maior segurança e estabilidade para o arruamento;
- A que leve a menores custos e menor tempo de execução.

Tal como já foi explicitado, existem diversas metodologias a serem utilizadas para se resolver os problemas do terreno de fundação, de suporte das cargas inerentes ao pavimento rodoviário. Neste projeto, e tal como já foi referenciado, irá dar-se relevância a três soluções distintos, que são:

- Retirada de uma percentagem da camada de argila (espessura de 1m) e sua substituição por uma camada de cascalho grosseira como forma de redistribuir as cargas da via, minimizando os seus deslocamentos diferenciais;
- Execução de colunas de brita, para que em conjunto com o solo, sejam capazes de, suportar as cargas, provenientes dos veículos, que serão transmitidas para o pavimento;
- Realização de uma estrutura de betão armado apoiada em estacas moldadas *in-situ*, evitando-se assim a retirada do material lodoso que acarretaria grandes custos na obra, com a possibilidade de se realizar esta estrutura, ficando o pavimento “suspenso”, sem contato direto com o estrato de fraca resistência.

Dentro de cada uma das soluções, vão-se estudar estruturas de contenção de terras, às quais não será dado tanto ênfase, visto que o tema do relatório incide, maioritariamente, na estabilização do solo de

fundação. Por outro lado, estas estruturas serão realizadas pela necessidade que existe em transmitir os esforços horizontais que se vão verificar pelo desnível entre o arruamento e diversas zonas adjacentes.

### **Solução 1 - Execução de um conjunto de colunas de brita**

As colunas de brita, devido ao seu grau de melhoramento que apresentam quando colocadas em terrenos de fraca resistência portante, é considerada como uma técnica ótima a ser utilizada no terreno no qual se vai implementar o prolongamento do arruamento.

Como já foi exposto neste relatório, não houve um estudo minucioso para se chegar as características da coluna de brita, tais como o tipo de material a ser utilizado, o equipamento para realização da compactação, o seu espaçamento, a sua profundidade, entre outros fatores. No entanto, utilizou-se como uma outra obra, onde o terreno apresentava materiais de resistência muito equivalente às que se observaram neste projeto:

- Um diâmetro de estaca igual a 1m, tal como foi utilizado no projeto comparativo, 1m de diâmetro de coluna será, em princípio, suficiente para “criar” um apoio estável no terreno de fundação;
- Um espaçamento entre colunas de brita de 2m (malha quadrada);
- Profundidade média igual a 5,5m. A camada lodosa apresenta diferentes espessuras sob o desenvolvimento do futuro arruamento;
- Como forma de garantir uma maior segurança da metodologia, as colunas deverão ser realizadas em toda espessura da camada argilosa prolongadas de 2m em terreno de grande resistência mecânica, apresentando um melhor desempenho no suporte de cargas provenientes do pavimento rodoviário;
- Vai ser realizada apenas na zona da camada lodosa, ou seja, como esta camada não se prolonga em toda a extensão do novo arruamento, as colunas de brita serão apenas, realizadas na mesma e na envôlvia (acrécimo de 5m para cada um dos lados como forma de garantir grande resistência do solo de fundação, evitando assim o efeito de material próximo de fraca resistência;

- Colocação de uma camada de 20cm de espessura de brita grosseira no topo das colunas, criando uma laje de redistribuição de cargas ao conjunto coluna mais solo natural, criando-se assim uma base mais estável, tal como é apresentado na Figura 3.15;

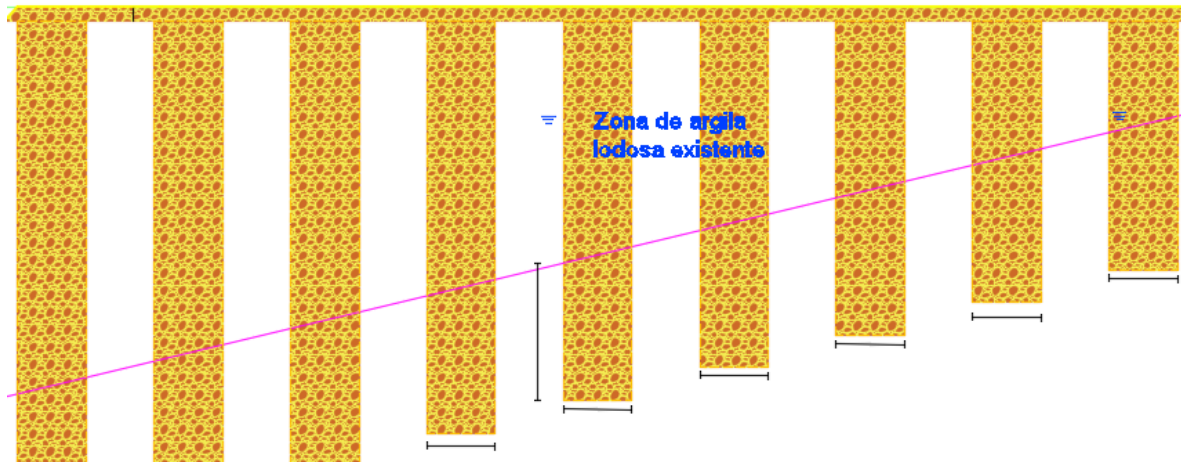


Figura 3.15 – Secção transversal de um conjunto de estacas de brita, com a respetiva camada de 20 cm.

- Colocação de uma camada de geotêxtil, de alta resistência, no topo da camada de brita grosseira, com vista a drenar possíveis águas que se possam aí acondicionar;
- O material de enchimento não tem qualquer especificação, mas deverá possuir boas características com intuito de viabilizar a solução.

Para além da própria configuração das colunas e das suas características, outro aspeto que possui uma grande relevância quanto à funcionalidade da metodologia é a área que será sujeita a um “melhoramento”. Isto é, como forma de aumentar o desempenho da técnica, a largura que será sujeita a intervenção é muito importante, já que por si só uma coluna, ou um pequeno grupo de colunas, em nada trarão de melhorias num arruamento muito largo. Portanto, tendo isto em mente, optou-se por otimizar toda a área do arruamento (passeio e arruamento), acrescido de um metro, evitando assim a existência de solo de fraca resistência na envolvente da camada argilosa.

Posto isto, as colunas de brita serão realizadas numa extensão de 45m, variando o número transversal de estacas de 4 a 9 e serão colocadas um total de 146 colunas dispersas pela zona que, por um lado afeta a camada de, tal como se pode observar na Figura 3.16.



Figura 3.16 – Localização do conjunto de colunas de brita. Camada de brita destacada a amarelo.

De destacar a existência do aqueduto pode inviabilizar esta hipótese, pois como estas estão espaçadas de 2m, formando malhas quadradas, se o aqueduto se encontrar muito próximo da superfície (admitindo que se encontra na zona argilosa) há uma grande possibilidade de algumas das colunas intersectarem com o aqueduto, destruindo-o por completo. Por outro lado se este se encontrar a uma cota inferior o bolbo de pressões gerado no final de cada estaca, mesmo que pequeno, poderá gerar tensões suficientes para ocorrerem deslocamentos no aqueduto, algo que não poderá ser verificado.

### Solução 2 – Viaduto em Betão armado

A execução do viaduto de betão armado surgiu da necessidade de encontrar uma solução que não fosse a substituição total da camada de argila. Apesar de está não ser observada numa enorme extensão, possui uma grande profundidade em certos pontos (4m no ponto mais desfavorável), o trabalho necessário para se retirar toda a camada seria muito desvantajoso, em termos económicos, pois a

retirada de grandes quantidades de material lodoso implicam, para diferenças de cotas muito elevadas, a criação de estruturas provisórias de acondicionamento das terras vizinhas, ou melhor, seria necessário recorrer as entivações para suportar as terras envolventes.

O estudo realizado para a estrutura de betão armado, bem como as estacas de betão armado incidiram sobre as seguintes características:

- O método de execução de estacas é a técnica de estacas moldadas “*in situ*”;
- O diâmetro das estacas é de 0,5m valor suficiente para suportar com os esforços provenientes da superestrutura;
- Número de estacas de betão armado realizadas será igual a 18, distribuídas numa extensão de 45m, sendo espaçadas transversalmente de 6,5m (largura da via rodoviária) e a distância longitudinal varia entre os 5m e os 3m.;
- A laje foi pré-dimensionada segundo a (3.3):

$$h \cong \frac{L}{30} \quad (3.3)$$

No qual, o  $L$  é igual vão da Laje que neste caso será igual a 5m, para o trecho mais gravoso, pois tem-se troços mais curtos, no entanto o que se pretende verificar é se a viga tem capacidade de sustentar a laje sem entrar em rotura, o que leva a ser analisado o tramo mais gravoso. Com este valor obtém-se uma altura aproximada igual a 16,7 cm.

Como o número obtido poderá ser um pouco pequeno para suportar as cargas induzidas pelos veículos do arruamento decidiu-se optar por uma espessura de laje igual a 20 cm.

- A viga longitudinal foi pré-dimensionada segundo a equação (3.4):

$$h \cong \frac{L}{12} \text{ a } \frac{L}{10} \quad (3.4)$$

De ressaltar que para o cálculo optou-se pelo valor que levava a uma maior altura de viga. Na equação (3.4) o valor do  $L$ , corresponde ao vão do troço da viga analisado que será, tal como na laje, correspondente ao tramo mais condicionante (o maior). Posto isto, substituindo a incógnita “ $L$ ” por 5m (trecho mais gravoso existente!) obtém-se na (3.5) o seguinte valor para a altura de laje:

$$h \cong \frac{5}{10} \cong 0.5m \quad (3.5)$$

Apesar de se ter obtido um valor de altura de viga igual a 0,50m, no tramo entre o Perfil P5 e P6 o valor da altura da viga deveria ser inferior, por forma a não se ter de extrair nenhuma quantidade de terreno. Como o acima citado é impossível de ser realizado ter-se-á de nessa zona proceder a extração de terreno, ou colocar uma viga soterrada no solo

Para a largura da viga atribuiu-se um valor de 0,5m, constante em todo o comprimento da estrutura, tanto de um lado como do outro.

- Por último, a profundidade das estacas deve ser de forma a que, as mesmas, estejam cravadas em solo de boas qualidade de pelo menos 2m, com vista a aumentar a resistência de ponta, podendo este valor ser superior, como forma de equiparar a profundidade das estacas. Neste trabalho teve-se o cuidado de cravar as estacas à mesma profundidade para que o bolbo de pressões que se gera, no solo abaixo do fuste, não condicione a estaca vizinha.

Esta estrutura seria realizada na parte mais desfavorável do arruamento ,que consiste na parte relativa à existência da camada de argila, e seria composta pelos seguintes elementos de betão armado:

- Uma laje de betão armado com 20cm de espessura (ver parágrafo anterior, relativo ao pré-dimensionamento da estrutura);
- Esta laje será assente em duas vigas longitudinais à largura do pavimento rodoviário com uma altura de viga de 70cm para a maioria dos trechos;
- Estacas de betão-armado moldadas *in situ*, com um diâmetro de 50cm, espaçadas de forma a se verificar as condições de pré-dimensionamento, isto é, o espaçamento entre elas não é constante em toda a sua extensão, devido ao tramo mais desfavorável que exige um espaçamento não superior a 3m;
- Pilares em betão armado para se atingir a cota do tabuleiro da estrutura, como forma de transmitir os esforços provenientes da viga para a estacaria. O pilar terá a mesma configuração do que as estacas possuindo um diâmetro de 50cm.

De salientar que a estacaria deverá penetrar 2m em terreno de boas condições e deverão possuir o mesma cota de base, ou melhor, como as estacas estarão dispostas duas a duas (transversalmente) o bolbo de tensões na base, para que não haja a criação de tensões laterais.

A solução consiste na colocação da estrutura de betão armado 45m.A estrutura será desenvolvida por duas vigas longitudinais seccionadas por um conjunto de 18 pilares, sendo estes assentes em fundações indiretas, previamente executadas, correspondentes às estacas moldadas *in-situ*. De salientar que o distanciamento irregular dos pilares, longitudinalmente deve-se, primeiro, como já foi referido

anteriormente, para que a estrutura no tramo mais condicionante fosse verificada (ver ponto 3.2.7) e, também, para que o mesmo não intersete o aqueduto existente no local.

Outro ponto importante é o facto de haver uma necessidade de se reforçar a estrutura de transporte de água. É desconhecida a sua posição altimétrica (cota) e por outro lado, se está estiver a uma cota muito profunda, no qual a possibilidade de ser intersetada pela estaca é muita baixa, ainda existe o agravante de o bolbo de pressões gerado para afetar o aqueduto. Portanto destacam-se duas formas de resolver este problema que são:

- Modificar a posição do mesmo, criando um novo ramal adjacente por onde a água possa circular no futuro;
- Ou uma estrutura de reforço para assegurar a sua estabilidade.

### **Solução 3 - Saneamento de 1m de argila lodosa e sua substituição por uma camada de cascalho**

Este método foi estudado como forma de otimizar o custo total da obra, sem que houvesse a necessidade de retirar toda a camada de argila lodosa existente, ou seja, o pavimento rodoviário irá assentar sobre a argila, no entanto para minimizar o efeito pontual das cargas, colocar-se-á uma camada de “rachão” para que ocorra uma transferência das cargas por toda a extensão da via.

A camada de cascalho deverá possuir as seguintes características:

- Deverá ser saneada 1m de argila lodosa, e substituída por uma camada de “rachão” de 1m;
- A nova camada a colocar terá na sua envolvente uma camada de geotêxtil de alta resistência à tração para que não haja o rompimento da mesma devida às irregularidades do material de enchimento a ser colocada;
- O aterro, a ser colocado para atingir a cota da rasante, deverá ser constituído por materiais de boa resistência adequados à melhor segurança do projeto.

Tal como nas soluções anteriores, também nesta não haverá a necessidade de colocar o manto de “rachão” em toda a extensão do arruamento, tal como se pode verificar na Figura 3.17, visto que o material existente, para além da camada argilosa, apresenta boas condições para suporte do arruamento. Portanto o enrocamento terá um comprimento de 35m (que corresponde à zona, na qual se localiza a camada de argila e material envolvente), será constituído por material de grande granulometria, será envolvida por geotêxtil. Haverá uma remoção completa do aterro existente e a sua

futura substituição por outro com melhores características. Esta camada será realizada em toda a largura do arruamento (via e passeio), acrescido de 50cm.

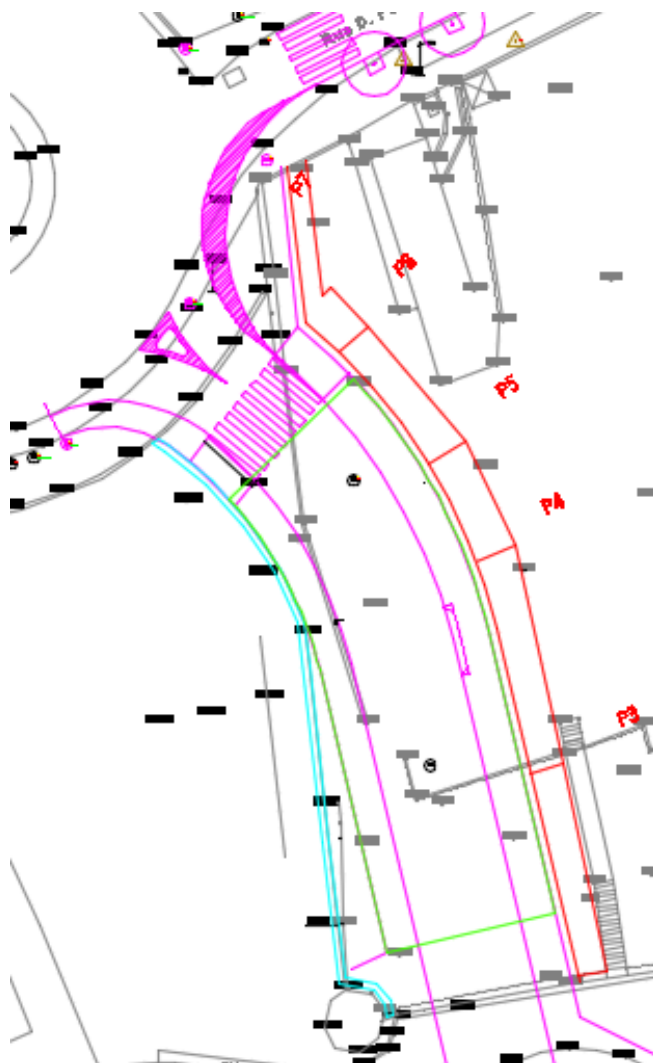


Figura 3.17 – Planta de implantação do enrocamento (destacada a verde).

Como forma de reter os movimentos horizontais que se irão ocorrer, por este se encontrar a uma cota inferior à do arruamento, no ponto **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** apresentam-se as iversas estruturas analisadas para sua prevenção.

A camada de brita de grandes dimensões acondiciona-se em toda a largura do arruamento e as tensões que serão transmitidas à fundação serão mínimas. Com isto, a tensão que poderá ser transmitida às paredes do aqueduto será mínima, pelo facto de ser colocada uma camada de “rachão” para distribuir as tensões por todo o terreno envolvente e não apenas em zona restrita. Todavia, se as paredes do aqueduto estiverem demasiado enfraquecidas este pequeno aumento da tensão sobre as mesmas

poderá provocar patologias ou a rotura da estrutura. Se estiverem débeis dever-se-á proceder, primeiramente, um reforço das mesmas.

Nos estudos prévios, bem como no orçamento global, não está incluída o preço da reabilitação do aqueduto, pois não houve qualquer visita às instalações para se verificar a profundidade, estado das paredes, entre outros fatores que pudessem ser relevantes para o estudo mais pormenorizado infraestrutura.

### **3.2.9 Estimativa orçamental das soluções estudadas**

Durante o estudo realizado foram desenvolvidos nove pequenos projetos, para o reforço da fundação e, para uma estrutura de contenção de terras. Cada trabalho analisa, a junção de uma metodologia de reforço/melhoramento do solo de fundação e uma outra referente à contenção de terras.

As soluções de contenção de terras, como já foi referido, são:

- Muros de betão armado;
- Taludes em aterro;
- Muros de gabiões.

Um dos principais problemas, e que levou a um grande prolongamento deste trabalho, foi a decisão por parte do dono do terreno privado, sobre o tipo de estrutura de contenção de terras a ser implementado para delimitar a sua área e a zona pública. Apesar de estarem previstos muros de suporte estes não eram as estruturas de suporte mais eficazes.

O principal motivo era o excesso de carga que iriam transmitir ao subsolo e, este não estar devidamente seguro contra essa grande descarregamento pontual de tensões que seria descarregado pelo muro de suporte. Portanto houve, por parte da câmara o contacto com o dono do terreno para verificar se este, não se importava em realizar, ao envés do muro de suporte, um muro de alvenaria com 1,50m, ao qual estes acrescentaram mais 1,50m de rede, para delimitar o espaço público do privado e, um aterro para suportar os esforços do desnível verificado, ficando o cuidado do aterro garantido aos donos do terreno.

O cálculo do muro de suporte não foi realizado, pois este relatório incide sobre soluções que poderão ser benéficas de serem implementadas. Isto deveu-se, por um lado, por não ser o principal objetivo do trabalho proposto. Por outro lado, pela falta de informação relativamente ao material que compõe o aterro a ser colocado no tardo do muro. No caso de se colocar os muros de suporte não há necessidade de colocar uma guarda metálica, pois estes serão realizados 1,50m de altura acima da cota do passeio. Na Figura 3.18 apresenta-se um exemplo de um muro a ser realizado.

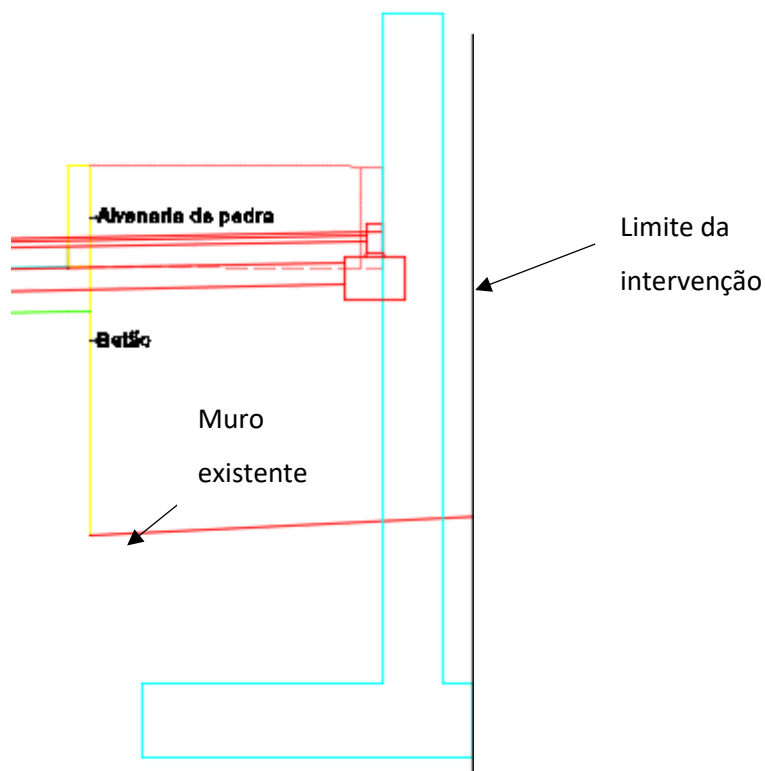


Figura 3.18 – Corte do muro de suporte a ser realizado.

Para o caso dos muros de suporte em gabiões, apenas se admitiu que estes seriam caixas realizadas por aço galvanizado com dupla torção, com uma área de  $1\text{m}^2$  preenchidas por material britado por forma a suportar os esforços horizontais, utilizou-se sempre duas a três “camadas” de gabiões, pois o diferencial de cotas varia entre 1,50 até 2,40m. Neste caso, como os muros de suporte em gabiões seriam colocados até se atingir o diferencial de cotas verificado entre o arruamento e a zona envolvente, há carência de se implementar uma peça que sirva de apoio, portanto propôs-se a realização de um guarda metálica. De igual forma também se propôs um guarda-corpos para a solução de contenção de terras em aterro. Na Figura 3.19 e Figura 3.20 apresenta-se ambas as técnicas e a guarda metálica tubular proposta.

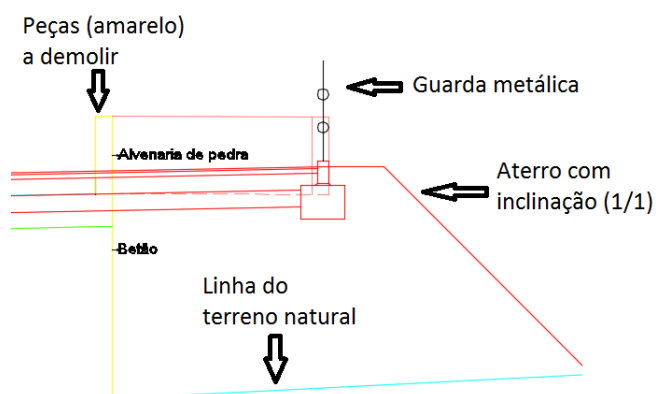


Figura 3.19 – Corte da solução de estabilização das terras, a partir de aterro.

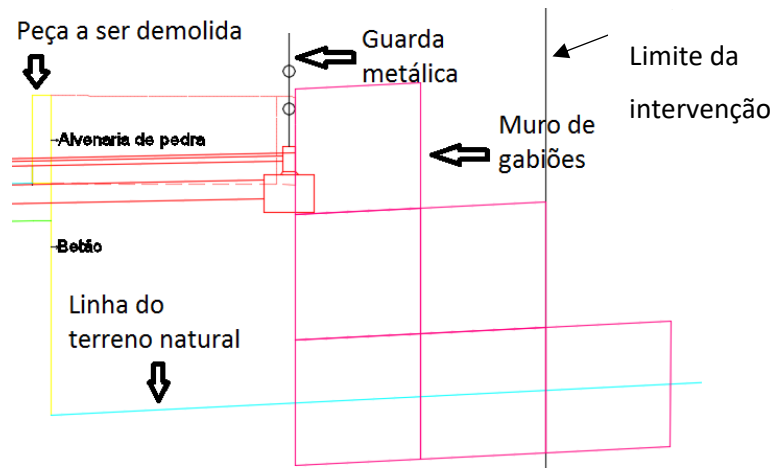


Figura 3.20 – Contenção de terras por gabiões, com as diversas peças suplementares para uma boa segurança do arruamento.

Como o arruamento está confinado entre dois terrenos privados, o terreno a poente da via vai-se implementar um muro de alvenaria de granito com rede, perfazendo uma altura de 3,30m (1,80m de muro e 1,50 de rede metálica, assente num aterro. Chegou-se a esta solução, pois foi uma exigência proposta pelos proprietários do terreno privado, como forma de aceitarem a colocação de contenções de terras em aterro.

Para o terreno a nascente da via, como não se chegou a nenhuma conclusão quanto ao tipo de solução de contenção de terras a ser implementado, nos estudos prévios realizados considerou-se as três soluções propostas (muros de suporte em betão armado, muro de suporte em gabiões e aterro em talude).

Outro entrave à inclusão das diversas estruturas de contenção de terras, para o terreno a poente da via, foi que ao se realizar muros de suporte em gabiões ou betão armado, por um lado, ocupar-se-ia mais espaço do que aquele que estava destinado, inicialmente, havendo a necessidade de se expropriar mais terreno privado e, por outro lado, o excesso de cargas pontuais que os muros poderiam transmitir ao solo, e que comprometesse a segurança do arruamento.

Os diversos estudos realizados apresentam valores semelhantes de aumento do preço, como se pode ver na secção 3.2.10, quando se modifica a estrutura de contenção de terra a implementar. Tomando como exemplo a metodologia de colunas de brita, para consolidação do solo de fundação e a execução de uma estrutura de betão armado para contenção de terras, o aumento/decréscimo que ocorre ao modificar-se o método de contenção de terras é semelhante em ambos os casos. Se um aumenta, por exemplo cerca de 30.000 €, o outro, por sua vez, também irá aumentar 30.000 €, relativamente, ao preço base para cada uma das técnicas. Isto acontece, visto que os únicos trabalhos que se modificam

no “mapa de quantidades” são equivalentes em ambos os casos, mudando, apenas, os valores bases de cada técnica de melhoramento de fundação.

O orçamento foi baseado em preços estabelecidos, por diversas entidades para com a câmara municipal, ou seja, o preço admitido teve como base o mapa de quantidades existente na câmara de Gaia, estabelecido entre uma entidade fornecedora de material e a câmara.

Certos custos não estavam em nenhuma secção, e subsecção, do mapa de quantidades estabelecido entre a câmara de Gaia e a entidade fornecedora, portanto utilizou-se um gerador de preços disponível na internet (O programa utilizado foi o seguinte: <http://www.geradordeprecos.info/>).

Como houve diversos trabalhos sobre a mesma metodologia, decidiu-se comparar apenas um orçamento de cada metodologia de reforço de solos de fundação e correspondente à estrutura de contenção de terras de muros de suporte em betão armado.

O orçamento para as colunas de brita que ronda os 242 884,62 €, sendo o preço da construção das colunas de brita, somente, igual a 1 360,00 €. No início do projeto entendia-se que a execução de estacas de brita não teria um preço tão exorbitante. No entanto, o preço total é demasiado elevado para ser aceitável.

Em relação à estrutura de betão armado, o orçamento é igual a 123 494,90 €, sendo o valor correspondente, apenas à estrutura de betão armado igual a 73 400,00 €.

O enrocamento custa, cerca de 93 703,62 €, sendo o preço da construção da camada ser de, apenas 7 000,00 €.

Existe uma grande discrepância entre as diversas metodologias em termos de preços. Isto deve-se por certas técnicas dependerem de certos tipos de processos, equipamentos e pessoas qualificadas para manusear equipamentos específicos.

Outro condicionante que levou a custos elevados é a pouca oferta realizada pelas empresas para executarem certos tipos de técnicas, isto é, no caso das colunas de brita, apenas há uma empresa que fornece o equipamentos (Keller Group) e, por outro lado, só há uma empresa que possui um desses equipamentos, na zona Norte de Portugal. Portanto, esta razão é suficiente para que preço aumente em relação às restantes técnicas.

### 3.2.10 Consideração sinais

O trabalho desenvolvido demonstrou que para um determinado projeto existem mais do que uma solução. Todavia, isso não significa que a solução adotada seja a técnica mais económica, nem a que seja a mais rápida de ser executada.

Neste trabalho foram realizados 3 soluções de projeto (estudos prévios) para a consolidação do terreno e, foram também, previstos três estruturas de contenção de terras. Logo, deste caso retirou-se, um total 9 variantes possíveis plausíveis de serem implementadas.

Foram elaboradas 9 hipóteses possíveis que são de seguida apresentadas, incluindo a estimativa orçamental:

Hipótese 1:	Total: 91.310,32€
<ul style="list-style-type: none"> <li>• De consolidação: camada de “rachão”</li> <li>• Estabilização de terras: Muro de Gabiões</li> </ul>	
Hipótese 2:	Total: 93.703,62€
<ul style="list-style-type: none"> <li>• De consolidação: camada de “rachão”</li> <li>• Estabilização de terras: Muros de suporte em betão armado</li> </ul>	
Hipótese 3:	Total: 74.456,62€
<ul style="list-style-type: none"> <li>• De consolidação: camada de “rachão”</li> <li>• Estabilização de terras: Talude em aterro</li> </ul>	
Hipótese 4:	Total: 240.503,62€
<ul style="list-style-type: none"> <li>• De consolidação: Colunas de Brita de D=1,00m//2,00m</li> <li>• Estabilização de terras: Muro de Gabiões</li> </ul>	
Hipótese 5:	Total: 242.884,62€
<ul style="list-style-type: none"> <li>• De consolidação: Colunas de Brita de D=1,00m//2,00m</li> <li>• Estabilização de terras: Muros de suporte em betão armado</li> </ul>	
Hipótese 6:	Total: 223.653,62€
<ul style="list-style-type: none"> <li>• De consolidação: Colunas de Brita de D=1,00m//2,00m</li> <li>• Estabilização de terras: Talude em aterro</li> </ul>	
Hipótese 7:	Total: 121.101,90€
<ul style="list-style-type: none"> <li>• De consolidação: Estrutura de betão armado, assentes em estacas de Betão Armado</li> <li>• Estabilização de terras: Muro de Gabiões</li> </ul>	
Hipótese 8:	Total: 123.494,90€
<ul style="list-style-type: none"> <li>• De consolidação: Estrutura de betão armado, assentes em estacas de Betão Armado</li> </ul>	

- Estabilização de terras: Muros de suporte em betão armado

Hipótese 9:

Total: 104.160,90€

- De consolidação: Estrutura de betão armado, assentes em estacas de Betão Armado
- Estabilização de terras: Talude em aterro

Como o principal foco da câmara de Vila Nova de Gaia era a caracterização de uma solução que apresenta-se um menor custo, concluiu-se que a solução mais económica é a **Solução 3** com o custo total de **74.456,62€**.

De acordo com o avaliado a metodologia que apresenta uma maior vantagem económica é colocação do enrocamento. Apesar de ser a que apresenta a maior vantagem económica, na opinião do autor, não é a hipótese mais adequada a ser implementada. No entanto a opção pela solução da camada de “rachão” com estabilização das terras em talude (solução 3) dependeu, primeiramente, no preço final e tempo de execução.

Esta, embora seja a solução que apresenta o menor custo e, pela falta de informação relativa à espessura da camada argilosa, a opção mais viável, considerada pelo autor, será a realização da estrutura de betão armado. Essa escolha deveu-se, em grande parte, pela falta de informação relativamente ao desenvolvimento transversal da camada de argila. Isto é, como para o caso em estudo, foram realizados apenas 5 sondagens, o conhecimento da largura do estrato de argila é muito nebuloso, bem como a espessura que apresenta o que poderá acarretar graves problemas futuros, caso se pretenda implementar o enrocamento. Chegou-se a esta conclusão, pois a camada argilosa apresenta espessura variável ao longo do eixo perpendicular à via, sendo que no perfil P3, argila aluvionar apresenta, num lado, uma espessura de aproximadamente 1,50m, enquanto que do outro, apresenta quase 6m de espessura. Isso irá gerar assentamentos diferenciais graves para o arruamento e infraestruturas associadas.

De salientar que, todos os valores obtidos fora do intervalo dos perfis, foram extrapolados a partir do conhecimento de dois pontos, sendo estes, os correspondentes ao valor da espessura indicada pelo perfil geotécnico (ver Figura 3.10 e Figura 3.11).

Portanto, excluindo a solução da camada de “Rachão”, a solução, mais económica e que não apresenta as mesmas condicionantes é a implantação de uma estrutura de betão armado (**solução 9**) de custo total igual a **104.160,90€**.



### 3.3 PROLONGAMENTO DA RUA IGREJA DO PARAÍSO (CASO PRÁTICO 2)

#### 3.3.1 Localização

O caso em estudo localiza-se na zona de Vilar de Andorinho, e pretende-se executar um prolongamento com vista a ligar e a melhorar o arruamento existente, (Rua Igreja do Paraíso). O projeto da nova rua já foi estudado, no ano anterior. O prolongamento a ser realizado está sinalizado a vermelho na Figura 3.21. A extensão total a ser realizada é de aproximadamente 430m de comprimento. O corredor apresenta uma altimetria muito variável, contrastando com a restante zona envolvente. No local existem duas linhas de água, uma no início da intervenção (de norte para sul) e uma no final da indústria existente na zona de intervenção (sinalizada a verde na Figura 3.21)



Figura 3.21 – Localização da intervenção (Rua da igreja do paraíso, Vila Nova de Gaia).

Tal como o estudo anterior, também este consta de um estudo prévio, ou seja, já existe um traçado definido, apresentado na Figura 3.22, e que foi desenvolvido em relatório de estágio, por uma colega do

ano passado. No seu traçado não houve qualquer alteração, sendo todo o trabalho desenvolvido nesta secção de carácter essencialmente geotécnico.

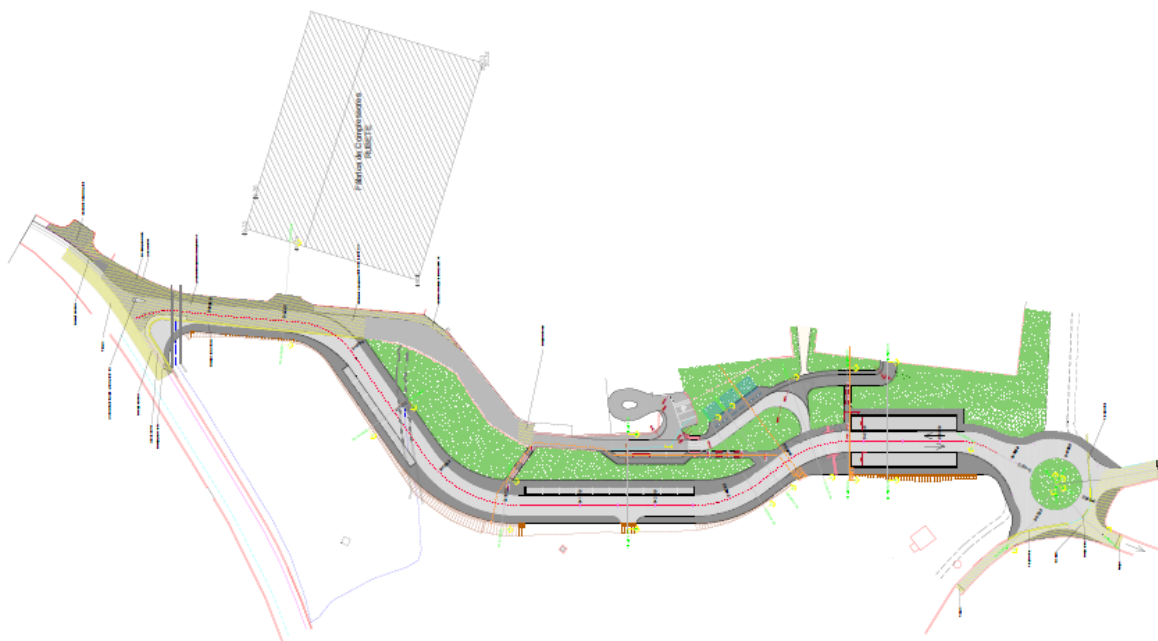


Figura 3.22 – Planta do Traçado de implantação do prolongamento da rua Igreja do Paraíso.

### 3.3.2 Prospecção geotécnica

O seguinte estudo foi baseado em 6 ensaios realizados no campo. O mesmo tem como objetivo primordial caracterizar os terrenos nos quais o arruamento se irá localizar, avaliando a sua adequabilidade no que respeita, nomeadamente, a aplicação de pavimentos rodoviários. A prospecção geotécnica foi adjudicada à empresa GEOMA, tendo esta se disponibilizado para a retirada de possíveis dúvidas inerentes ao estudo da solução, mais adequada para a obra.

Para a realização das sondagens mecânicas, a empresa mobilizou uma viatura 4x4 composta por dois elementos com sonda **ROLATEC RL48**, com cabeça de rotação, guincho hidráulico, torre de 6,00m de altura, bomba de água de alta pressão, pilão SPT automático e ferramentas adequadas ao reconhecimento/amostragem de solos e rocha, com as seguintes características principais:

- Cabeça de rotação com velocidade variável de 0 a 900 rpm e par máximo de 450 Kg;
- Torre extensível até 6,00 metros de altura;

- Guincho com 2000 Kg de capacidade;
- Tração máxima de 7000 Kg;
- Bomba de injeção de água triplex de 0 a 50 Bar;
- Motor Deutz-diesel de 60 Cv;
- Pilão SPT automático;
- Nivelção em 4 sapatas hidráulicas;
- Comando centralizado;
- Montagem sobre lagartas de borracha.

A furação foi realizada com recurso a trados, tendo o seu avanço sido acompanhado da realização de ensaios penetrométricos do tipo dinâmico, o chamado, vulgarmente, de ensaios SPT, também estes efetuados de 1,50m em 1,50m. O tipo de trado foi também, tal como no projeto anterior, uma sonda de Terzaghi. Da sondagem realizada foram retiradas amostras, para futura análise das características do material, sendo armazenadas e acondicionadas em recipientes cilíndricos de plástico e no qual se identificou o número da sondagem e a que profundidade cada uma correspondente.

Na Tabela 3.5 é apresentada um resumo da profundidade total do furo, a localização do nível freático e o número de ensaios SPT que foram realizados no decorrer da penetração.

Tabela 3.5 - Localização do nível freático de cada sondagem.

Sondagens	Furação (m)	Ensaio SPT	Nível Freático (m)
S1	9,01	6	1,40
S2	9,06	6	1,00
S3	9,06	6	1,50
S4	10,65	7	7,00
S5	10,60	7	7,00
S6	9,01	6	7,50

Os ensaios laboratoriais realizados para identificar o tipo de material constituinte do terreno estão resumidos na Tabela 3.6.

Tabela 3.6 – Tabela resumo dos resultados dos ensaios realizados em laboratório relativos aos materiais recolhidos.

Classificação			wn(%)	Limite de Liquidez (LL) e Índice de Plasticidade (IP)	Granulometria			Compactação Proctor	
ASTM	AASHO	LCPC / SETRA			% Passada no P200	% Passada no Peneiro 42	% Passada no Peneiro 7.4	Wopt. (%)	$\gamma_{dm}$ (g/cm <sup>3</sup> )
SM	A-2-4(0)	B5	13.5	NP	91	56	29	12.6	1.875

Na Tabela 3.7 apresenta-se um resumo, de todos os ensaios de SPT realizados no local, identificação de todas as camadas de material atravessado, bem como a sua penetração do terreno. Em certos casos, como é o da sondagem S5 ocorreram duas negas, pois o material próximo da superfície apresentava uma maior resistência e logo abaixo um material de fraca resistência. Portanto, a segunda “nega” foi uma confirmação de se ter atingido o horizonte e verificar se não seria um material um pouco mais compacto do que o restante.

De salientar que a camada de argila apenas é visível na primeira sondagem, não havendo a sua deteção noutra das sondagens realizadas no local. Na Figura 3.28 visualiza-se a localização das diversas sondagens. Um dos inconvenientes deste tipo de sondagens é que não oferece ao engenheiro projetista uma representação das camadas, em termos transversais, ou seja, como só se apresenta uma sondagem em cada zona do eixo do arruamento, a envolvente dessa sondagem é uma incógnita, que poderá, em caso extremos, levar à implantação de uma metodologia que em nada se compara aos materiais de fundação ali existentes, tornando-se uma técnica imprópria para ser concebida naquele local.

Tabela 3.7 - Resultados dos ensaios de penetração dinâmica, SPT.

Sondagem	Profundidade de Ensaio (m)	Penetração (cm)	Terreno	1ª Fase	2ª + 3ª Fase
S1	1,5	45	Aterro	10	7
	3	45	Depósitos Aluvio-coluvionares	2	4
	4,5	45	Depósitos Aluvio-coluvionares	7	23
	6	42	Granito Madalena (decomposto)	10	60
	7,5	20	Granito Madalena (decomposto)	40	60
S2	1,5	45	Aterro	6	25
	3	45	Granito Madalena (decomposto)	10	25
	4,5	45	Granito Madalena (decomposto)	13	45
	6	21	Granito da Madalena	40	60
	7,5	13	Granito da Madalena	60	-
	9	6	Granito da Madalena	60	-
S3	1,5	45	Granito Madalena (decomposto)	4	12
	3	45	Granito Madalena (decomposto)	5	13
	4,5	45	Granito Madalena (decomposto)	7	23
	6	36	Granito da Madalena	17	60
	7,5	15	Granito da Madalena	60	-
	9	6	Granito da Madalena	60	-
S4	1,5	45	Aterro	40	17
	3	45	Granito Madalena (decomposto)	10	23
	4,5	45	Granito Madalena (decomposto)	6	16
	6	45	Granito Madalena (decomposto)	6	17
	7,5	45	Granito Madalena (decomposto)	10	29
	9	41	Granito da Madalena	15	60
	10,5	15	Granito da Madalena	60	-
S5	1,5	45	Aterro	10	3
	3	45	Aterro	3	9
	4,5	45	Granito Madalena (decomposto)	5	12
	6	45	Granito Madalena (decomposto)	7	12
	7,5	45	Granito Madalena (decomposto)	10	27
	9	25	Granito da Madalena	40	60
	10,5	10	Granito da Madalena	60	-
S6	1,5	45	Aterro	4	4
	3	45	Aterro	1	4
	4,5	45	Granito Madalena (decomposto)	6	17
	6	41	Granito da Madalena	14	60
	7,5	10	Granito da Madalena	60	-
	9	1	Granito da Madalena	60	-

### 3.3.3 Condicionantes do projeto

Tal como o projeto anteriormente estudado, também nesta nova implementação o terreno apresenta um depósito aluvionar na zona inicial do arruamento (zona próxima da indústria aí localizada, como se pode verificar na Figura 3.21 delimitada a verde), acaba por haver a necessidade de reforçar o solo de forma a este possua as condições propícias para suportar as cargas transmitidas. De igual importância, existem outros aspetos que também deverão ter uma especial atenção aquando do desenvolvimento do estudo do arruamento, que são:

- Nível freático elevado – Este ponto é muito importante, pois como se tem a água, em movimento, muito próxima da superfície do terreno, nos primeiros 125m de extensão do arruamento, tal como se pode verificar na Tabela 3.5, acaba por ser difícil retirar grandes quantidades de terreno natural, com vista atingir camadas de maior resistência mecânica. Se houver a execução de um aterro de grande espessura, e que a escavação necessária atinga profundidades abaixo do nível freático, pode ocorrer a erosão, das partículas finas do aterro, e ocorrer, após a implementação do arruamento, abatimentos graves no arruamento. Portanto a escolha de uma material de base da fundação do pavimento de grande resistência e permeável (arenoso) é muito importante para evitar aterros de grande espessura;
- Duas passagens hidráulicas – Isto implica que tal como foi especificado no ponto anterior, que o terreno possui água em movimento. O reforço da fundação do novo arruamento deverá: criar uma base estável para o pavimento rodoviário e suas diversas camadas constituintes e não formar uma barreira para a circulação da água. Na Figura 3.23 pode-se verificar uma das passagens hidráulicas existentes no local;



Figura 3.23 – Passagem hidráulica existente (km 0+110).

- Estruturas e infraestruturas adjacentes – No local da elaboração do projeto existem algumas estruturas e infraestruturas que condicionaram a extração do material natural e sua substituição por um material de melhores características. As mais importantes a salientar serão:
  1. A indústria que se encontra no local, que irá condicionar a obra tanto em efeito temporal (deverá se realizar o arruamento em duas etapas distintas), e condicionará o espaço para a colocação de uma possível camada de aterro mais alargada. Ou seja, como forma de suprimir possíveis deslocamentos diferenciais recorre-se, muitas vezes, ao alargamento da plataforma de aterro. Como a indústria se encontra muito próxima da nova via, inviabilizará esta solução, pois era necessário atuar no terreno da mesma, visualiza na Figura 3.24. Outro aspeto importante a salientar é a existência igreja que, tal e qual a industria também poderá acarretar alguns problemas aquando da escolha de uma solução viável para implementar esta via, tendo em atenção que se irá encontrar desnivelada com o arruamento, como se ilustra na Figura 3.25;



Figura 3.24 – Indústria existente no local.

2. Terreno muito irregular. O local de implantação da nova via apresenta grandes variações altimétricas, devido aos socalcos que aí se encontram. Este fator condiciona imenso, em termos de otimização dos volumes de escavação e de aterro, como a própria execução de uma fundação estável e, acima de tudo, que não traga grandes custos da obra;
  3. Infraestruturas existentes. No local do novo arruamento existe uma rua onde o projeto irá ser implementado, com vista a melhorar a mobilidade dos veículos, deverá recorrer a técnicas que, por um lado não coloquem a já existente em risco, e por outro lado, apresente boas vantagens quanto à sua futura implementação. Outro entrave será a estabilização das terras desta via, visto que o novo arruamento irá localizar-se a uma cota inferior a esta infraestrutura e a oeste desta. Portanto ter-se-á de prever uma estrutura de suporte de terras para suportar as tensões horizontais que se irão instalar.
- Coincidir cotas de projeto de interseção do novo arruamento com um já existente. Este novo arruamento deverá ligar a uma rua já existente e, portanto, esta situação acaba por se tornar incomoda para uma otimização plena da infraestrutura, sendo o seu traçado diferente de um outro que traria menores complicações e mais vantagens para ser utilizado. Na Figura 3.25 mostra-se o arruamento existente, bem como outras estruturas fundamentais a serem mantidas para o bom funcionamento do arruamento existente.



Figura 3.25 – Alguns marcos condicionantes existentes no local de implantação do novo arruamento: Igreja do Paraíso, muro de suporte em alvenaria de pedra, arruamento existente que será mantido.

- Em certas partes do arruamento, devido a água estar muito próxima da superfície a escavação devia ser o mais curta possível, ou seja, de forma a que a camada de aterro estivesse em toda a sua extensão acima do nível freático.

Neste caso não irá existir um estudo de três metodologias diferentes benéficas para o futuro arruamento, mas apenas um que consiste na execução de uma camada de cascalho para prevenir futuros deslocamentos diferenciais no arruamento. Esta solução foi também proposta pela GEOMA. A solução considerada por esta empresa consiste em executar uma camada cascalho no solo, com uma espessura mínima de 90cm, retirando previamente essa mesma espessura de terreno natural, devido a apresentar fraca resistência. Em seguida, e tendo em conta que está deverá estar envolvida por um geotêxtil de alta resistência, para prevenir rompimento pela irregularidade da brita, colocar um aterro de boas características A1 ou A2, segundo a norma AASHO, possuindo este, no máximo, uma altura de 3,0 m.

Apesar de a solução apresentada pela GEOMA ter sido a base para a análise efetiva aqui descrita, houve a necessidade de alterar alguns valores pelas seguintes razões:

1. Aumento da camada de “rachão” (camada de calhau) para 1m de espessura, com vista a diminuir a deformabilidade do pavimento, garantindo uma elevada resistência;

2. Outras condicionantes que, obrigaram a modificar os parâmetros de forma a verificar-se uma maior resistência da camada.

### 3.3.4 Estudo do projeto

A intervenção será de aproximadamente 430m de extensão apresentando um terreno irregular e será implementada numa zona que apresenta duas passagens hídricas, como já foi referido anteriormente. Para além do citado, a zona de intervenção localiza-se próxima de uma indústria e da Igreja do Paraíso.

O terreno em questão apresentava diversos problemas de suporte causados pela camada de argila aluvio-coluvionar existente no local e pelo material de aterro existente, não seleccionado, aí colocado. A camada de argila encontra-se localizada nos primeiros 125m de extensão do arruamento, apresentando uma espessura máxima de 4,50m. A camada de aterro existente, apresenta uma espessura média de 1,00m nos primeiros 200m de extensão e uma espessura média de 4,00m entre Km 0+200 e o final da intervenção. Na Figura 3.26 representa-se um excerto do arruamento, no qual se apresenta a camada de argila e de aterro vegetal.

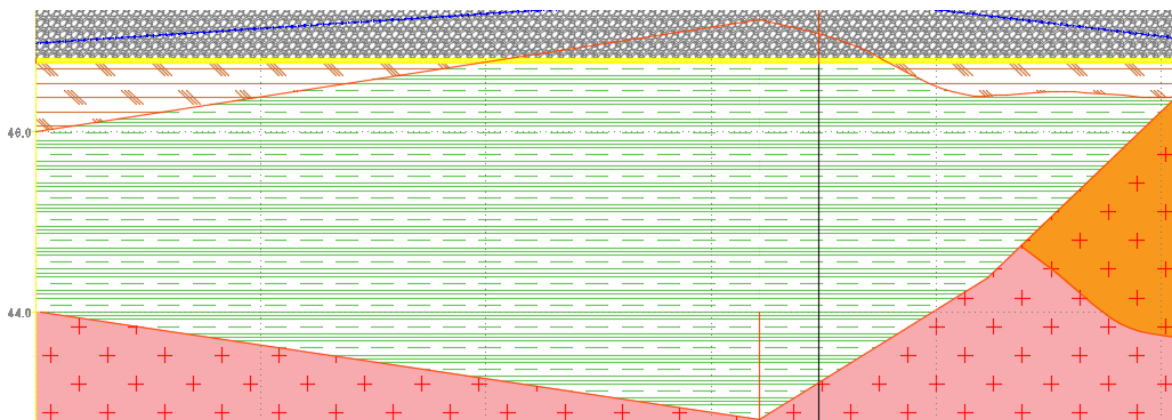


Figura 3.26 – Perfil longitudinal que demonstra a localização da camada lodosa representada a verde tracejado e camada de aterro existente (espessura média de 1,00m) representada a castanho.  
Representação dos primeiros 125m de extensão do arruamento.

Neste projeto, a principal questão a resolver prendia-se na colocação de uma camada de “rachão”, tendo em vista as ações recomendadas pela GEOMA. Uma dessas atividades, consistia que nos primeiros 125m de extensão não se devia escavar em demasia, visto que o nível freático encontra-se muito próximo da superfície, levando a que se o aterro permanecesse em contato, permanente, com a água haveria uma retirada dos finos do solo por migração causada pela percolação e, conseqüentemente um abate do corpo do aterro, condicionando desta forma, o arruamento. Outros cuidados a ter seriam que perto do cemitério (Ver Figura 3.27) existe uma zona de aterro de más

características de suporte que deverá ser removido na sua totalidade, tendo esta uma espessura de 4m, até se atingir um material de boas características de suporte.



Figura 3.27 – Aterro de más características portantes, a ser removido (entrada do cemitério assinalada pelo quadrado amarelo).

No decorrer da elaboração do estudo do projeto verificou-se alguns entraves que condicionavam a técnica a adotar, quer em termos de orçamento, quer em termos de viabilidade da metodologia.

Havendo a proposta de se realizar uma camada de 90cm de brita de grandes dimensões, no local ocupado anteriormente por uma parte da camada de argila, esta acabava por não ser possível em certas partes do troço, pois, como já se referiu anteriormente, nos primeiros 125m do arruamento, o nível freático encontra-se muito próximo da superfície, como se pode verificar pela Tabela 3.5. Analisando as primeiras sondagens, verifica-se que a água encontra-se a não mais do que 1,50m. Considerando 1m de aterro, havia a necessidade de retirar mais 90cm.

Portanto, neste caso, era difícil, por um lado, colocar ambas as novas camadas acima do nível freático e, por outro lado, em certos pontos específicos era, difícil a colocação de uma camada de rachão de 1m, juntamente com aterro selecionado, pois o espaço disponível entre a sub-base do pavimento rodoviário e a camada de cascalho era muito pequena, ou quase nulo.

Para solucionar este primeiro problema, e como se desconhece o desenvolvimento das diversas camadas nos primeiros 87m de extensão, antes da primeira sondagem realizada pela empresa atribui-se uma posição do nível freático por extrapolação. Na Figura 3.28 verifica-se está situação.

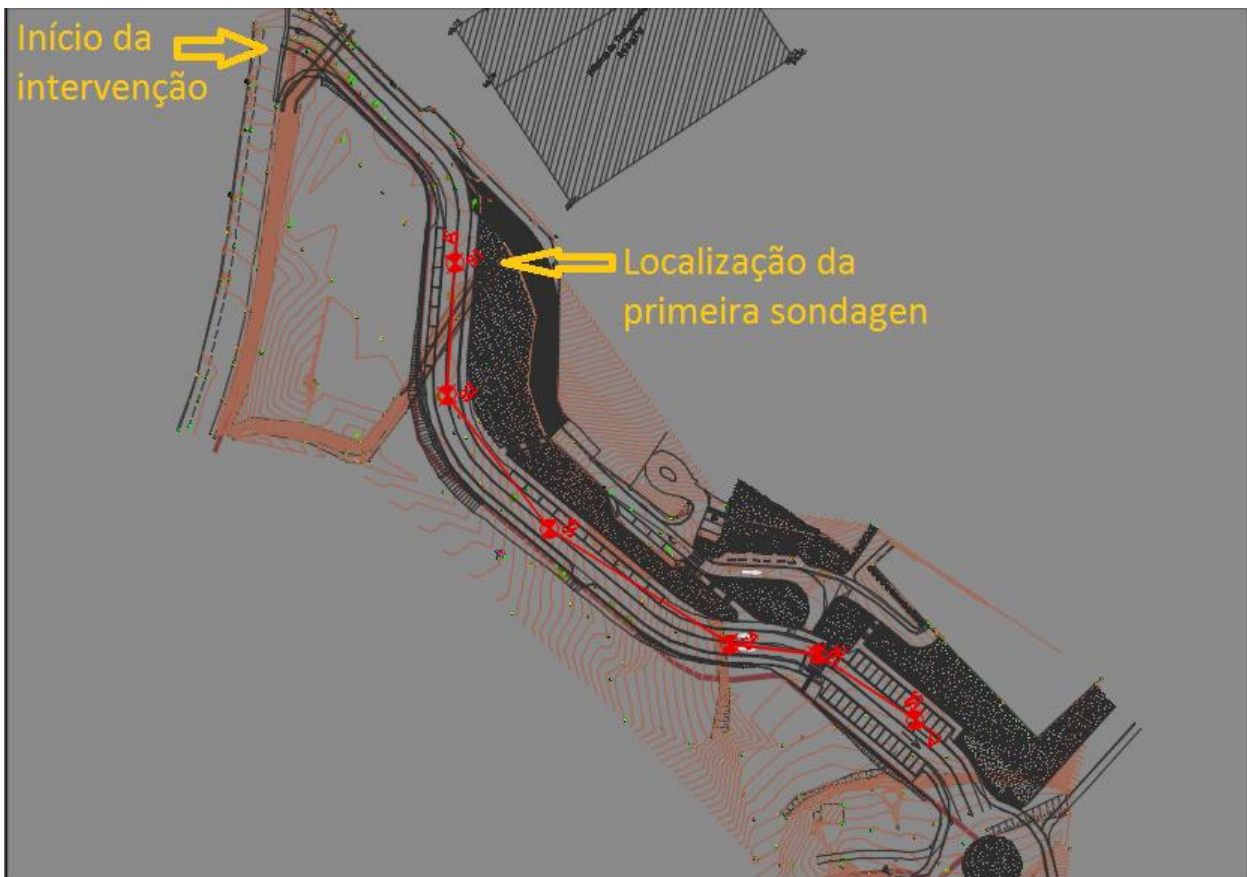


Figura 3.28 – Planta de localização das sondagens realizadas pela empresa GEOMA (sinalizadas a vermelho).

Como o espaço existente é reduzido para aglomerar todas as camadas (diversas camadas do pavimento, aterro selecionado e camada de brita de grandes dimensões) houve a necessidade de colocar pequena parte da camada de “rachão” abaixo do nível freático, tendo sempre o cuidado de nunca, em caso algum, deixar o aterro selecionado em contato permanente com a água, pois como foi explicado na seção anterior, o fluxo da mesma irá deslocar os finos, criando espaços vazios no material, levando ao seu possível abatimento.

A zona afeta ao problema descrito no parágrafo anterior localiza-se entre Km 0+050 até ao Km 0+087, um pouco antes da sondagem S1 (ver Figura 3.28). Apresenta-se na Figura 3.29 o pequeno desnível entre a sub-base e o início da camada de “rachão”. Após a correção, verificou-se a existência de uma camada de aterro selecionado muito pequena, aproximadamente 25cm, o que levou a que, por precaução, fosse colocado uma brita um pouco mais pequena do que o normal (Brita 90/125 mm) como forma de que os fragmentos constituintes da camada de brita se acondicionassem sem gerar grandes deslocamentos. Isto é, como é sabido a brita quando é colocada no local necessita de um acondicionamento. Portanto, quanto menores os vazios, mais pequenos serão os movimentos e por sua vez menores deslocamentos do piso.

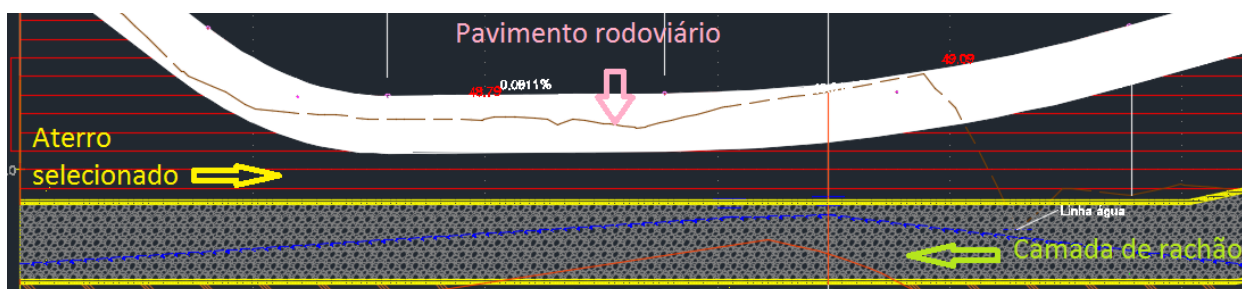


Figura 3.29 – Perfil longitudinal do desnível existente entre o pavimento e a camada de rachão, após correção, de aproximadamente 25cm entre o Km 0+050 e o Km 0+087.

No restante desenvolvimento do arruamento, a camada de brita de grandes dimensões manteve o seu tamanho original (Brita de 100/250mm), pois a camada de aterro apresenta uma espessura considerável não havendo a necessidade de se optar por uma brita mais pequena que sairia mais cara do que a mais recorrente no mercado.

Outro obstáculo que acabou por tornar a obra mais encarecedora foi o fato de haver uma irregularidade no terreno, devido a situar-se numa zona de socacos. Com isto, o arruamento acaba por apresentar diversas inclinações que trazem uma desvantagem acrescida aquando da colocação de um reforço no terreno, ou seja, estas implicações causadas pela altimetria do terreno levam a que a camada de “rachão” apresente algumas desvantagens que são:

- Primeiramente, caso se queira diminuir o orçamento global da obra, levam a que a camada não apresente a mesma inclinação (ou ausência de inclinação) ao longo do todo a sua extensão, provocando maiores tensões, por degradação nos pontos mais desfavoráveis e decréscimo, das mesmas, noutros pontos;
- A própria camada poderá funcionar indevidamente para o qual foi estabelecida, ou seja, a camada funcionaria melhor caso houvesse ausência de inclinações, o que muitas vezes é difícil e, acima de tudo, pode encarecer a solução;
- A própria altimetria leva a que certos pontos sejam mais desfavoráveis do que outros, não só pela mudança de inclinação da camada, mas, também, pela própria mudança do aterro disponível entre o pavimento e a camada de “rachão”, o que acaba por desfavorecer o funcionamento do conjunto.

O descrito é apresentado na Figura 3.30.

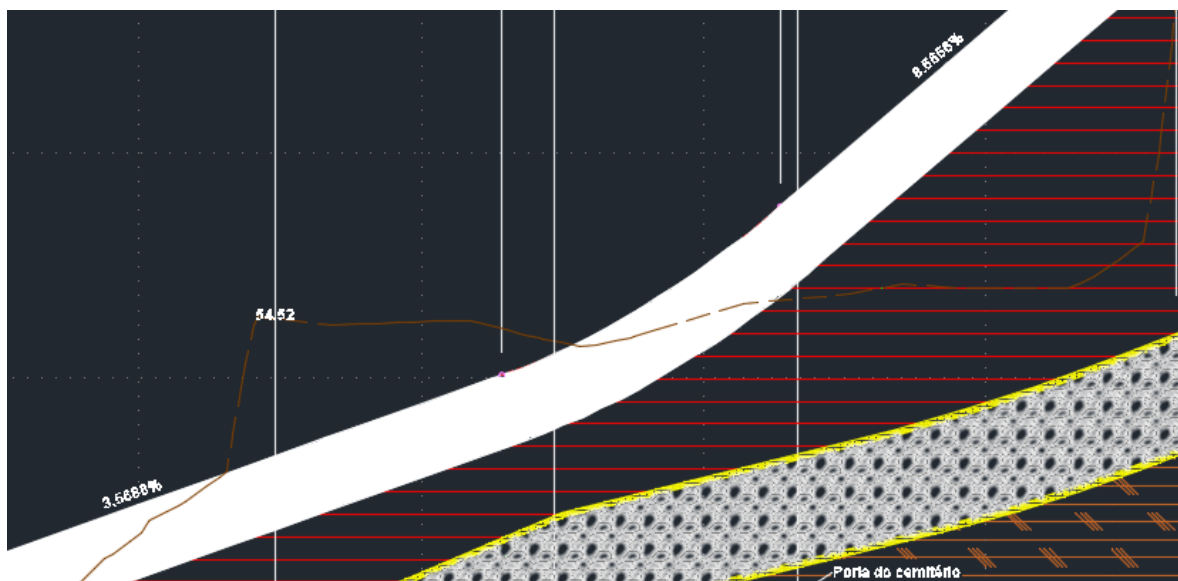


Figura 3.30 – Excerto do perfil longitudinal da intervenção, no qual se verifica uma mudança de aterro, abrupta num trecho de 75m.

### 3.3.5 Considerações finais

Para este trabalho, como foi realizado em tempo reduzido, não se optou por desenvolver diversas técnicas que podiam aqui ser empregues. Por outro lado, como já se tinha idealizado um estudo prévio, no qual se abordava diversas metodologias, não houve a necessidade de se estudar outras ideias/repetir as do caso prático anterior. Uma delas as estacas de brita, visto que, apenas do lado poente da via não se tinha nenhuma edificação, portanto a maquinaria pesada necessária para se executar as colunas de poderia se deslocar facilmente.

Posto isto, para esta obra obteve-se uma estimativa orçamental que ronda os 386.245,00 €, sendo o valor da execução da camada de “rachão” igual 142.250,00 €. Neste projeto, como já estavam estudadas as técnicas de contenção de terras e, como este estudo de projeto (parte referente à pavimentação) tinha sido tema de relatório de estágio de uma colega, o autor optou por não alterar nenhum dos procedimentos nem, o perfil longitudinal do mesmo, apenas focando-se no objetivo principal que seria a criação de uma fundação estável. Na qual o pavimento rodoviário assentasse e desempenhasse a sua função resistente e estável.

As razões que levaram a um aumento orçamental muito grande em relação ao estudo de projeto anterior (Ver ponto 3.2.1 até ao ponto 3.2.10) foram as seguintes condições:

- A extensão da via passou a ser, aproximadamente, oito vezes superior ao estudo anterior. Apesar de não ser um valor muito elevado (430m) é suficiente por si só por levar a um grande acréscimo de orçamento;
- A própria irregularidade do terreno leva a que haja, em certos pontos, um grande volume de escavação, o que conduz a um orçamento mais elevado. Apesar de também existirem zonas, onde a escavação é reduzida, não é suficientemente grande para diminuir o acréscimo cometido nos pontos mais desfavoráveis;
- A própria necessidade de se retirar o material de aterro de 4m de espessura, que existe no local próximo do cemitério, como é apresentado na Figura 3.27 – Aterro de más características portantes, a ser removido (entrada do cemitério assinalada pelo quadrado amarelo)., leva a que haja enormes volumes de terras a serem retiradas, sendo que um dos valores que representa um maior orçamento é o próprio volume de escavação e sua substituição por material de aterro.

### *CAPÍTULO 3*

Na verdade, mesmo com um preço que se pode considerar elevado, na opinião do autor, acaba por ser um valor que se aproxima muito justo, visto que todas as tarefas necessárias a serem desempenhadas levariam a que o orçamento fosse muito grande. De salientar que o orçamento apresentado não inclui nenhuma das atividades a realizar para a execução do pavimento, portanto todo o orçamento aqui apresentado apenas retrata as tarefas necessárias para que a fundação seja realizada.

## CAPÍTULO 4

### CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

#### 4.1 CONCLUSÕES

Uma das mais-valias aqui apreendidas foi a quantidade de técnicas que podem ser aplicadas no estudo projeto. Apesar de serem ensinadas uma panóplia de metodologias que solucionam os problemas que encontram ao longo da vida profissional, o estágio demonstrou que mesmo assim existem muitas outras que podem ser desenvolvidas tendo por base as que já se conhecem da formação académica, que acabam por economizar tempo.

O primeiro contato com projeto “real” implica, muitas vezes, um grande estado de nervosismo pelo aprendiz, sendo despertado pela falta de confiança que apresenta em si, nos seus conhecimentos e o próprio medo de fazer algo errado. Portanto, a hipótese de se optar por um estágio curricular acaba por despertar os mesmos sentidos que se enfrenta no primeiro emprego, no entanto aqui há possibilidade de se corrigir eventuais, erros, pois existe a supervisão e orientação por parte de pessoas experientes.

Apesar de o trabalho desenvolvido ser, apenas, estudos prévios, estes acabam por trazer uma mais-valia para a pessoa que, no futuro, será responsável pela sua elaboração. Além disso, oferece uma perspetiva geral de metodologias que poderão ser postas em prática e qual o seu orçamento estimado.

#### 4.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Como o trabalho se desenvolveu sobre um tema muito vasto um dos desenvolvimentos futuros que será a realização de certos projetos na área de fundações, por oferecer uma abrangência em muitas áreas distintas, por outro lado, porque o conhecimento do terreno de fundação é uma ferramenta indispensável para qualquer engenheiro civil. Em geral, a área de geotecnia implica o conhecimento e análise do comportamento complexo do solo, ou rocha, sobre o qual se vai assentar uma estrutura de engenharia civil.

#### *CAPÍTULO 4*

Outro fator que contribui a opção por este tema, tem a ver com os estudos prévios realizados no âmbito deste estágio, pois acabam por servir como bases para novos e melhorados estudos, no sentido de se encontrar soluções otimizadas para as mencionadas obras.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bowles, J. E., (1997), Foundation Analysis and design, fifth edition, international edition 1997.

Dayte, K.R. (1982). Settlement and bearing capacity of foundation system. Symposium on recent developments in ground improvement techniques. Bangkok.

Domingues, T.S. (2006). Reforço de Fundações com Colunas de Brita em Aterros sobre Solos Moles. Análise e Dimensionamento. Dissertação para obtenção do grau de Mestre pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

Elsawy, M. B. (2010). Highway embankment constructed on soft soil improved by stone columns with geosynthetic materials. In: PhD Tesis ed. Essen: Duisburg - Essen University, Faculty of Engineering

Estudo Geológico e Geotécnico idealizado pela empresa Geoprolífero sobre a ligação da rua Eng.º Adelino Amaro da Costa e rua D. Pedro V

FHWA (1983). Design and construction of stone columns. Vol 1. Report FHWA/RD-83/027. Barksdale, R.D. e Bachus R.C. Federal Highway Administration.

Keller Group. (2004). Processos de vibração profunda de solos. Catálogo 10-2 PT. Keller Grundbau GmbH.

Lopes, P.J. (2011). Colunas de Brita no Melhoramento de Solos Moles. Dissertação para obtenção do grau de Mestre pela Universidade de Aveiro, Aveiro.

Matos Fernandes, M. (2011). Mecânica dos Solos - Volume I, Introdução à Engenharia Geotécnica. FEUP Edições

Matos Fernandes, M. (2011). Mecânica dos Solos - Volume II, Introdução à Engenharia Geotécnica. FEUP Edições

Reconhecimento Geológico – Geotécnico idealizado pela empresa GEOMA sobre o prolongamento da rua Igreja do Paraíso, Processo 15717

Rocha, C.J. (2012). Comparação de alguns métodos para o dimensionamento de estacas de brita: Aplicação a um caso de estudo. Dissertação para obtenção do grau de Mestre pela Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.

*REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

Trigo, J.F. (2016). Apontamentos da unidade curricular de fundações e estruturas de suporte lecionada no ISEP.

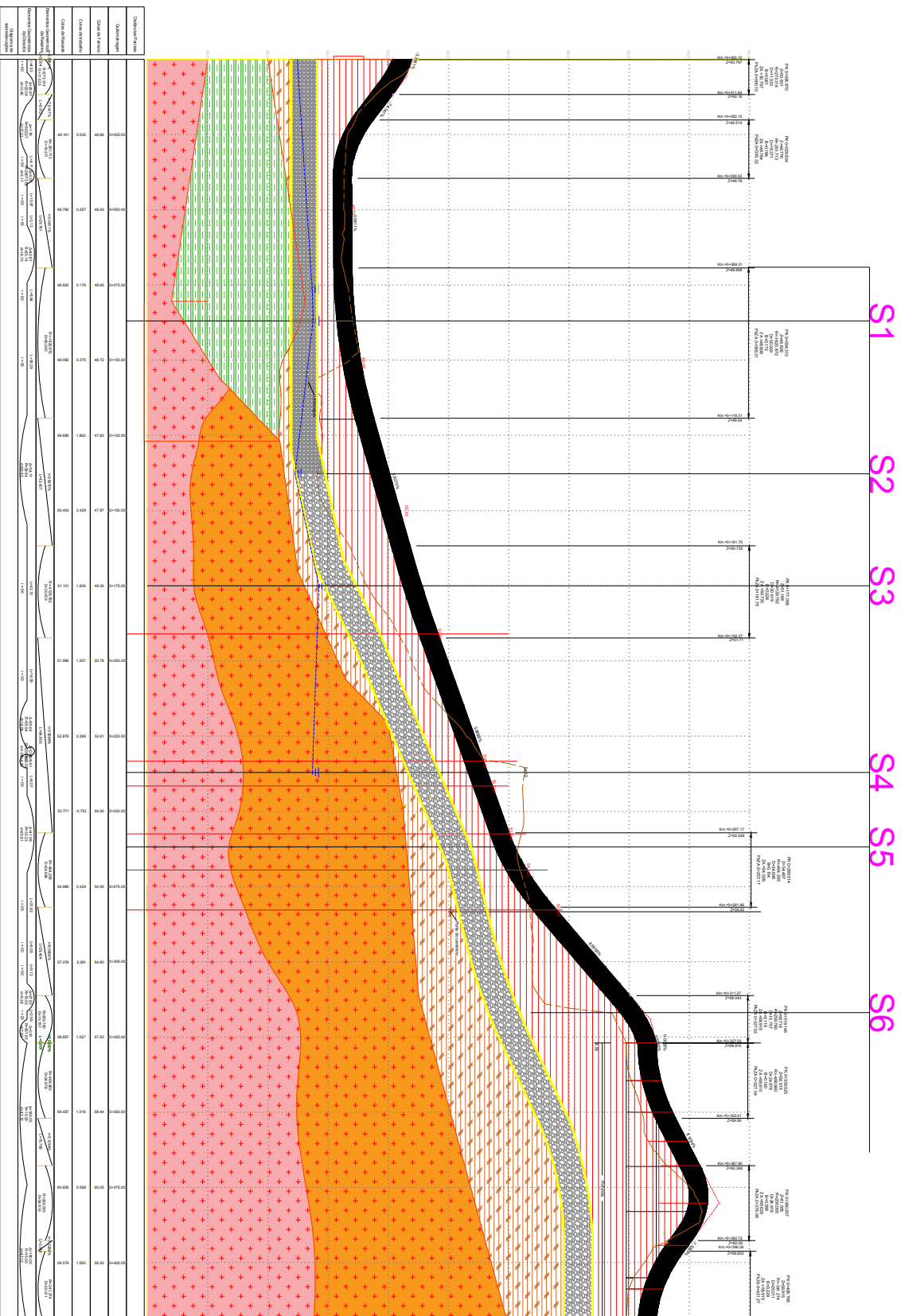
## **ANEXO**

### Nota importante:

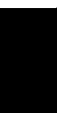
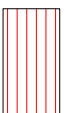
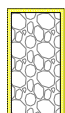
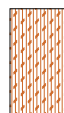



Apesar de nos desenhos, os muros em “L” estarem desenhados com a sapata virada para o terreno de cota inferior, está situação é apenas esquemática, pois era exequível de o muro funcionar dessa forma. Como tal, estes muros deveriam ser dimensionados de forma a verificarem a segurança da integridade do mesmo. Neste caso seria mais fácil dimensionar este muro em muro de gravidade em betão, ou até mesmo em betão ciclópico.

Desenhos da solução  
estudada:

Caso Prático 2



S1 S2 S3 S4 S5 S6

-  Pavimento rodoviário
-  Camada de aterro do tipo A-1 ou A-2 (relativo à norma AASHTO)
-  Camada de "Rachão" envolto em geotêxtil de alta resistência à tração
-  Camada de aterro, não selecionado, a retirar
-  Depósitos aluvio-culuvionares: siltes argilosos
-  Granito da Madalena muito decomposto, ocorrendo sob forma de areias médias
-  Granito da Madalena pouco alterado de boa resistência mecânica

localização  
Rua Igreja Paraíso

identificação da peça desenhada  
Perfil longitudinal - Subcamadas da fundação e traçado

projeto  
Ricardo Seródio . estag, Abel Abrantes . eng Vilar do Paraíso

desenhou  
Ricardo Seródio . estagiário

coordenou  
Rui Ramos . eng

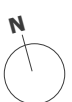
Freguesia

data  
Junho 2017

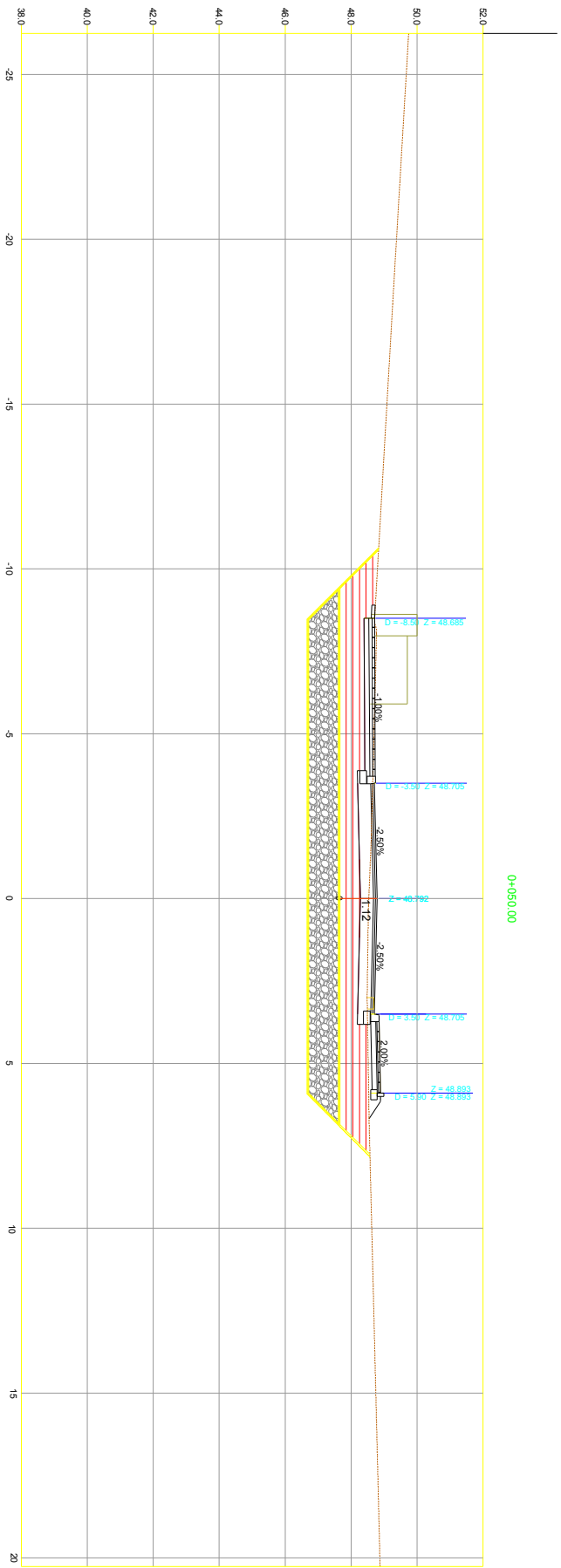
escala  
1/1

desenho nº

01



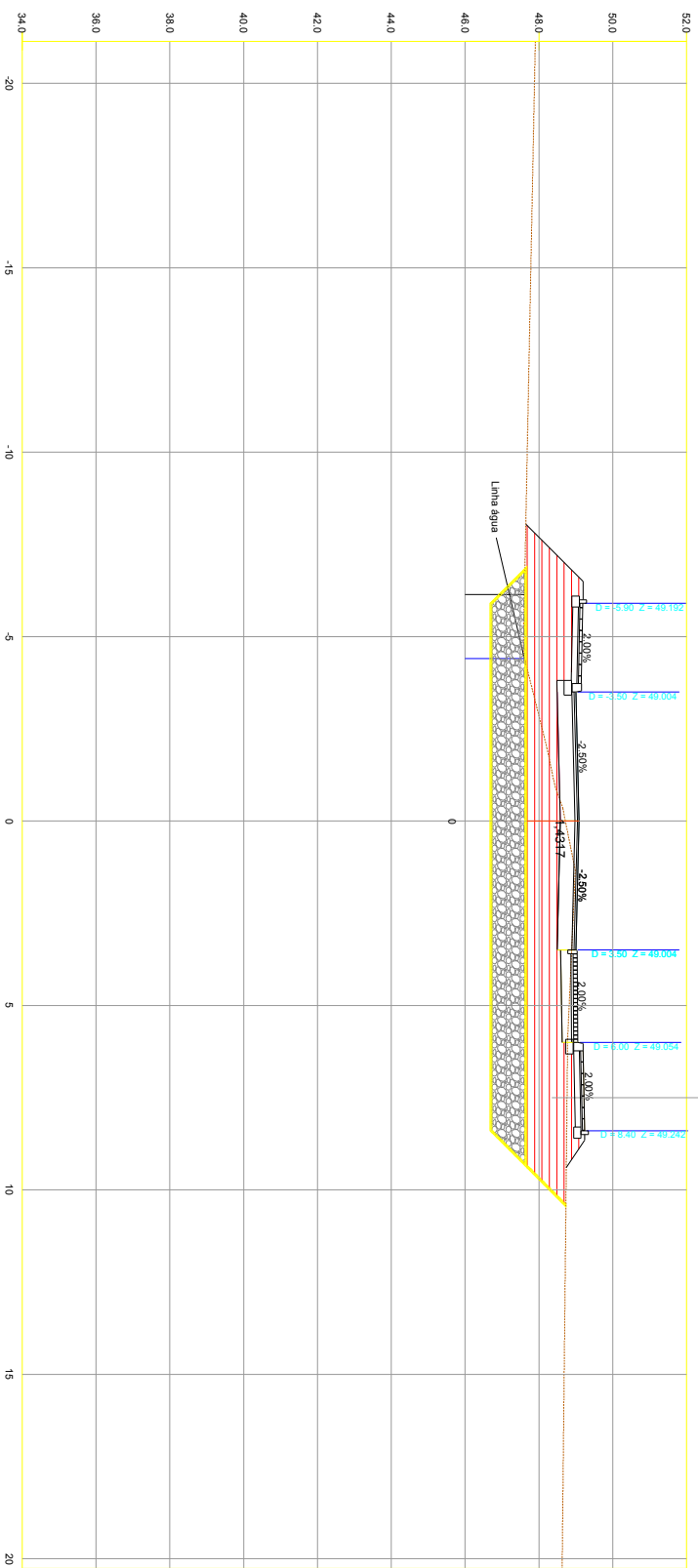




**Localização**  
Rua Igreja Paraíso  
**Identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

**Projeto**  
Ricardo Seródio . estag, Abel Abranches . eng Viar do Paraíso  
**desenhou**  
Ricardo Seródio . estagiário  
**coordenou**  
Rui Ramos . eng

**Freguesia**  
Viar do Paraíso  
**data**  
Junho 2017  
**escala**  
1/200  
**desenho nº**



**localização**  
Rua Igreja Paraíso

**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

**projetou**  
Ricardo Seródio . estag. Abel Abranches . eng

**desenhou**  
Ricardo Seródio . estagiário

**coordenou**  
Rui Ramos . eng

**Freguesia**  
Vilar do Paraíso

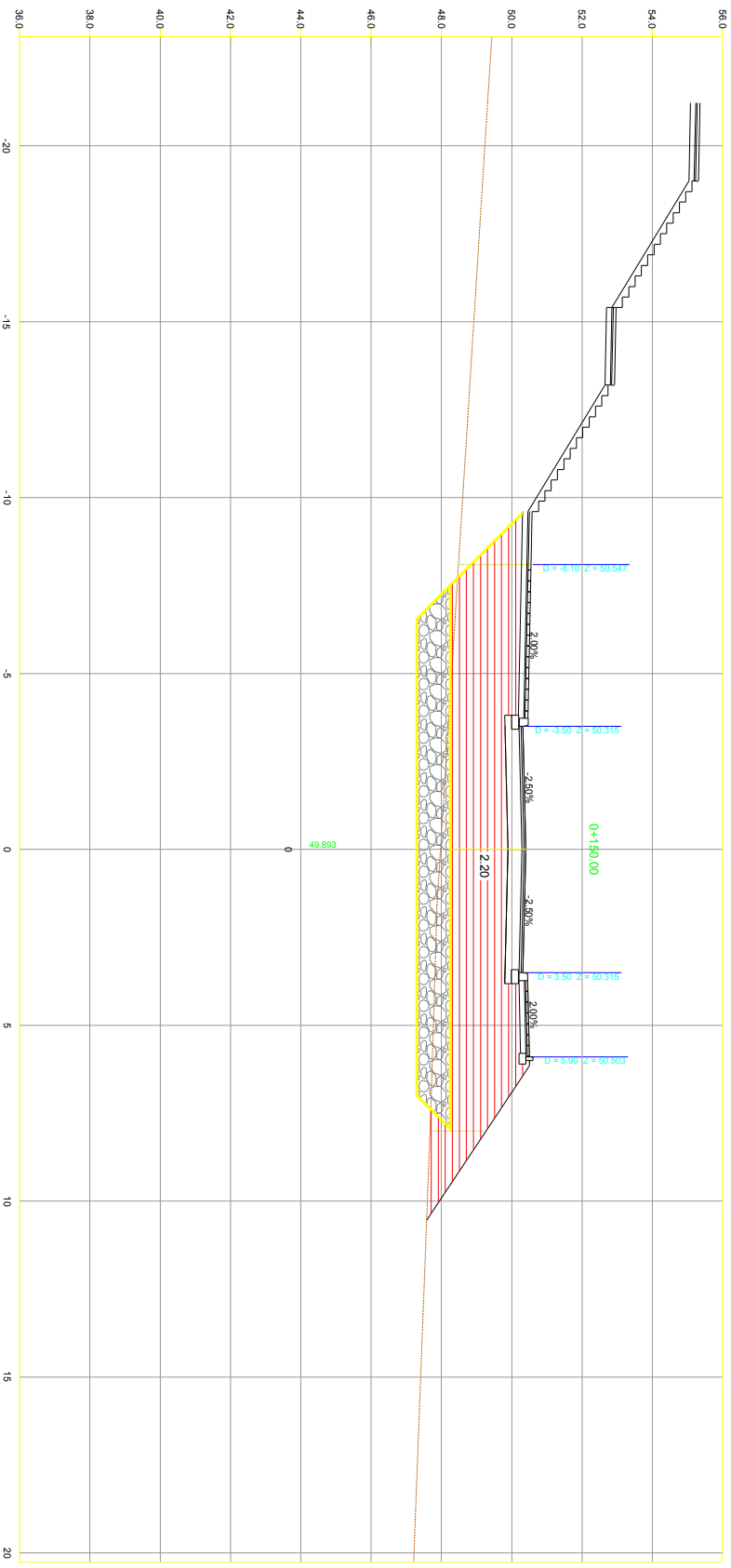
**data**  
Junho 2017

**escala**  
1/200

**desenho nº**

04





**localização**  
 Rua Igreja Paraíso

**identificação da peça desenhada**  
 Perfil transversal

**projetou**  
 Ricardo Seródio . estag. Abel Abranches . eng Vilar do Paraíso

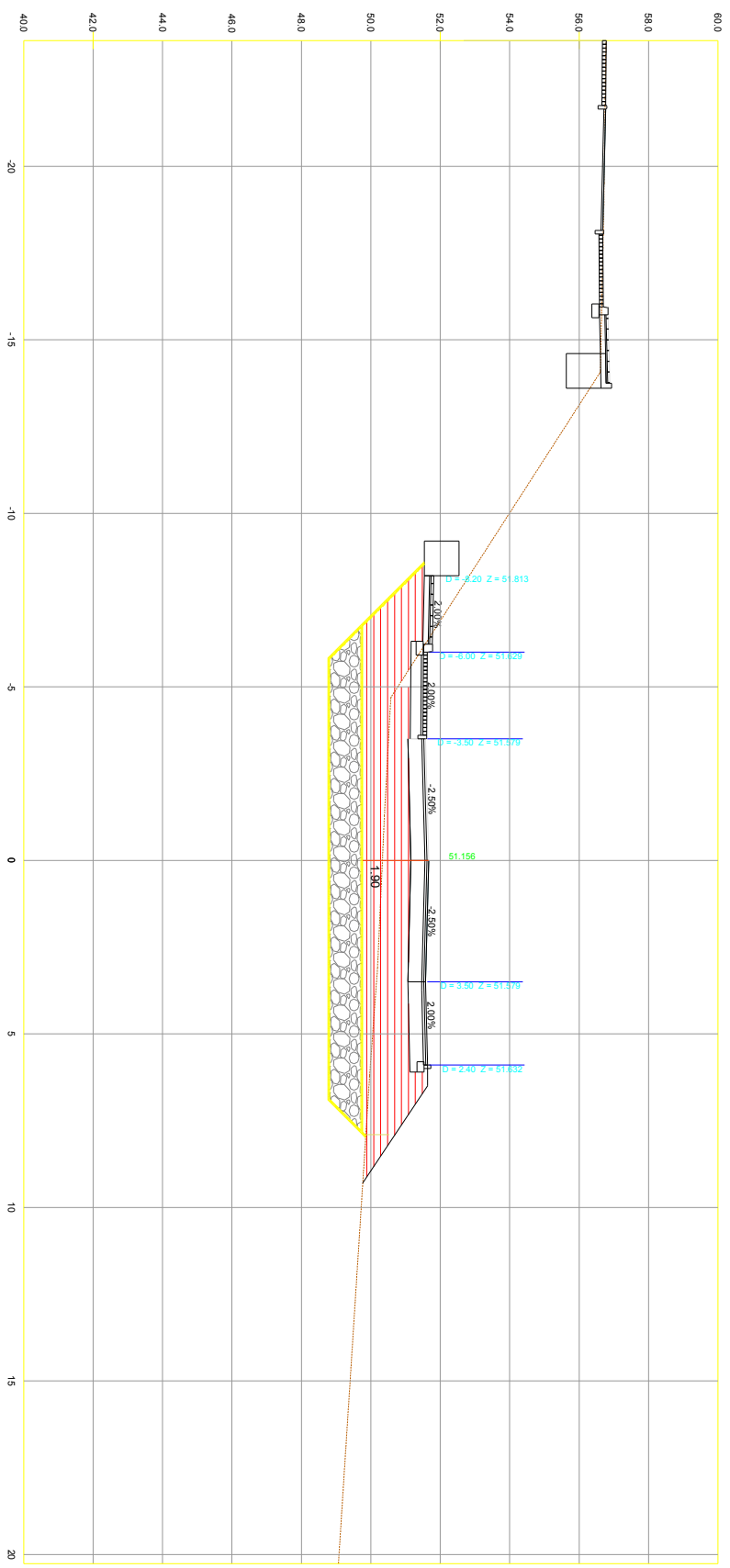
**desenhou**  
 Ricardo Seródio . estagiário  
**coordenou**  
 Rui Ramos . eng

**Freguesia**  
 Vilar do Paraíso

**data**  
 Junho 2017  
**escala**  
 1/200

**desenho nº**  
 05





localização  
Rua Igreja Paraíso

identificação da peça desenhada  
Perfil transversal

projetou

Ricardo Seródio . estag, Abel Abrantes . eng Vilar do Paraíso

desenhou

Ricardo Seródio . estagiário

Freguesia

Vilar do Paraíso

data

Junho 2017

coordenou

Rui Ramos . eng

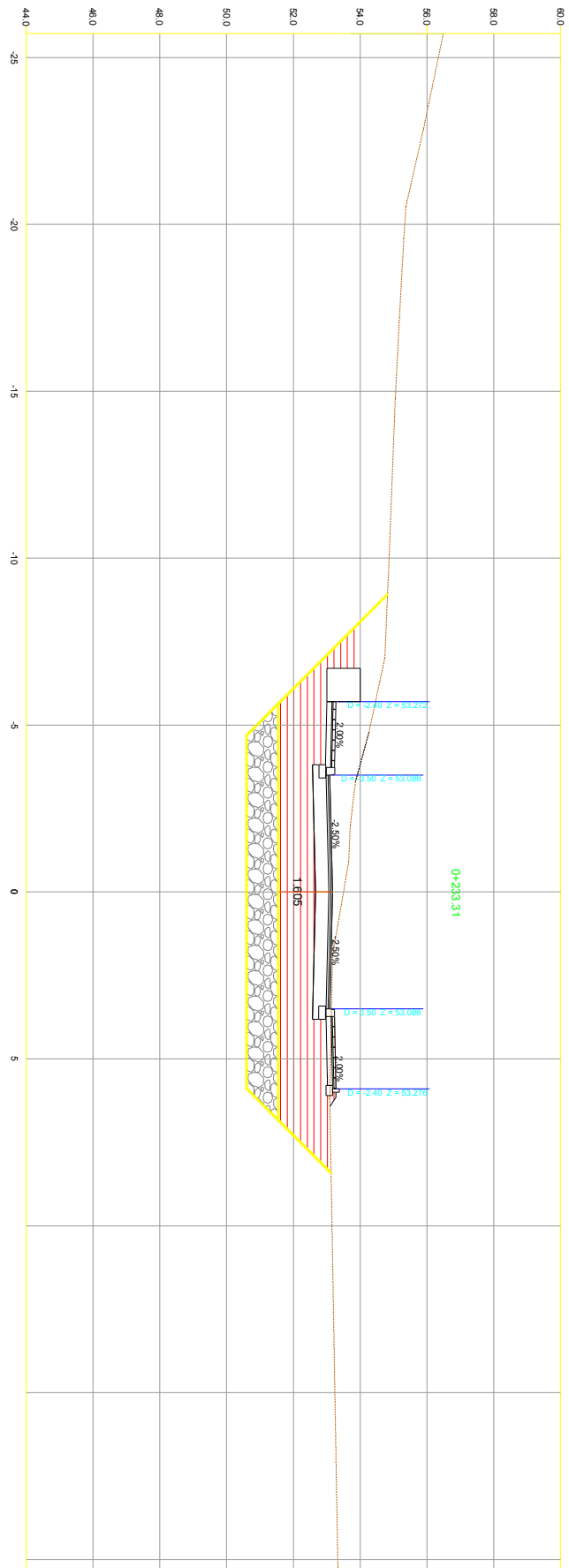
escala

1/200

desenho nº

06





**localização**  
Rua Igreja Paraíso

**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

**projetou**

Ricardo Seródio . estag, Abel Abranches . eng  
desenhou Ricardo Seródio . estagiário

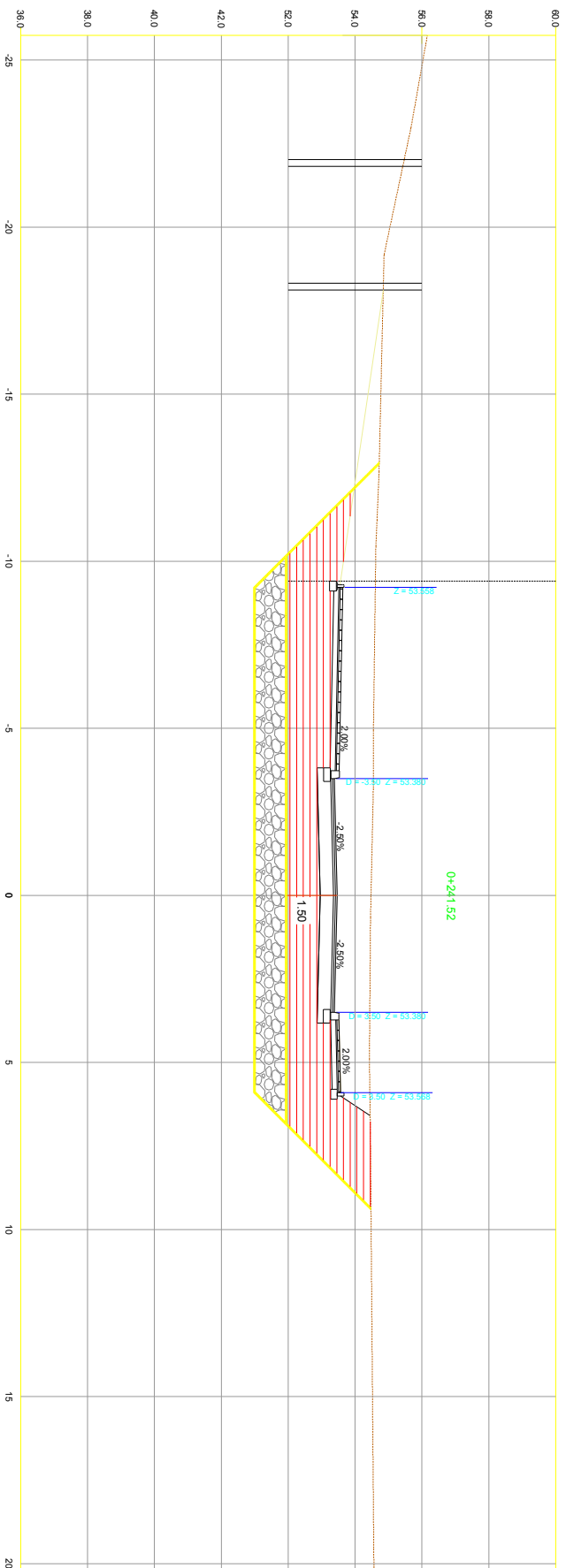
**Freguesia**

Vilar do Paraíso  
data Junho 2017  
coordenou Rui Ramos . eng  
escala 1/200



desenho nº  
**07**

6



**Localização**  
Rua Igreja Paraíso

**Identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

**projetou**  
Ricardo Seródio . estag, Abel Abranches . eng Vilar do Paraíso

**desenhou**  
Ricardo Seródio . estagiário

**coordenou**  
Rui Ramos . eng

**Frequência**

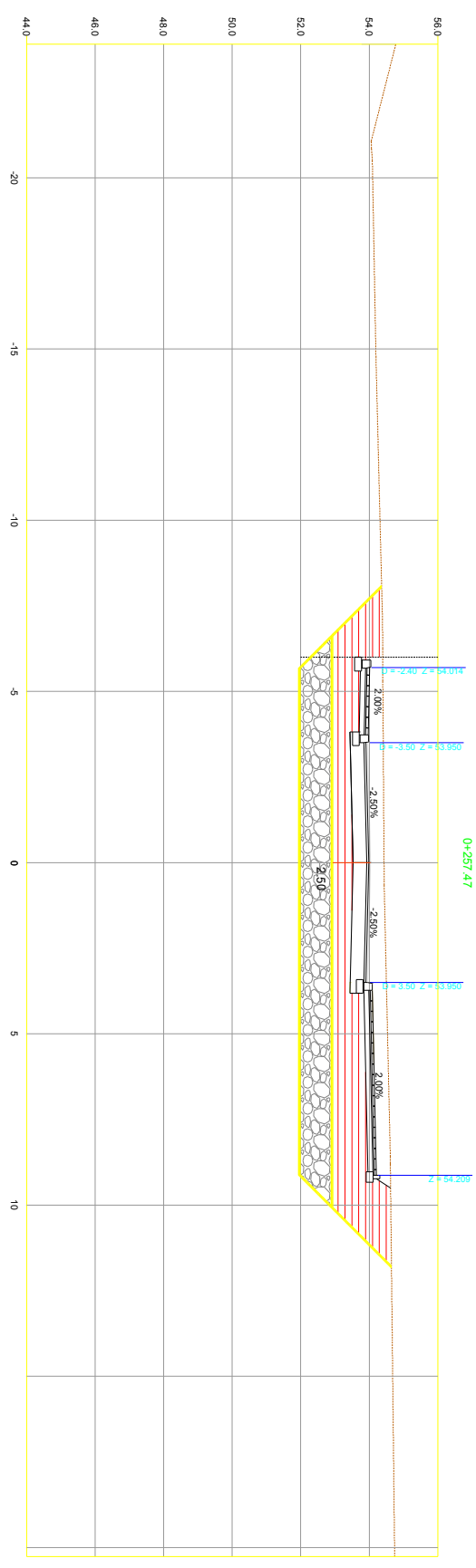
**data**  
Junho 2017

**escala**  
1/200

**desenho nº**

08





**Localização**  
Rua Igreja Paraíso

**Identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

**Projeto**  
Ricardo Seródio . estag, Abel Abranches . eng

**desenhou**  
Ricardo Seródio . estagiário

**coordenou**  
Rui Ramos . eng

**Freguesia**  
Vilar do Paraíso

**data**  
Junho 2017

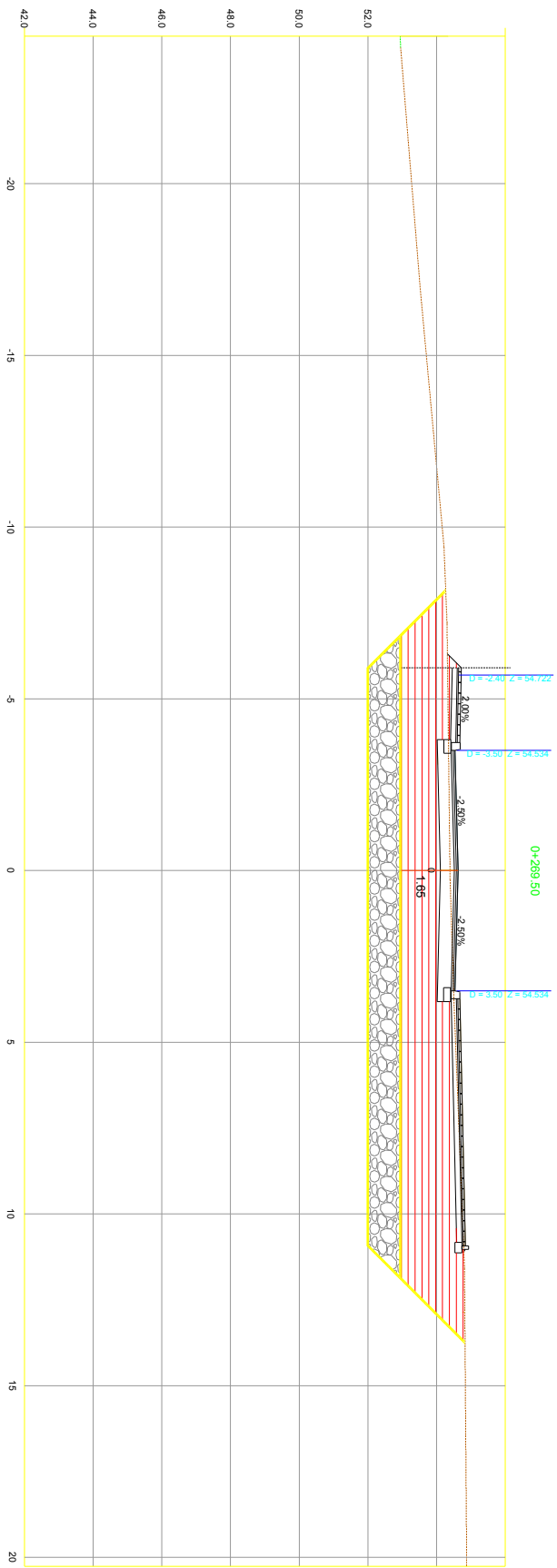
**escala**  
1/200

**desenho nº**

09



8



localização  
Rua Igreja Paraíso

identificação da peça desenhada  
Perfil transversal

projetou

Ricardo Seródio . estag, Abel Abrantes . eng Viar do Paraíso

desenhou

Ricardo Seródio . estagiário

Freguesia

Junho 2017

data

escala

1/200

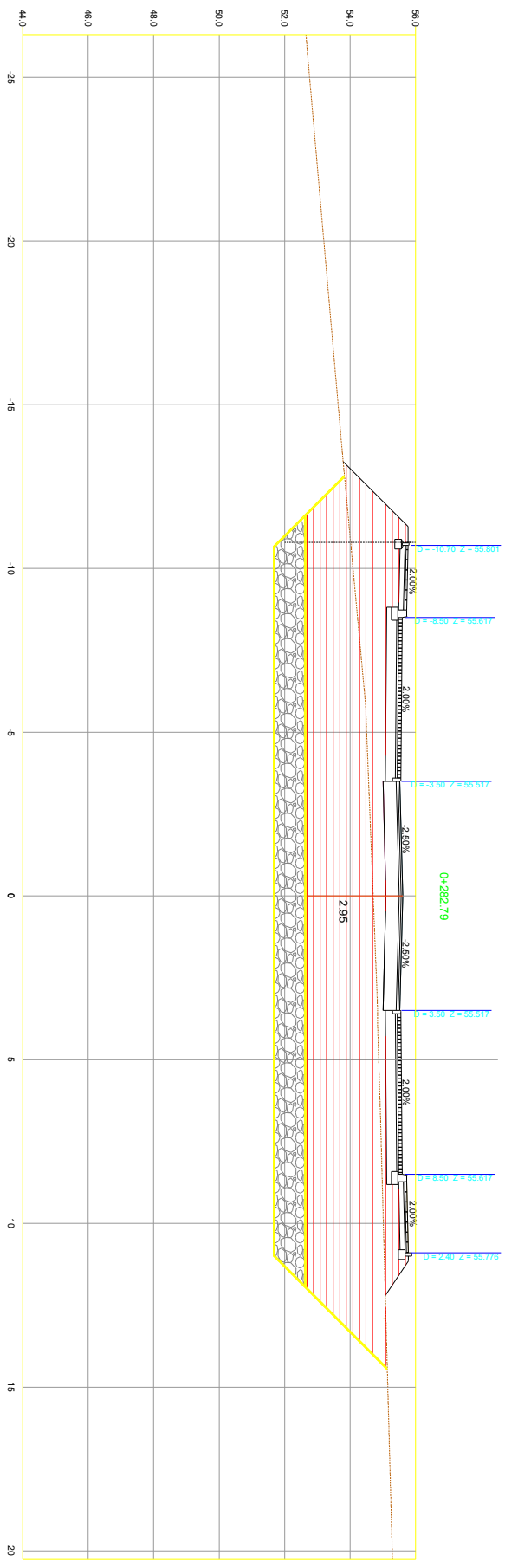
coordenou

Rui Ramos . eng

desenho nº

10





**Localização**  
Rua Igreja Paraíso

**Identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

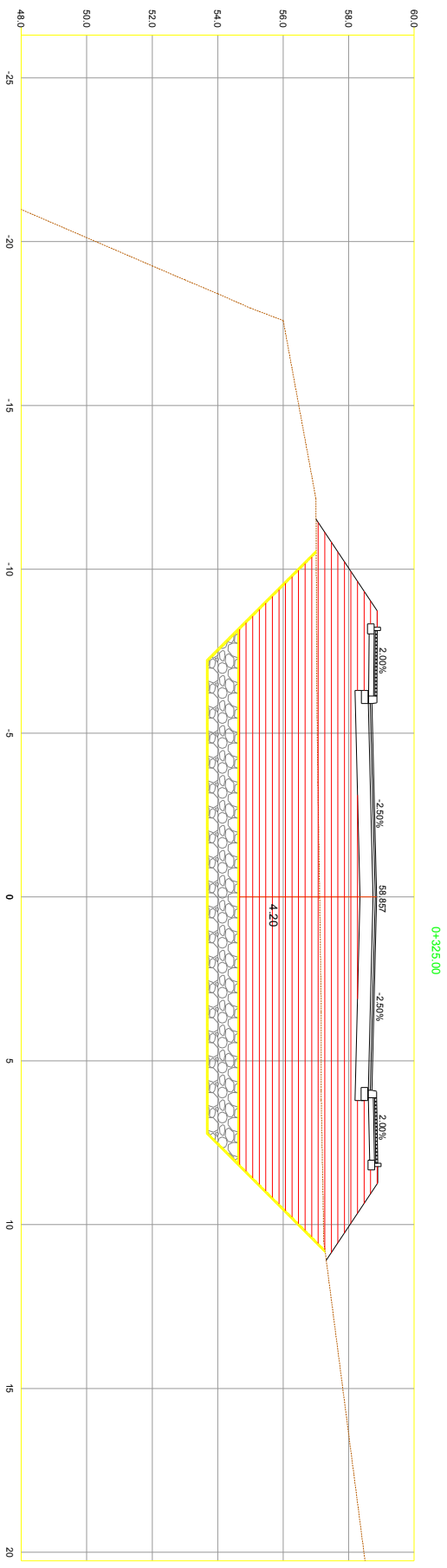
**projetou** Ricardo Seródio . estag, Abel Abranches . eng Viar do Paraíso  
**desenhou** Ricardo Seródio . estagiário  
**coordenou** Rui Ramos . eng

**Freguesia** Junho 2017  
**data** Junho 2017  
**escala** 1/200

**desenho nº**



14



**localização**  
Rua Igreja Paraíso

**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

**projetou**  
Ricardo Seródio . estag, Abel Abranches . eng Viar do Paraíso

**desenhou**  
Ricardo Seródio . estagiário

**coordenou**  
Rui Ramos . eng

**Freguesia**  
Viar do Paraíso

**data**  
Junho 2017

**escala**  
1/200

**desenho nº**

12



Orçamento:  
Caso Prático 2

Prolongamento da Rua Igreja do Paraíso - Consolidação do terreno de fundação

MAPA DE TRABALHOS - LISTA DE PREÇOS UNITARIOS

CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	UNIDADES	QUANTIDADES	ZONA "A"	
				PREÇO BASE	TOTAL
<b>1</b>	<b>ESTALEIRO</b>				
1.1	Fornecimento e montagem de painéis amovíveis de vedação para proteção da área envolvente aos trabalhos durante o prazo da empreitada, em malha electro soldada do tipo "bekaert", com postes de suporte soldados à malha nas laterais para montagem com bases em PVC/Betão, incluindo a limpeza diária da zona de trabalhos; sinalização temporária de trabalhos, de acordo com projeto elaborado nos termos do Decreto Regulamentar 22A/98 de 1 de Outubro devidamente aprovado pelas entidades competentes), referente a sinalização vertical, horizontal e outros equipamentos necessários, incluindo fornecimento, implantação, colocação e ainda a implementação do plano de segurança e saúde, a implementação do plano de prevenção e gestão de resíduos, os meios humanos, materiais e equipamentos necessários aos trabalhos de restabelecimento por meio de obras provisórias de todas as servidões e serventias que seja indispensável alterar ou destruir para a execução dos trabalhos, ou para evitar a estagnação de águas que os mesmos possam originar, e ainda, os custos relacionados com a afetação de policia ao acompanhamento dos trabalhos, a cargo do adjudicatário, assim como a desmontagem do estaleiro, limpeza e restabelecimento do local no final da obra, em obras com prazo igual ou inferior a 5 dias.	vg	0,00	38,00 €	- €
1.2	Idem, para trabalhos com duração superior a 5 dias e igual ou inferior a 30 dias.	vg	0,00	80,00 €	- €
1.3	Idem, em obras com duração superior a 30 dias.	dias	155,00	12,00 €	1 860,00 €
1.4	Fornecimento e colocação de placas de obra, em local a definir com a Fiscalização antes do início dos trabalhos, conforme peças desenhadas, incluindo a estrutura de fixação e todos os trabalhos necessários a esta operação, assim como sua desmontagem na data da receção provisória da obra, carga transporte e descarga no estaleiro da C.M.Gaia.	un	2,00	50,00 €	100,00 €
<b>3</b>	<b>MOVIMENTO DE TERRAS</b>				
<b>3.1</b>	<b>DECAPAGEM</b>				
3.1.1	Limpeza, desmatagem e remoção de ervas e arbustos em toda a área de intervenção, incluindo derrube de árvores, desenraizamento, decapagem na linha de terra vegetal, na espessura de 0,30m, carga, transporte e colocação dos produtos sobrantes em vazadouro e eventual indemnização por depósito, a cargo do adjudicatário, de acordo com projeto e C.E..	m2	10 000,00	1,60 €	16 000,00 €
<b>3.2</b>	<b>ESCAVAÇÃO</b>				
3.2.1	Escavação da camada de terra vegetal na linha, para construção da plataforma em conformidade com o projeto, incluindo carga, transporte e descarga em depósito provisório na obra, devidamente protegido contra erosão ou outros efeitos a evitar, de acordo com o C.E.	m3	0,00	3,00 €	- €
3.2.1.2	Idem, incluindo carga, transporte e descarga em depósito de estaleiro municipal, situado a distância não superior a 22km.	m3	7 000,00	4,00 €	28 000,00 €
<b>3.3</b>	<b>ATERROS</b>				
3.3.2	Fornecimento, espalhamento e compactação de terras de empréstimo por camadas, incluindo rega, para construção da plataforma, conforme projeto e C.E.	m3	18 000,00	11,00 €	198 000,00 €
<b>18</b>	<b>DIVERSOS</b>				
<b>18.4</b>	<b>TELAS FINAIS</b>				

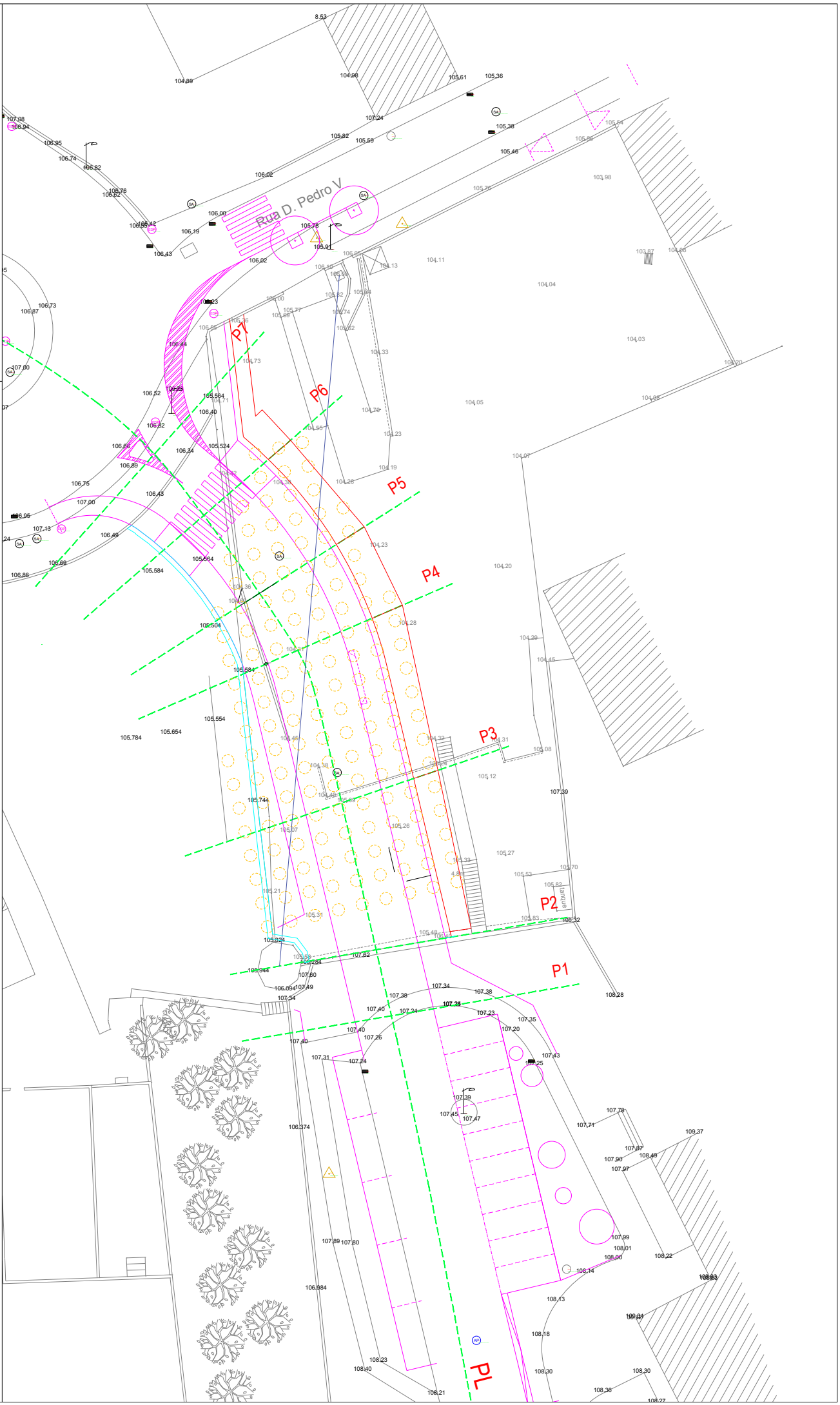
Prolongamento da Rua Igreja do Paraíso - Consolidação do terreno de fundação

MAPA DE TRABALHOS - LISTA DE PREÇOS UNITARIOS

CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	UNIDADES	QUANTIDADES	ZONA "A"	
				PREÇO BASE	TOTAL
18.4.1	Entrega das telas finais (levantamentos topográficos georreferenciados) dos arruamentos intervencionados, em papel e em suporte informático, na área envolvente numa extensão de 20m (para cada lado do arruamento), incluindo o arranque das construções / muros e indicação das infraestruturas existentes no local as intervencionadas, para obras ≤ 100.000,00€;	un		28,00 €	
18.4.2	Idem, para obras > 100.000,00€ e ≤ 500.000,00€;	un	1,00	35,00 €	35,00 €
18.4.3	Idem, para obras > 500.000,00€.	un		40,00 €	
<b>19 Camada de "Rachão"</b>					
19.1	Colocação do "rachão" (Brita de 250/500mm) para distribuição das tensões de forma homogeneizada, por toda a estrada. Colocada entre o Km 0+135 - Km 0+425	m3	5 000,00	13,65 €	68 250,00 €
19.2	Colocação de uma camada de brita de pequenas dimensões (90/125mm) para distribuição das tensões de forma homogeneizada, por toda a estrada. Colocada nos primeiros 135m	m3	2 000,00	10,00 €	20 000,00 €
19.3	Fornecimento e aplicação de manta geotêxtil, de alta densidade, envolta da camada de rachão, possuindo, esta, uma elevada resistência, à tracção, punçoamento, entre outros (200gr/m2)	m2	18 000,00	3,00 €	54 000,00 €
				Montante	386 245,00 €

Desenhos das soluções:

Caso Prático 1



**localização**  
Ligação da Rua Adelinho Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
Planta de Consolidação em colunas de Brita e contenção de terras em taludes em aterro

**projetou**  
Ricardo Seródio - estag. Abel Advantès - eng. Matfamide e Vilar do Paraíso

**desenhou**  
Ricardo Seródio - estagiário

**coordenou**  
Ruí Ramos - eng.

**Freguesia**

**data**  
Abril 2017

**escala**  
1/400

**desenho nº**  
01

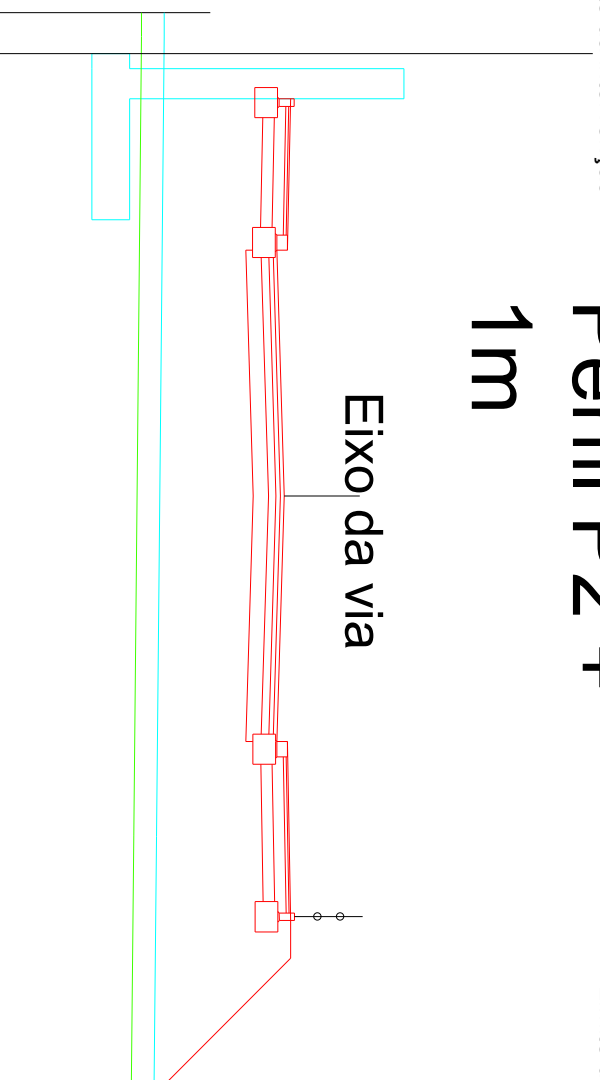


Limite da intervenção

# Perfil P2 +

# 1m

Limite da intervenção



**localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

**projetou**  
Ricardo Seródio - estag. Abel Advantès - eng

**Freguesia**  
Mafamude e Vilar do Paraíso

**desenhou**  
Ricardo Seródio - estagiário

**data**  
Abril 2017

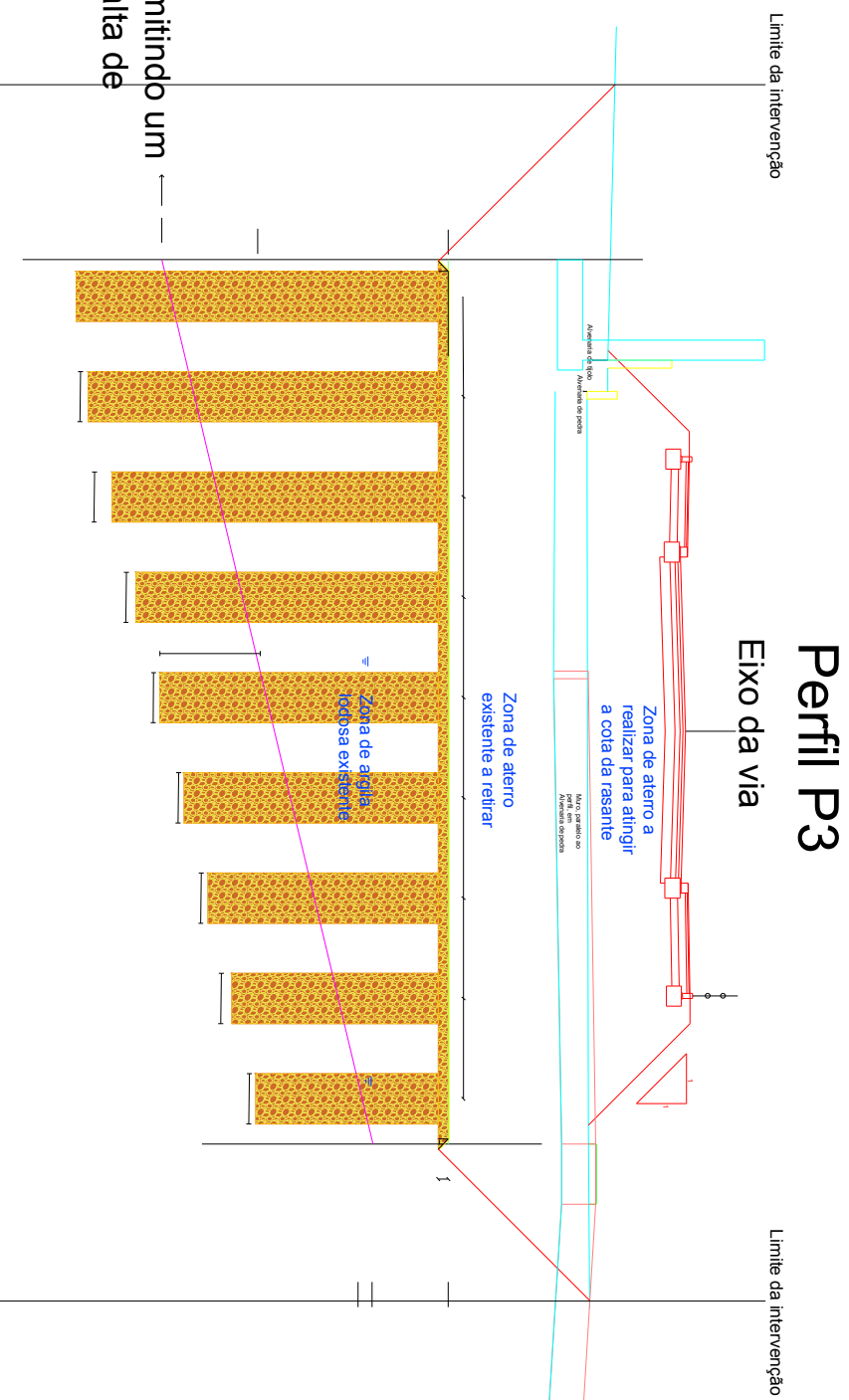
**coordenou**  
Rui Ramos - eng

**escala**  
1/100

**desenho nº**

02





Valor especulativo, admitindo um declive contínuo, por falta de informação.

**localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

**projetou** Ricardo Seródio . estag. Abel Advrantes . eng  
**desenhou** Ricardo Seródio . estagiário

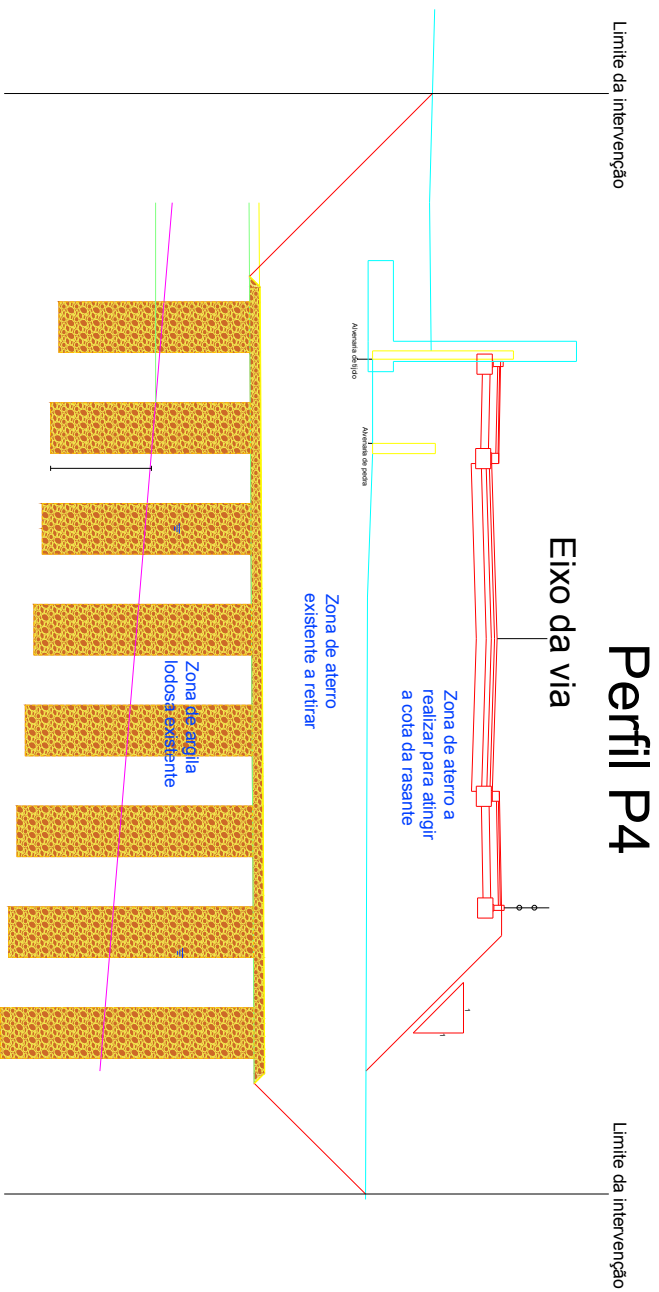
**data** Abril 2017  
**escala** 1/150  
**coordenou** Rui Ramos . eng

**Freguesia** Matamunde e Vilar do Paraíso

**desenho nº**



03



**localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

**projetou**  
Ricardo Seródio . estag. Abel Advrantes . eng

**Freguesia**  
Mafamude e Vilar do Paraíso

**desenhou**  
Ricardo Seródio . estagiário

**data**  
Abril 2017

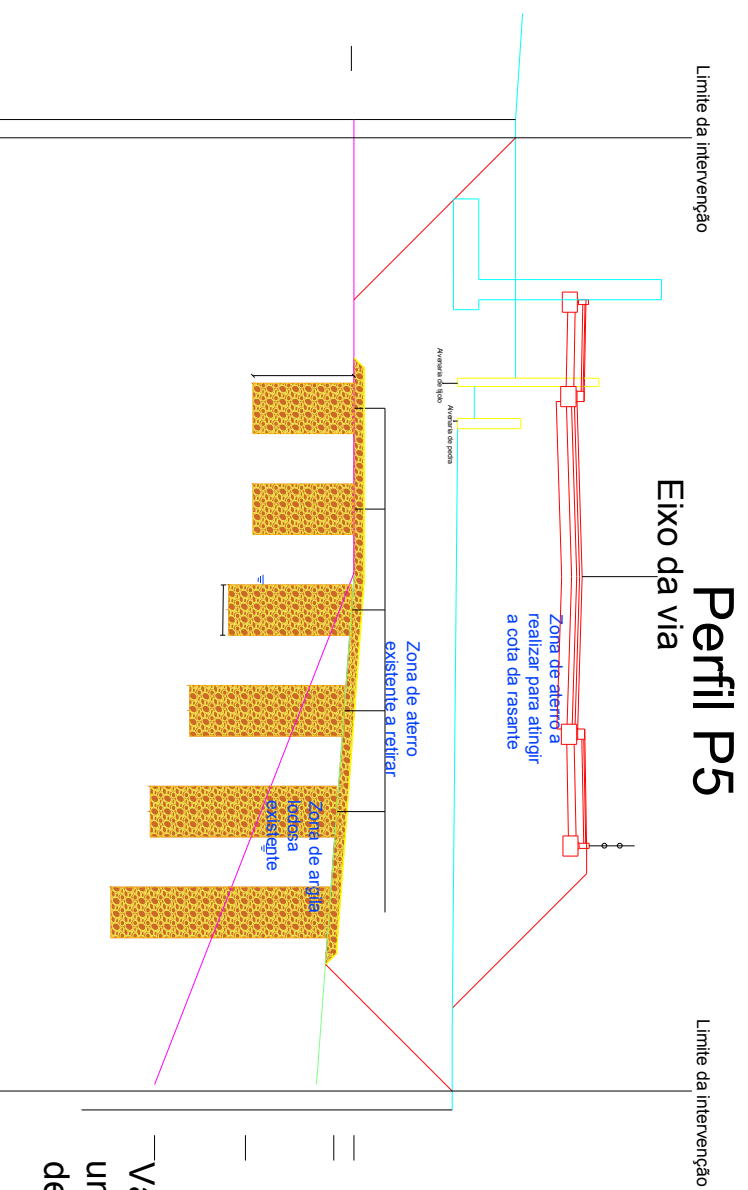
**coordenou**  
Rui Ramos . eng

**escala**  
1/150

**desenho nº**

04





Valor especulativo, admitindo um declive contínuo, por falta de informação.

**localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

**projeto** | Ricardo Seródio . estag. Abel Advantès . eng. Matfemude e Vilar do Paraíso

**desenho** | Ricardo Seródio . estagiário | **data** | Abril 2017

**coordenou** | Rui Ramos . eng. | **escala** | 1/150

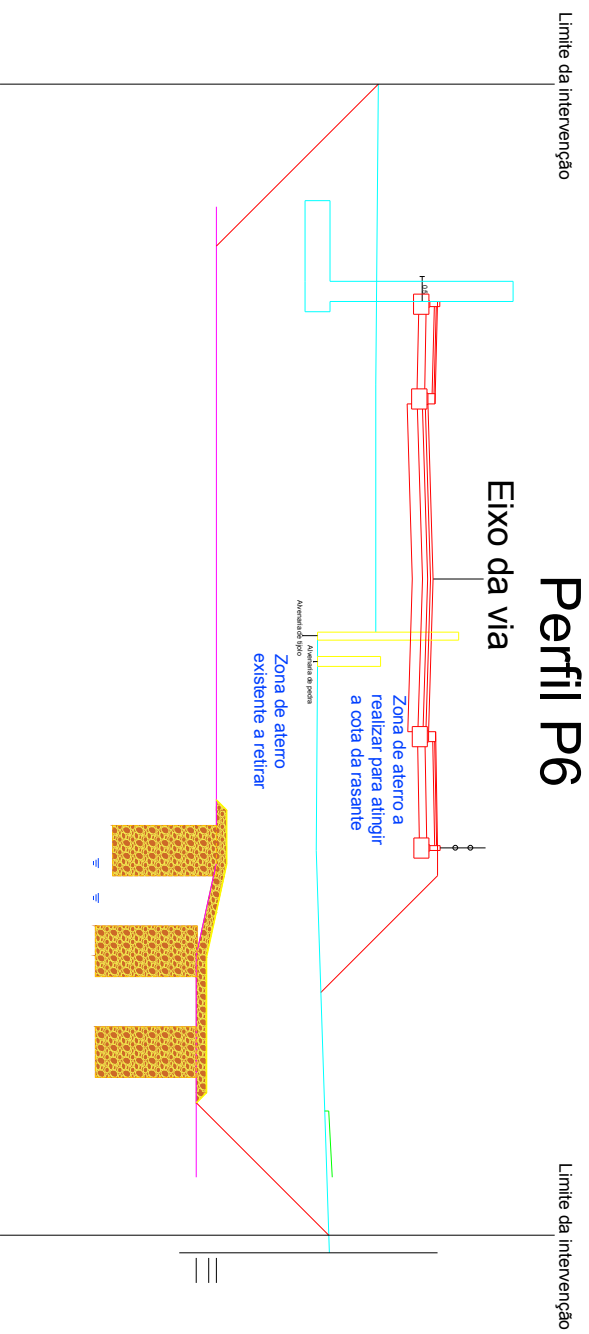
**Freguesia**

Matfemude e Vilar do Paraíso

**desenho nº**

05





**localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

**projetou**  
Ricardo Seródio . estag. Abel Advrantes . eng

**Freguesia**  
Mafamude e Vilar do Paraíso

**deseñhou**  
Ricardo Seródio . estagiário

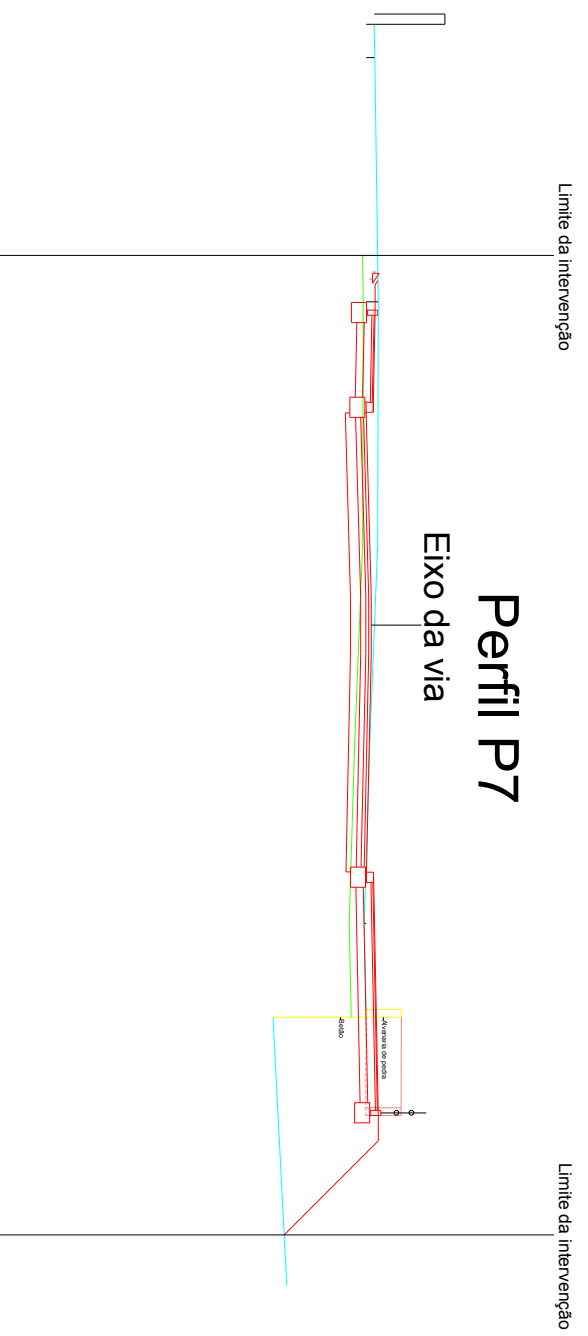
**data**  
Abril 2017

**coordenou**  
Rui Ramos . eng

**escala**  
1/150

**deseñho nº**  
06





**localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

**projetou**  
Ricardo Seródio . estag. Abel Advantès . eng

**desenhou**  
Ricardo Seródio . estagiário

**coordenou**  
Rui Ramos . eng

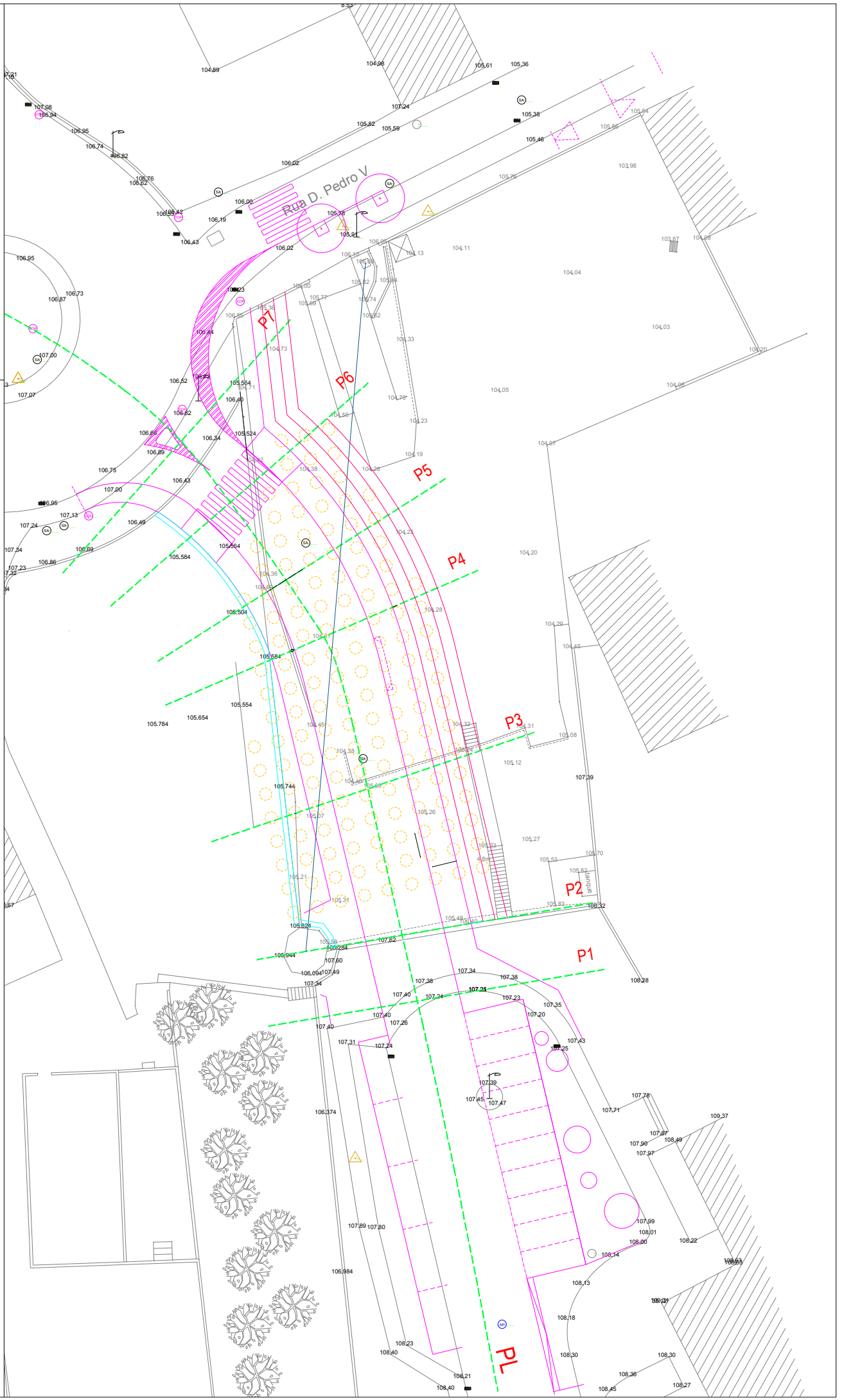
**Freguesia**  
Mafamude e Vilar do Paraíso

**data**  
Abril 2017

**escala**  
1/150

**desenho nº**  
07





**localização**  
Ligação da Rua Adelinho Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
Planta de Consolidação em colunas de Brita e contenção de terras muro de suporte em gabões

**projeto**  
Ricardo Seródio . estag. Abel Advantades . eng. Matamunde e Vilar do Paraíso

**Freguesia**

**desenho**  
Ricardo Seródio . estagiário

**data**  
Abril 2017

**coordenou**  
Rui Ramos . eng.

**escala**  
1/400

**desenho nº**

08



Perfil P2 +  
1m  
Limite da  
intervenção

Limite da  
intervenção



localização  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

identificação da peça desenhada  
Perfil transversal

projetou  
Ricardo Seródio . estag. Abel Advantès . eng

Freguesia  
Mafamude e Vilar do Paraíso

desenhou  
Ricardo Seródio . estagiário

data  
Abril 2017

coordenou  
Rui Ramos . eng

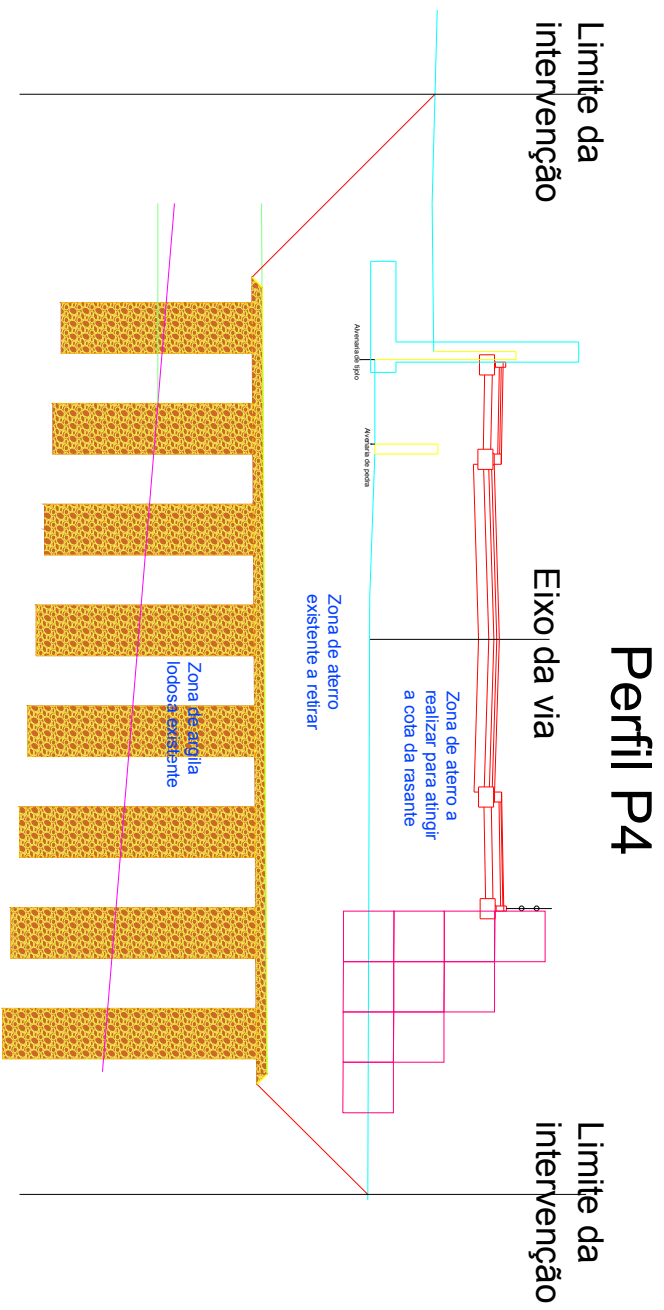
escala  
1/100

desenho nº

09







**localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

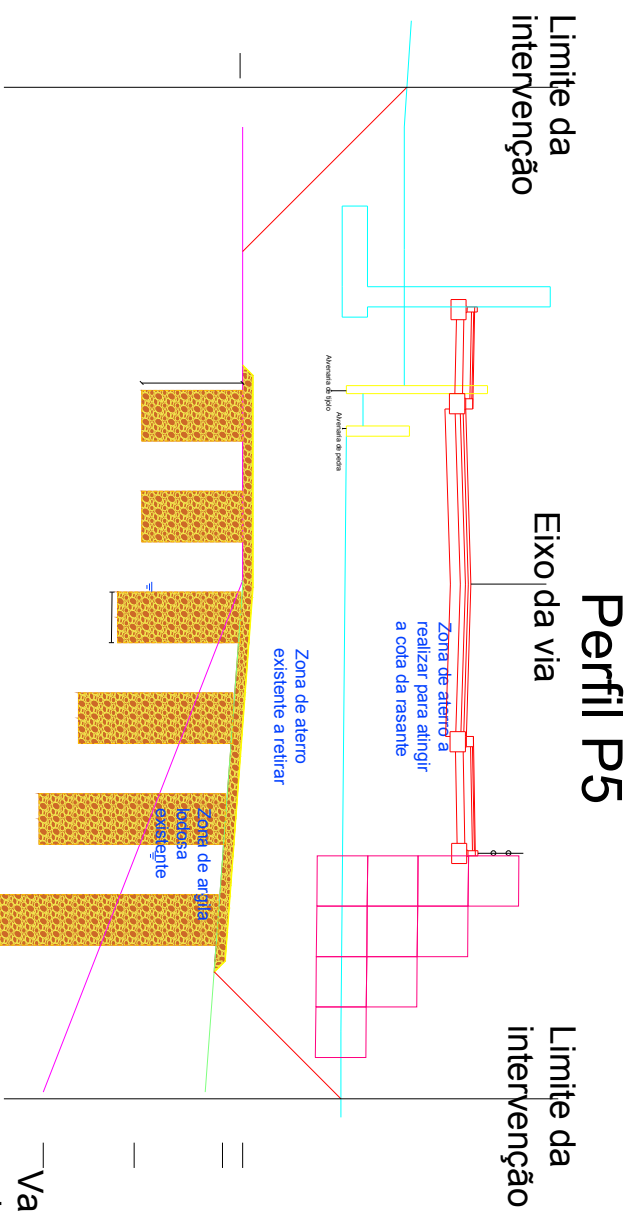
**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

<b>projetou</b>	Ricardo Seródio . estag. Abel Advrantes . eng	<b>Freguesia</b>	Matfamnude e Vilar do Paraíso
<b>desenhou</b>	Ricardo Seródio . estagiário	<b>data</b>	Abri! 2017
<b>coordenou</b>	Rui Ramos . eng	<b>escala</b>	1/150

**desenho nº**

11





— Valor especulativo, admitindo um declive contínuo, por falta de informação.

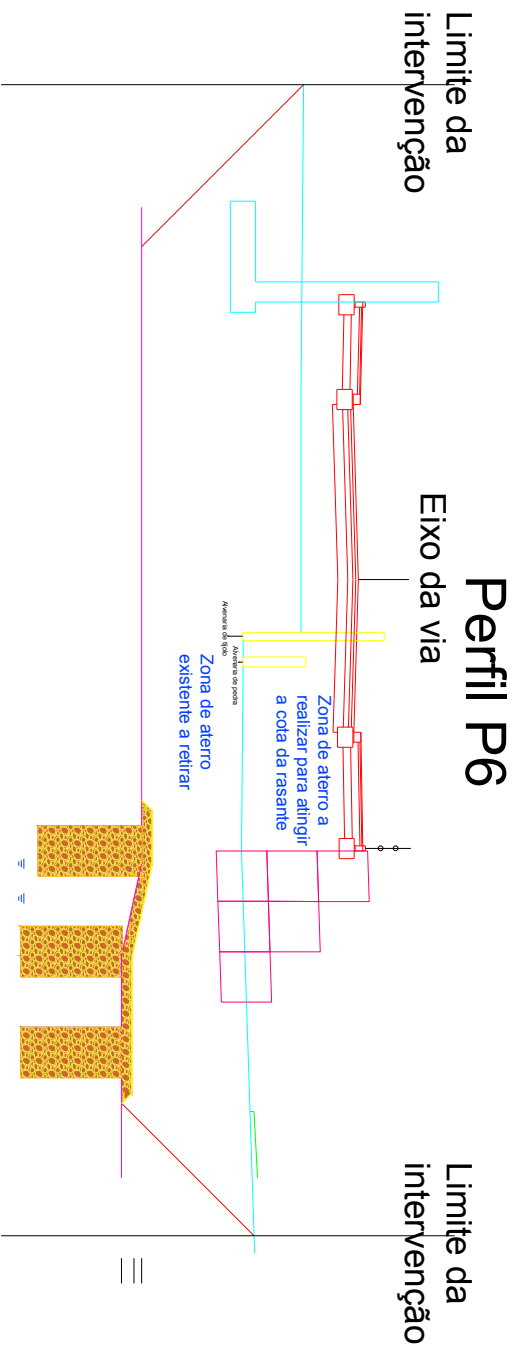
**localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

**projetou** | Ricardo Seródio . estag. Abel Advantès . eng  
**desenhou** | Ricardo Seródio . estagiário

**Freguesia** | Matfimumde e Vilar do Paraíso  
**data** | Abril 2017  
**coordenou** | Rui Ramos . eng  
**escala** | 1/150





**localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

**projetou**  
Ricardo Seródio . estag. Abel Advrantes . eng

**desenhou**  
Ricardo Seródio . estagiário

**coordenou**  
Rui Ramos . eng

**Freguesia**

Matamunde e Vilar do Paraíso

**data**

Abril 2017

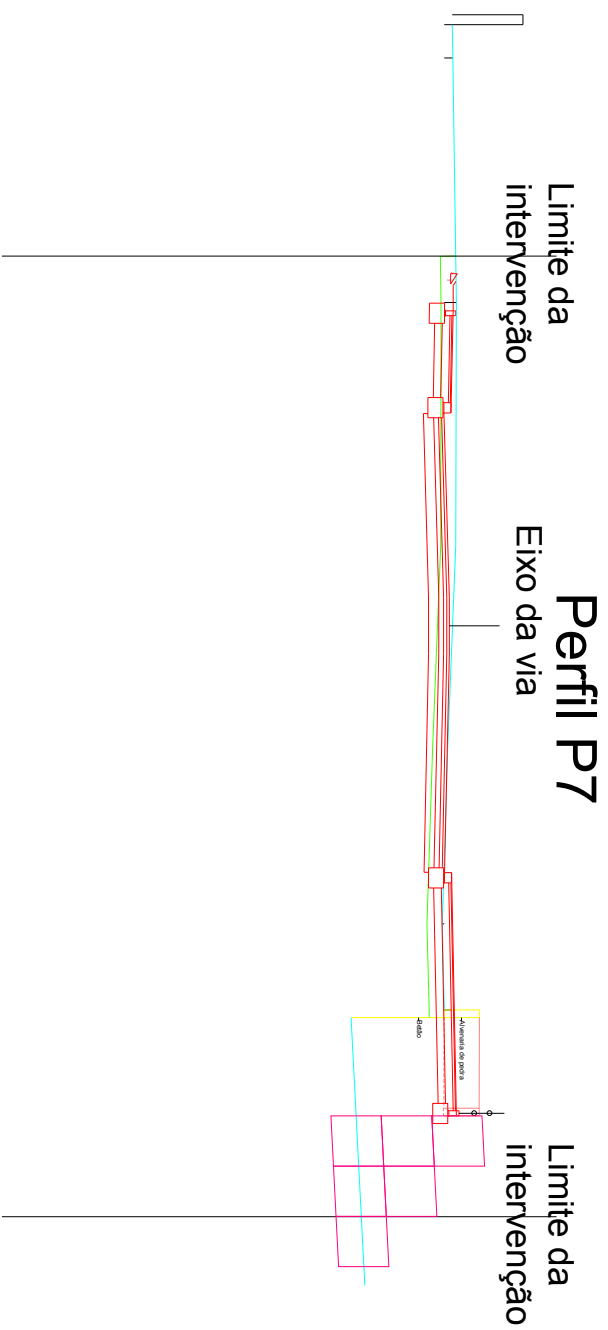
**escala**

1/150

**desenho nº**

13





**localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

**projetou**  
Ricardo Seródio - estag. Abel Advantès - eng

**desenhou**  
Ricardo Seródio - estagiário

**coordenou**  
Rui Ramos - eng

**Freguesia**  
Mafamude e Vilar do Paraíso

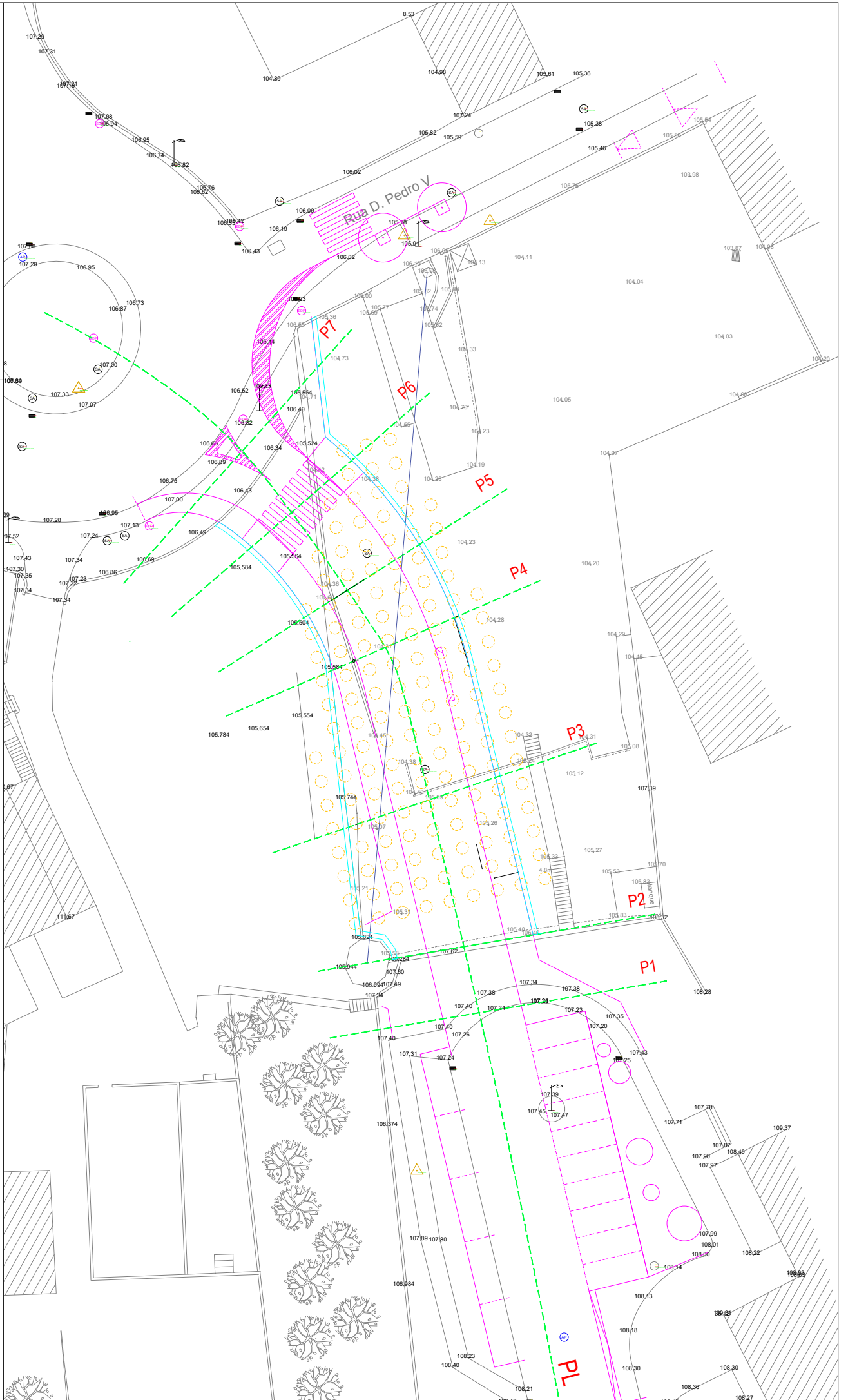
**data**  
Abril 2017

**escala**  
1/150

**desenho nº**

14





**Localização**  
 Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**Identificação da peça desenhada**  
 Planta de Consolidação em colunas de Brita e contenção de terras muro de suporte betão armado

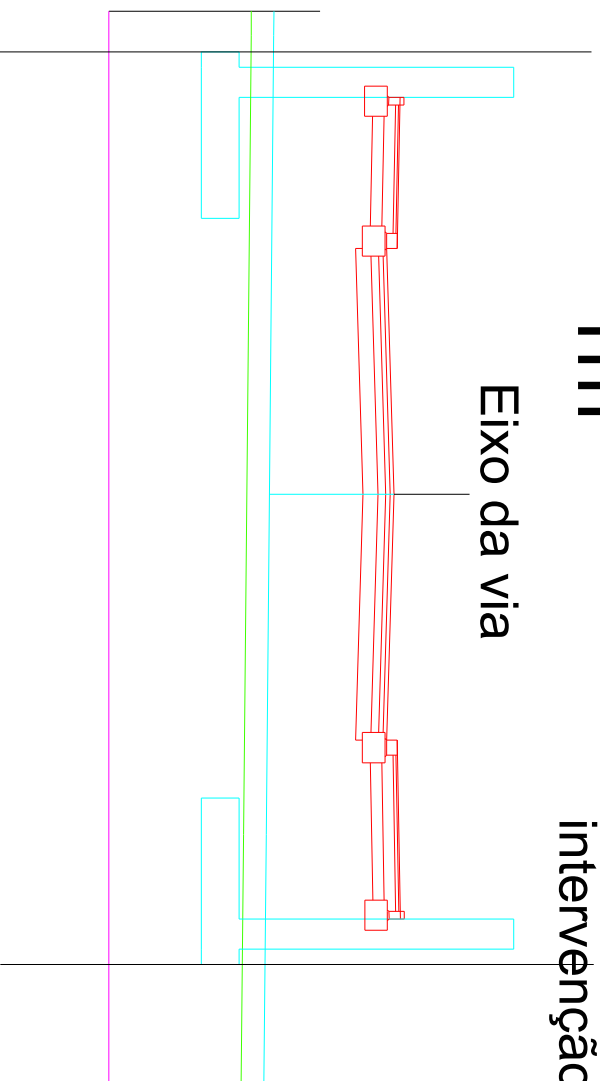
<b>projetou</b>	<b>Freguesia</b>
Ricardo Seródio - estag. Abel Advantès - eng. Matamunde e Vilar do Paraíso	
<b>desenhou</b>	<b>data</b>
Ricardo Seródio - estagiário	Abri'l 2017
<b>coordenou</b>	<b>escala</b>
Rui Ramos - eng.	1/400
	<b>desenho nº</b>
	15



Limite da  
intervenção

# Perfil P2 + 1m

Limite da  
intervenção



**localização**

Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**

Perfil transversal

**projeto**

Ricardo Seródio . estag. Abel Advantès . eng. Matfámmude e Vilar do Paraíso

**desenho**

Ricardo Seródio . estagiário

**data**

Abri! 2017

**coordenou**

Rui Ramos . eng.

**Frequência**

Matfámmude e Vilar do Paraíso

**escala**

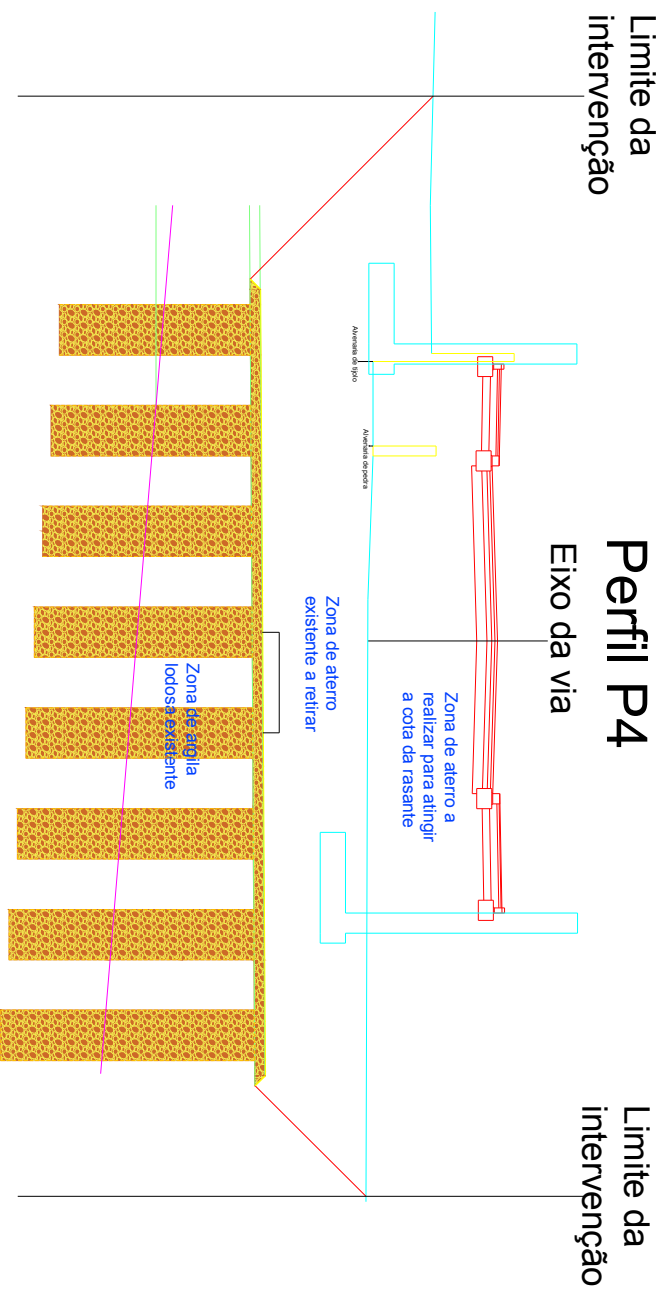
1/100

**desenho nº**

16







**localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

**projetou** Ricardo Seródio . estag. Abel Advrantes . eng  
**Freguesia** Matfamnude e Vilar do Paraíso

**desenhou** Ricardo Seródio . estagiário  
**data** Abril 2017

**coordenou** Rui Ramos . eng  
**escala** 1/150

**desenho nº**

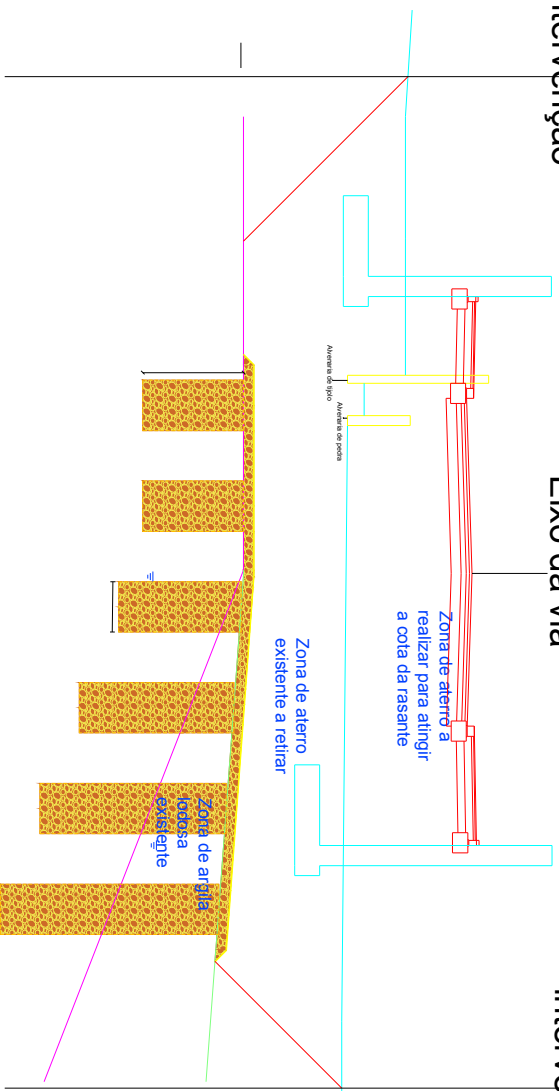


Limite da  
intervenção

## Perfil P5

Eixo da via

Limite da  
intervenção



— Valor especulativo,  
admitindo um  
declive contínuo,  
por falta de  
informação.

### localização

Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

### projetou

Ricardo Seródio . estag. Abel Advantès . eng

### Freguesia

Mafamude e Vilar do Paraíso

### desenhou

Ricardo Seródio . estagiário

### data

Abri'l 2017

### coordenou

Rui Ramos . eng

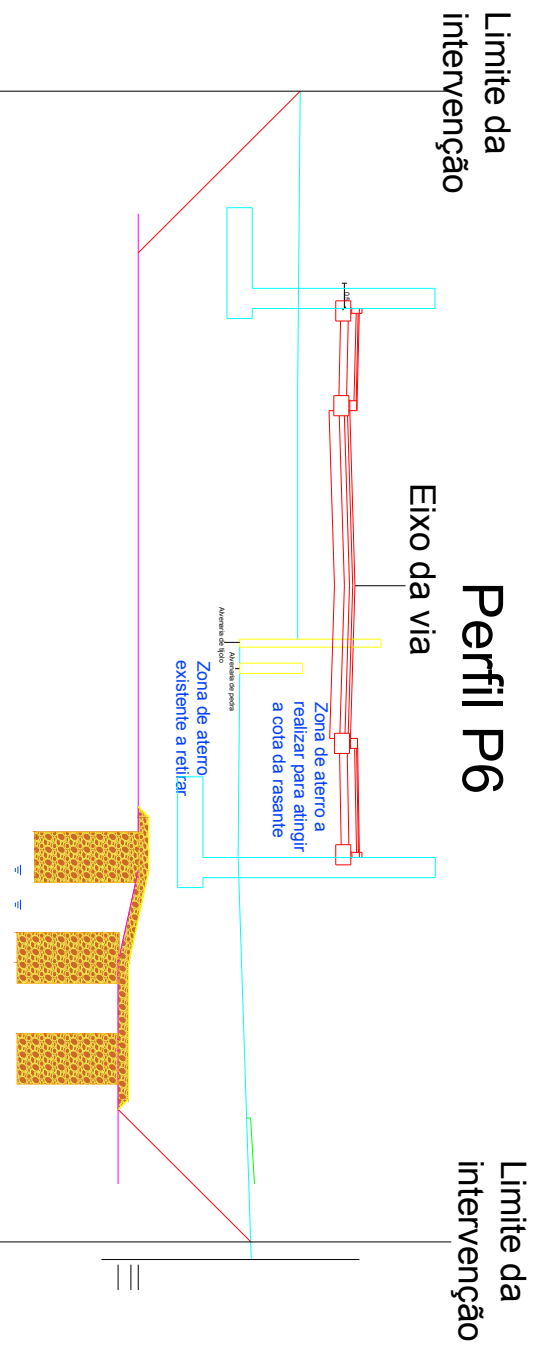
### escala

1/150

### desenho nº

19





**localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**projetou** Ricardo Seródio . estag. Abel Advrantes . eng  
**desenhou** Ricardo Seródio . estagiário  
**Freguesia** Matfamnude e Vilar do Paraíso

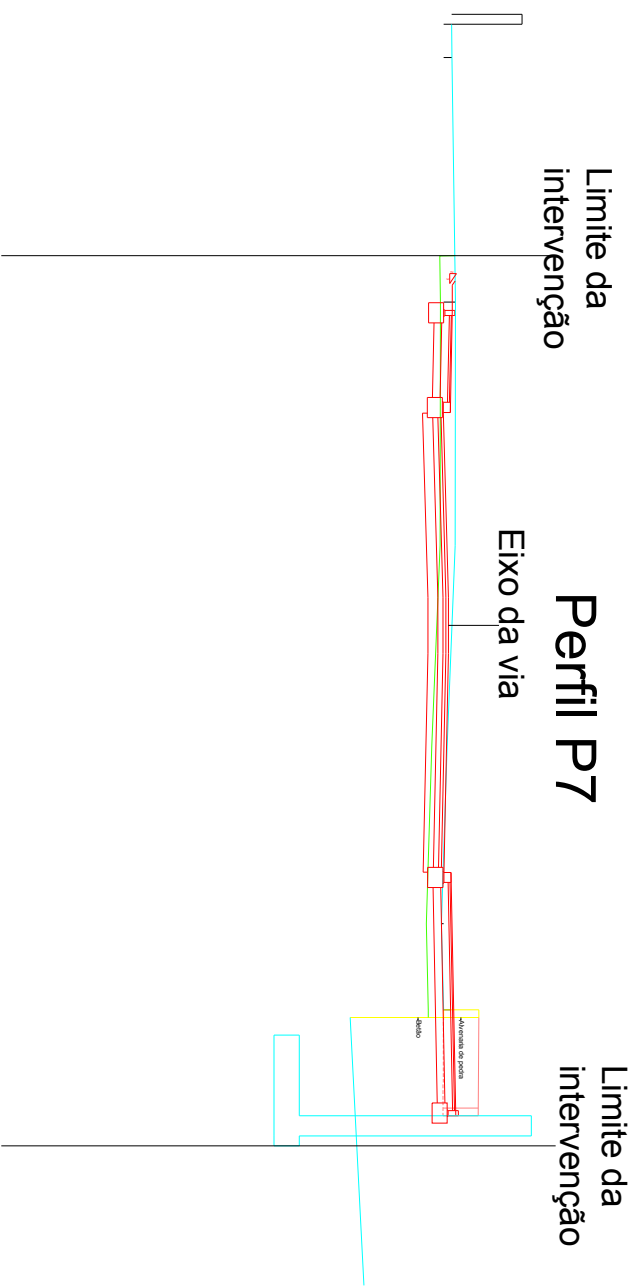
**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

**coordenou** Rui Ramos . eng

**data** Abril 2017  
**escala** 1/150

**desenho nº**





**localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

**projetou**  
Ricardo Seródio . estag. Abel Advrantes . eng

**Freguesia**  
Mafamude e Vilar do Paraíso

**desenhou**  
Ricardo Seródio . estagiário

**data**  
Abril 2017

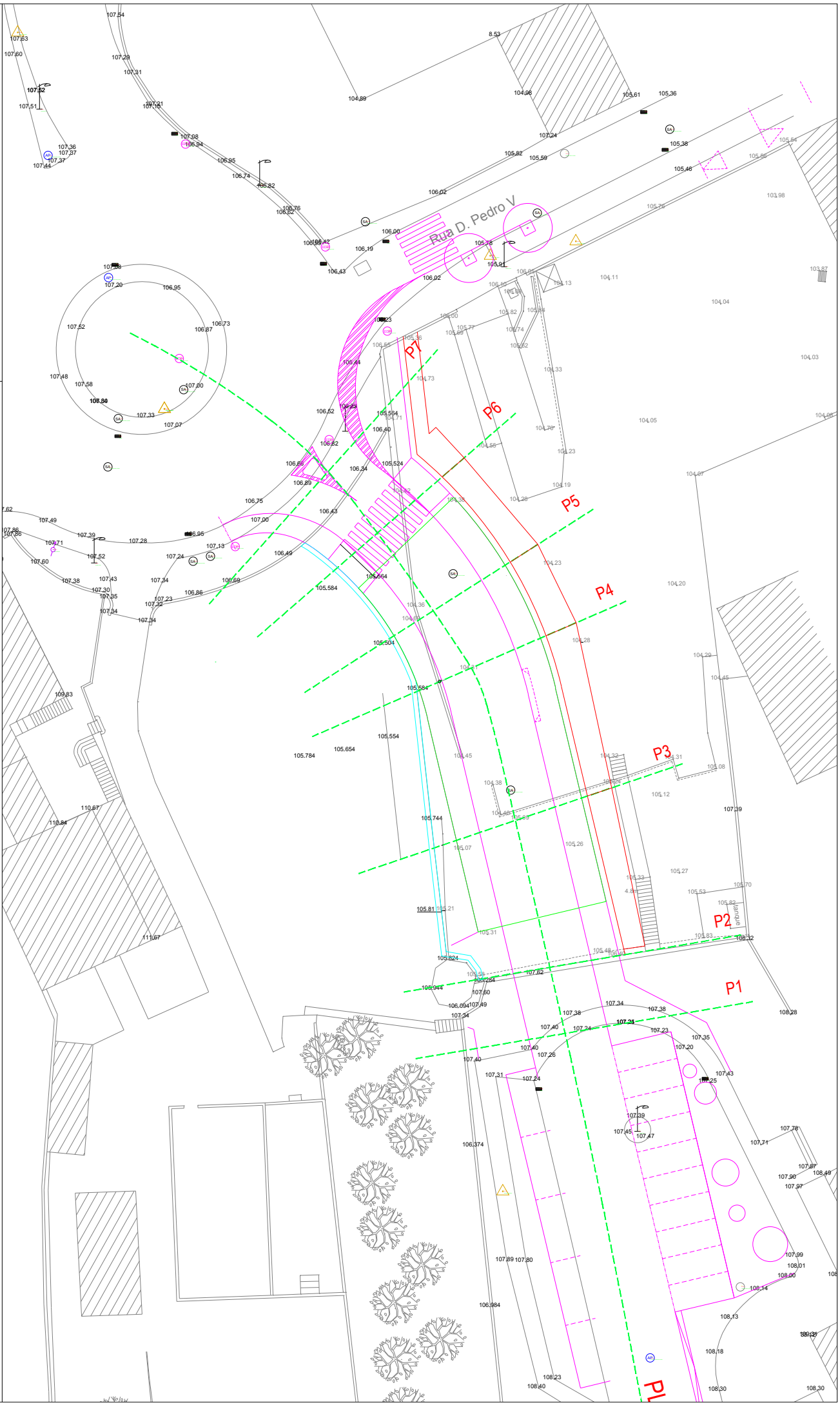
**coordenou**  
Rui Ramos . eng

**escala**  
1/150

**desenho nº**

21





**Localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**Identificação da peça desenhada**  
Planta de Consolidação camada de "rachão" e contenção de terras em taludes em aterro

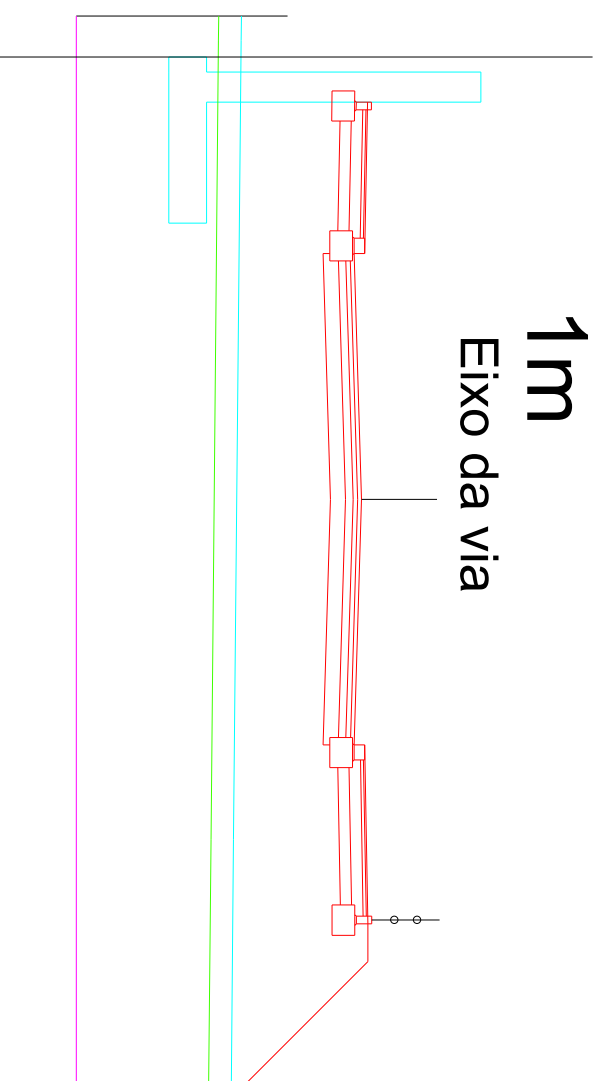
<b>projetou</b>	<b>Freguesia</b>
Ricardo Seródio - estag.	Matemunde e Vilar do Paraíso
<b>desenhou</b>	<b>data</b>
Ricardo Seródio - estagiário	Abri'l 2017
<b>coordenou</b>	<b>escala</b>
Rui Ramos - eng.	1/400
	<b>desenho nº</b>
	22

Limite da  
intervenção

# Perfil P2 + 1m

Limite da  
intervenção

Eixo da via



localização

Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

projetou

Ricardo Seródio . estag. Abel Advantes . eng. Mafamude e Vilar do Paraíso

Freguesia

Mafamude e Vilar do Paraíso

desenhou

Ricardo Seródio . estagiário

data

Abril 2017

coordenou

Rui Ramos . eng.

escala

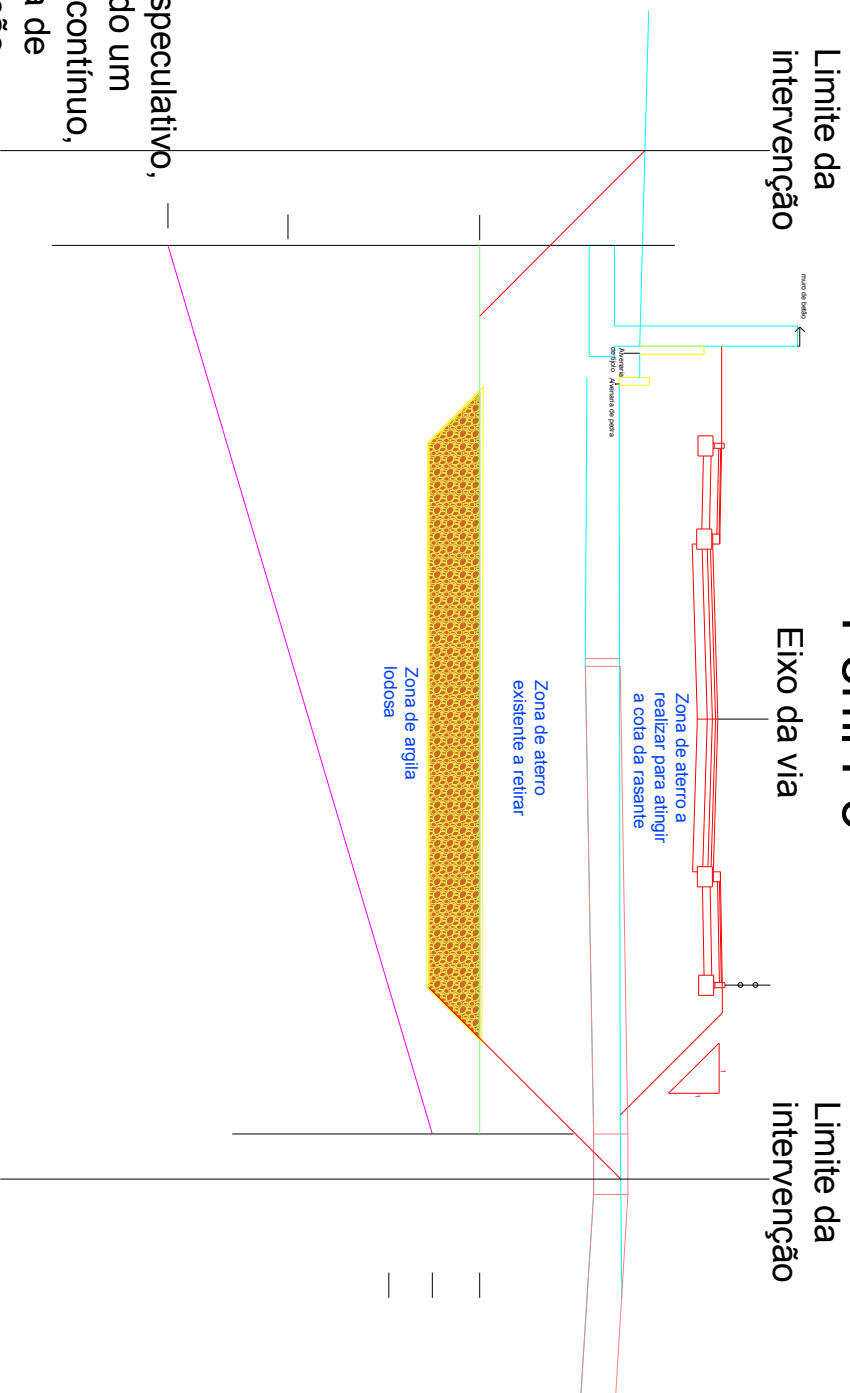
1/100

desenho nº

23



# Perfil P3



Valor especulativo, admitindo um declive contínuo, por falta de informação.

**localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

Limite da intervenção

Eixo da via

Limite da intervenção

**projetou**  
Ricardo Seródio . estag. Abel Advrantes . eng

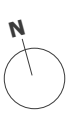
**Freguesia**  
Mafamude e Vilar do Paraíso

**desenhou**  
Ricardo Seródio . estagiário

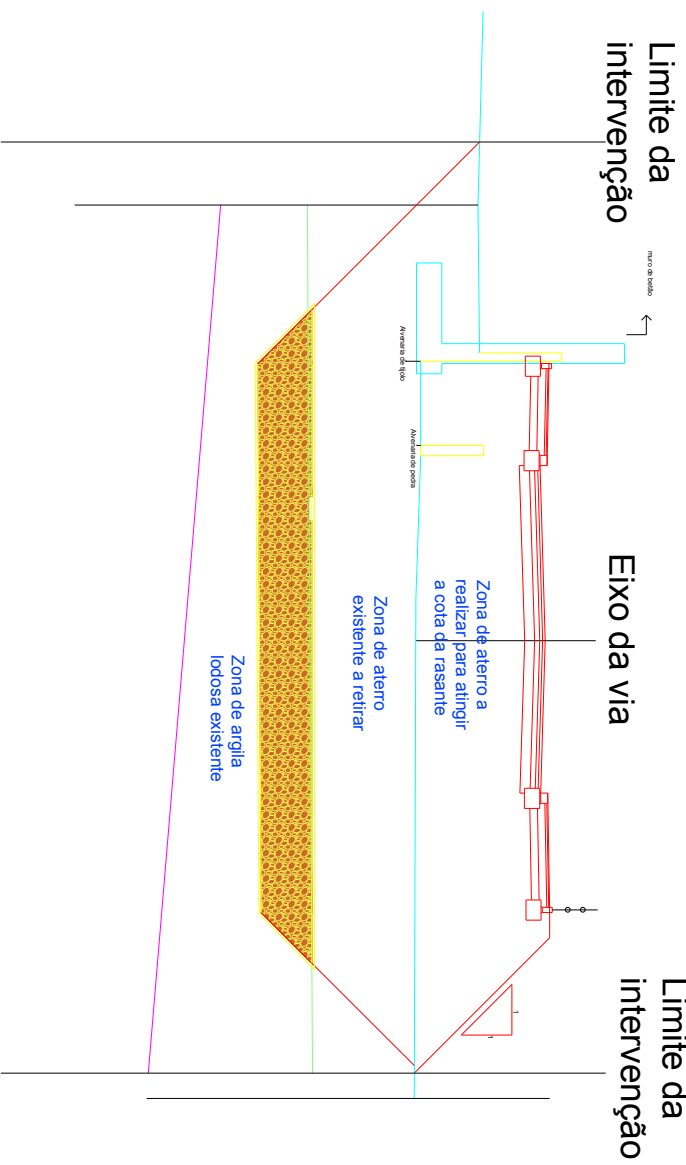
**data**  
Abril 2017

**coordenou**  
Rui Ramos . eng

**escala**  
1/150



# Perfil P4



**localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

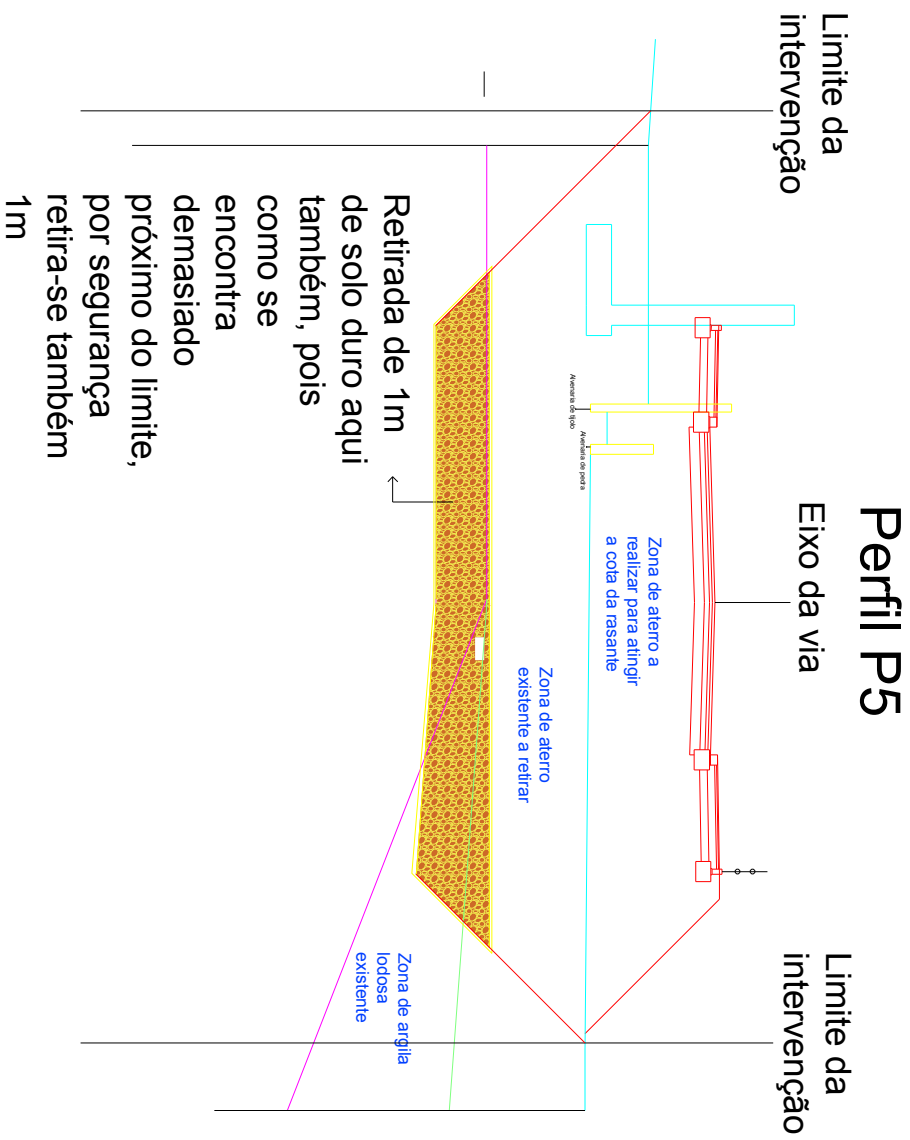
**projetou** Ricardo Seródio . estag. Abel Advrantes . eng  
**Freguesia** Matfarnude e Vilar do Paraíso

**desenhou** Ricardo Seródio . estagiário  
**data** Abril 2017  
**coordenou** Rui Ramos . eng  
**escala** 1/150

**desenho nº**

25





Valor especulativo, admitindo um declive contínuo, por falta de informação.

**localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

**projetou**  
Ricardo Seródio . estag. Abel Advantès . eng. Matfamnude e Vilar do Paraíso

**desenhou**  
Ricardo Seródio . estagiário

**coordenou**  
Rui Ramos . eng.

**Freguesia**  
Matfamnude e Vilar do Paraíso

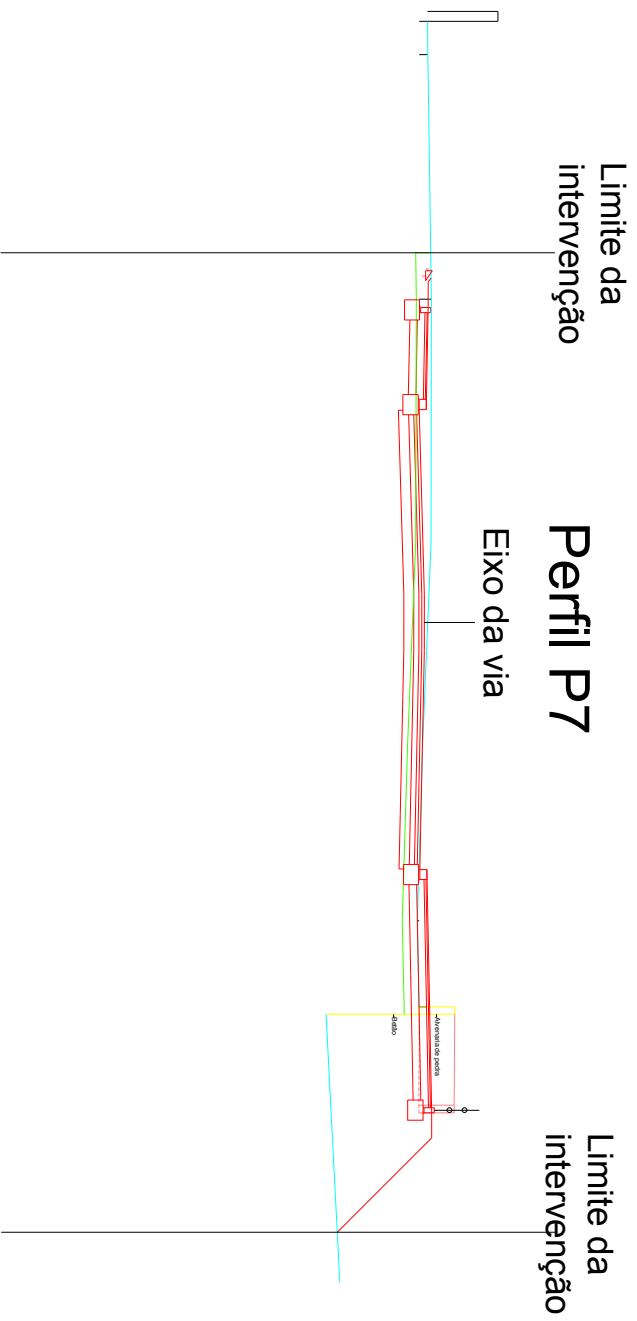
**data**  
Abril 2017

**escala**  
1/150

**desenho nº**







**localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

**projetou**  
Ricardo Seródio . estag. Abel Advrantes . eng

**desenhou**  
Ricardo Seródio . estagiário

**coordenou**  
Rui Ramos . eng

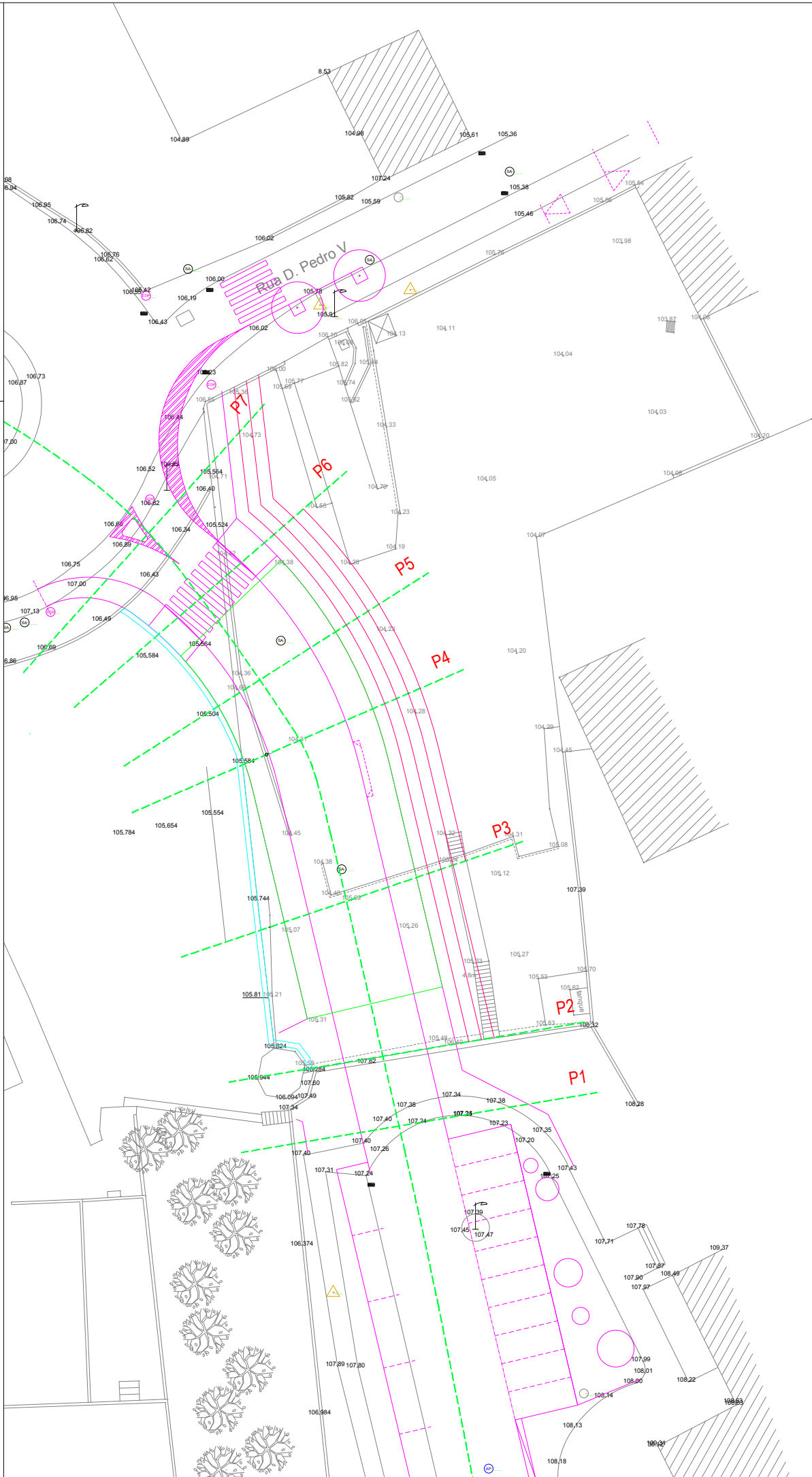
**Freguesia**  
Mafamude e Vilar do Paraíso

**data**  
Abril 2017

**escala**  
1/150

**desenho nº**





**Localização**  
 Ligação da Rua Adelfino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**Identificação da peça desenhada**  
 Planta de Consolidação camada de "rachão" e contenção de terras em muro de gabões

**projeto**  
 Ricardo Seródio . estag. Abel Advantès . eng. Mafumude e Vilar do Paraíso

**desenho**  
 Ricardo Seródio . estagiário

**coordenou**  
 Rui Ramos . eng.

**data**  
 Abril 2017

**escala**  
 1/400

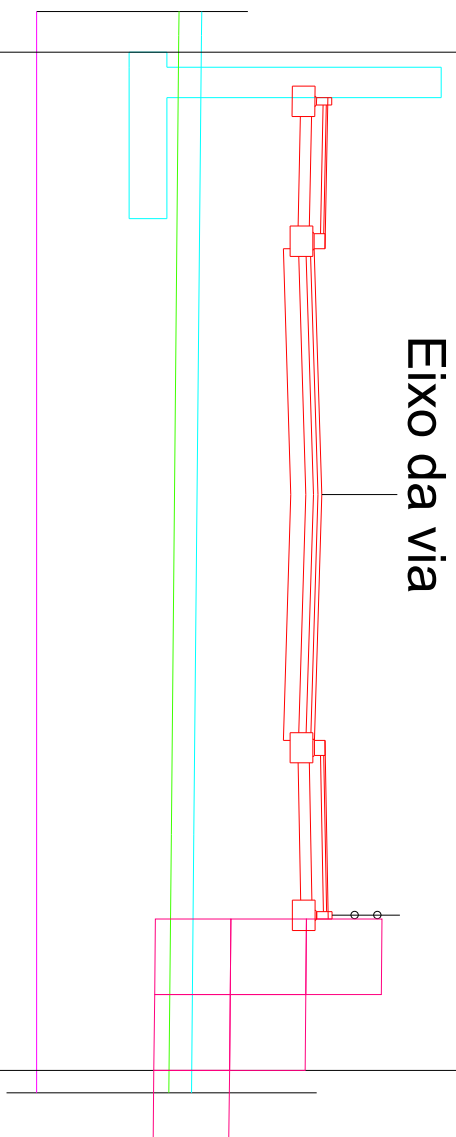
**desenho nº**  
 29



Limite da intervenção

# Perfil P2 + 1m

Limite da intervenção



**localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

**projetou**  
Ricardo Seródio . estag. Abel Advantès . eng

**Freguesia**  
Mafamude e Vilar do Paraíso

**desenhou**  
Ricardo Seródio . estagiário

**data**  
Abril 2017

**coordenou**  
Rui Ramos . eng

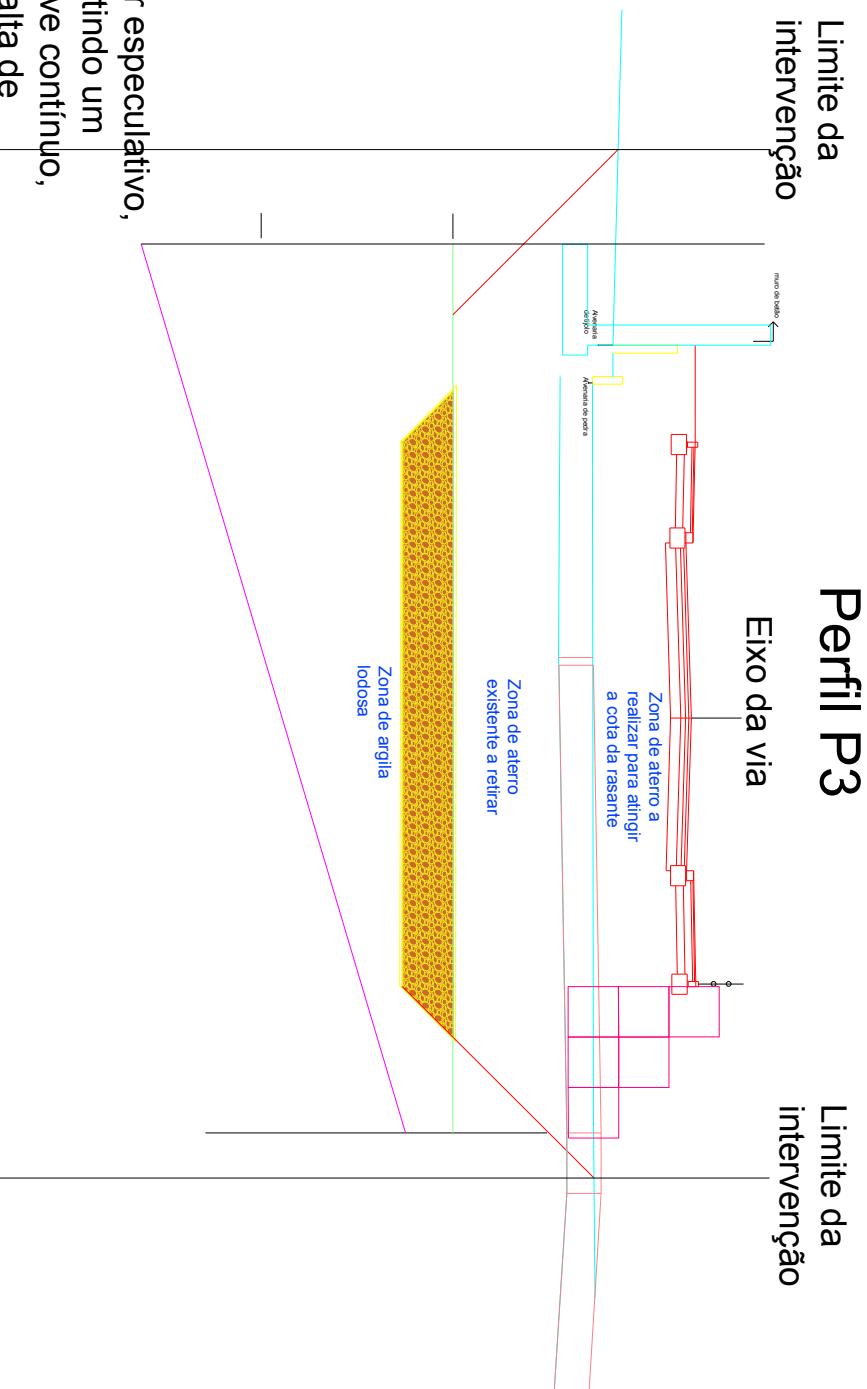
**escala**  
1/100

**desenho nº**

30



Valor especulativo, admitindo um declive contínuo, por falta de informação.



Limite da intervenção

## Perfil P3

Eixo da via

Limite da intervenção

localização  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

identificação da peça desenhada  
Perfil transversal

projetou  
Ricardo Seródio . estag. Abel Advantès . eng

desenhou  
Ricardo Seródio . estagiário

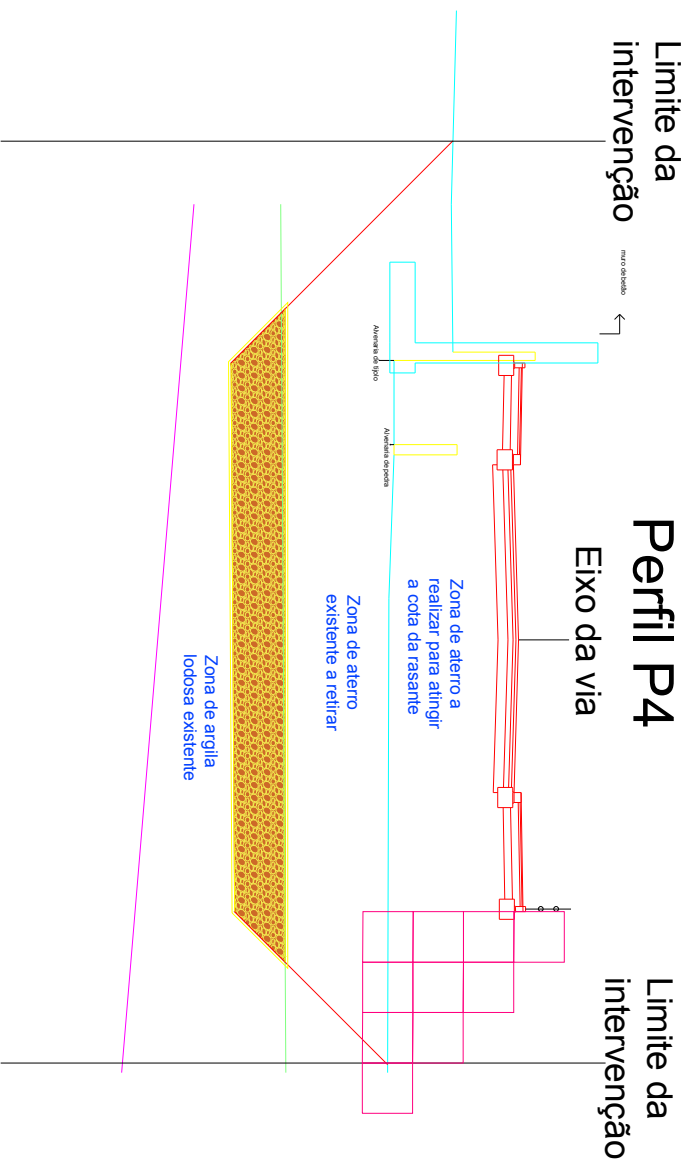
coordenou  
Rui Ramos . eng

Freguesia  
Matfámu de e Vilar do Paraíso

data  
Abril 2017

escala  
1/150





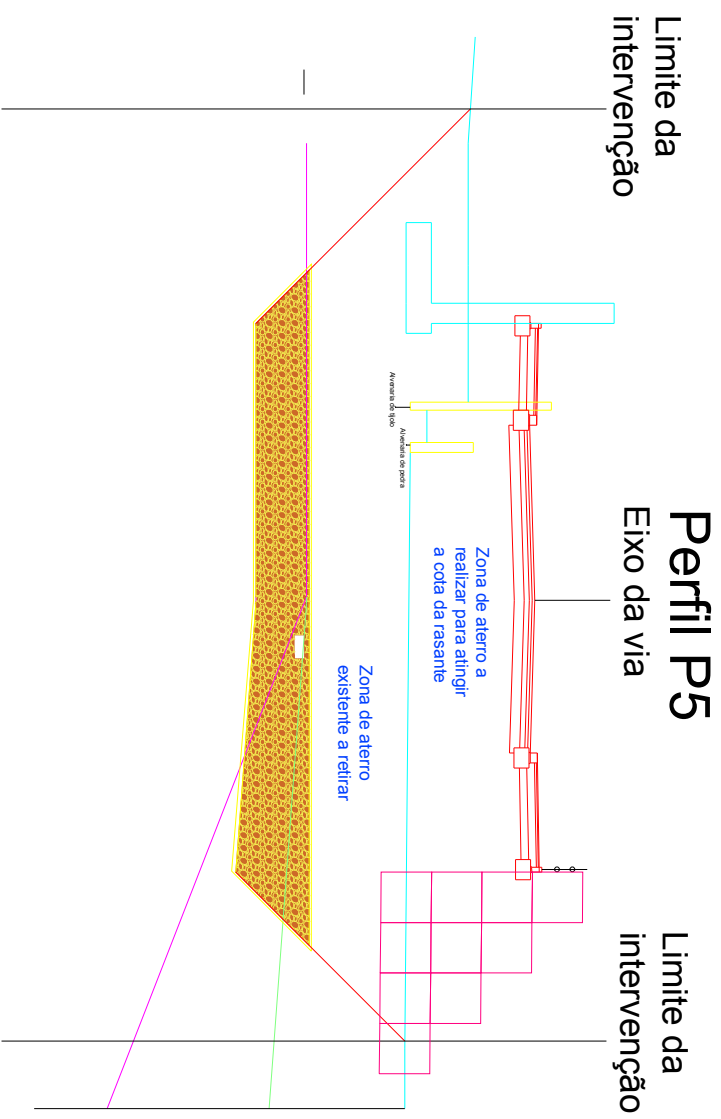
**localização**  
 Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
 Perfil transversal

**projetou** | Ricardo Seródio . estag. Abel Advrantes . eng  
**desenhou** | Ricardo Seródio . estagiário  
**coordenou** | Rui Ramos . eng

**Freguesia** | Matfamnude e Vilar do Paraíso  
**data** | Abril 2017  
**escala** | 1/150  
**desenho nº** |





— Valor especulativo, admitindo um declive contínuo, por falta de informação.

**localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

**projetou**  
Ricardo Seródio . estag, Abel Advantès . eng, Matfemude e Vilar do Paraíso

**desenhou**  
Ricardo Seródio . estagiário

**coordenou**  
Rui Ramos . eng

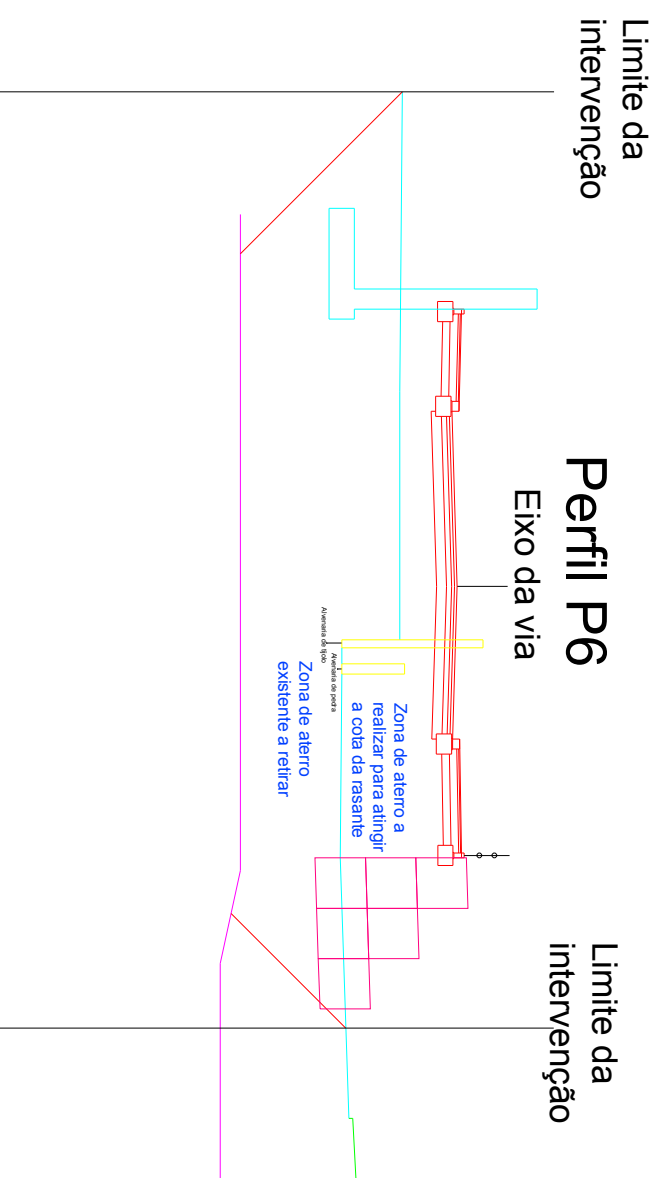
**Freguesia**  
Matfemude e Vilar do Paraíso

**data**  
Abril 2017

**escala**  
1/150

**desenho nº**  
33





**localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

**projetou**  
Ricardo Seródio . estag. Abel Advrantes . eng

**desenhou**  
Ricardo Seródio . estagiário

**coordenou**  
Rui Ramos . eng

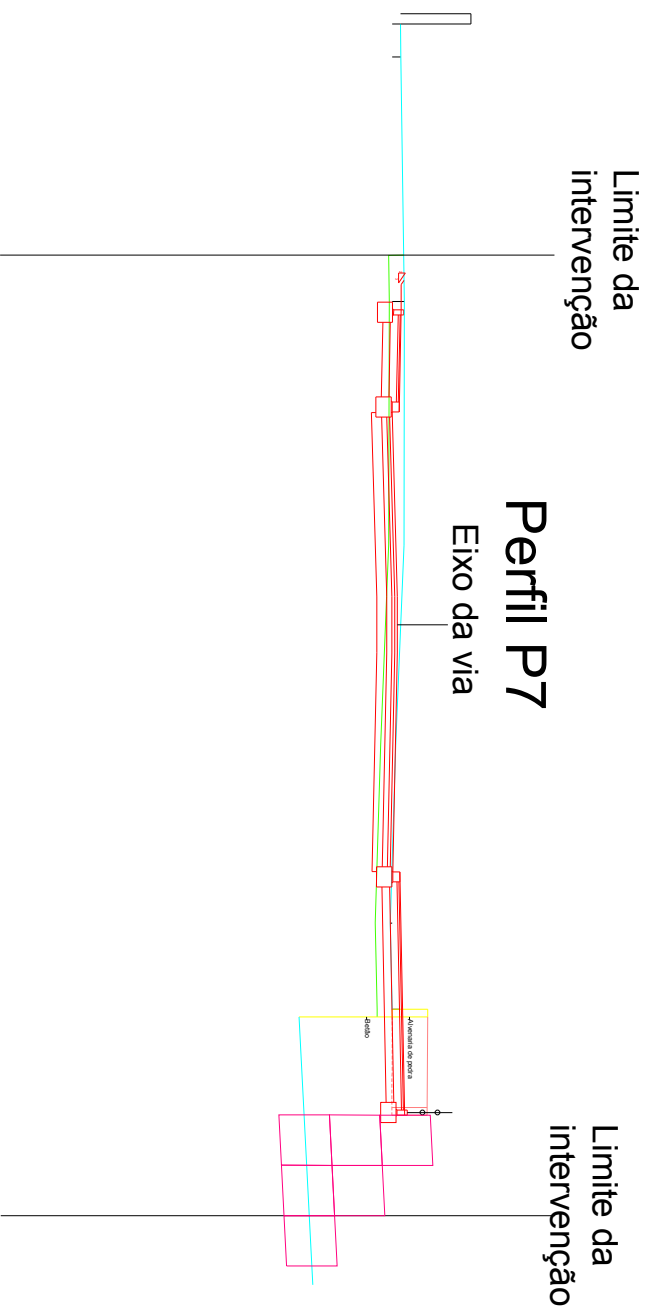
**Freguesia**  
Matfarnude e Vilar do Paraíso

**data**  
Abril 2017

**escala**  
1/150

**desenho nº**  
34





**localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

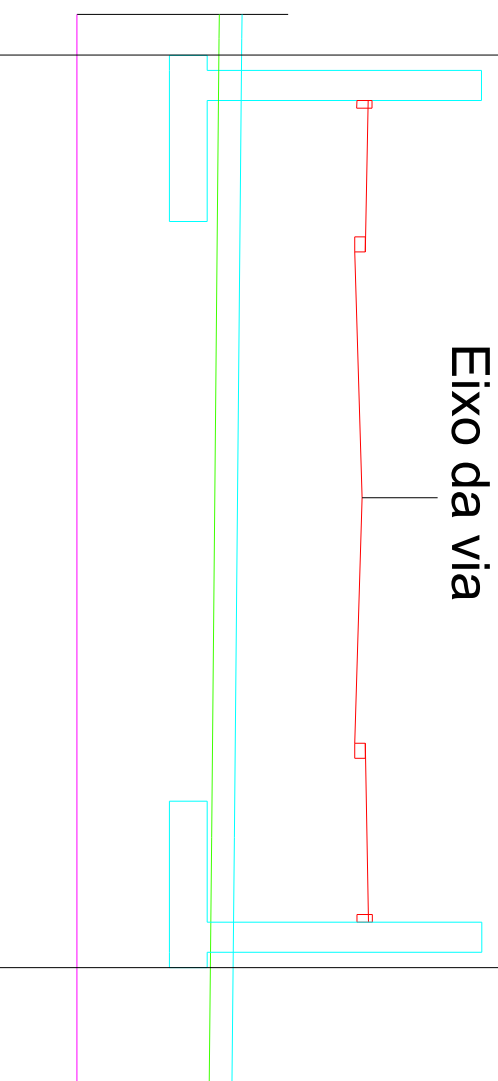
**projetou** Ricardo Seródio - estag. Abel Advrantes - eng  
**desenhou** Ricardo Seródio - estagiário  
**coordenou** Rui Ramos - eng

**Freguesia** Matfarnude e Vilar do Paraíso  
**data** Abril 2017  
**escala** 1/150





Limite da intervenção 1m Perfil P2 + Limite da intervenção



localização  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

identificação da peça desenhada  
Perfil transversal

projetou  
Ricardo Seródio . estag. Abel Advantès . eng

desenhou  
Ricardo Seródio . estagiário

coordenou  
Rui Ramos . eng

Freguesia  
Mafamude e Vilar do Paraíso

data  
Abril 2017

escala  
1/100

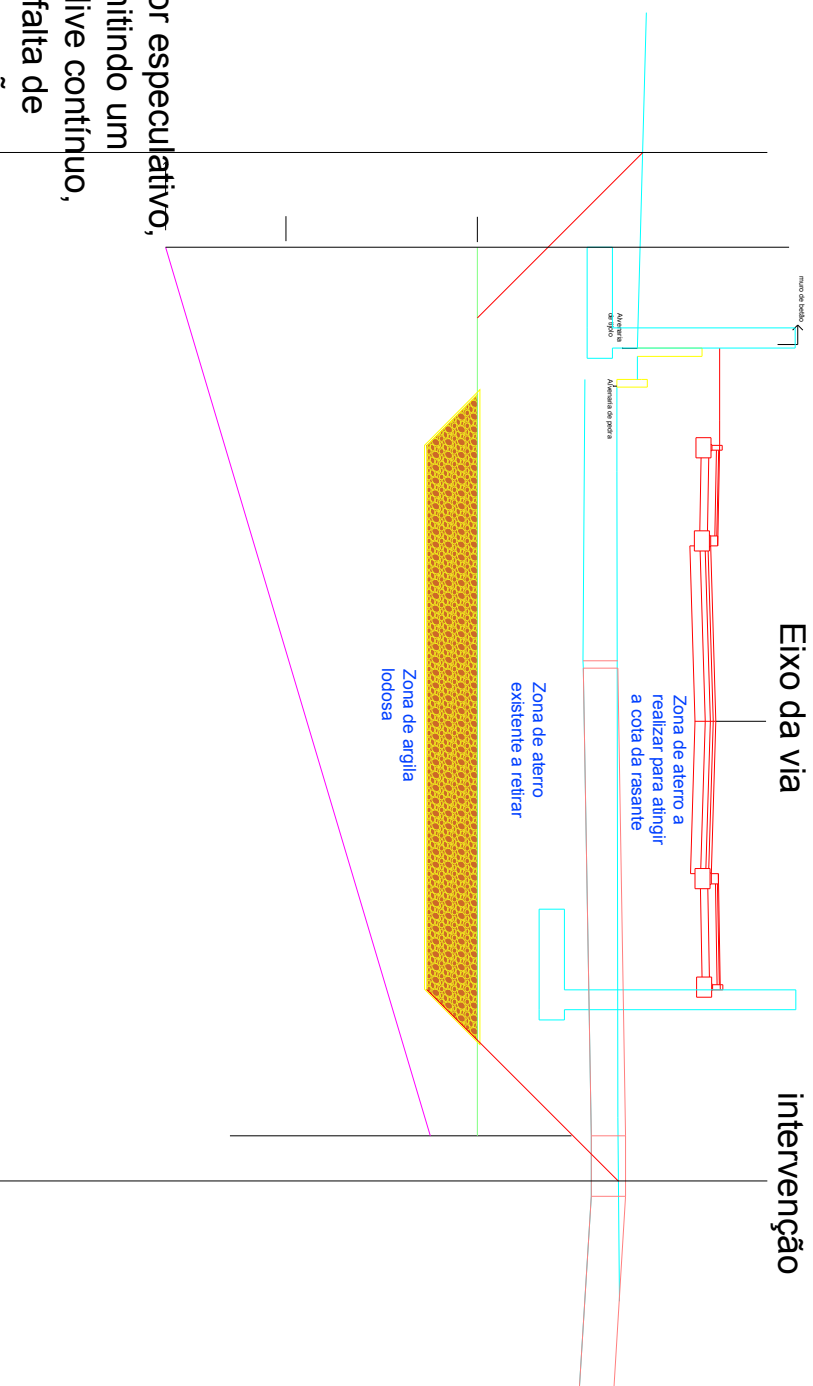
desenho nº



Limite da  
intervenção

## Perfil P3

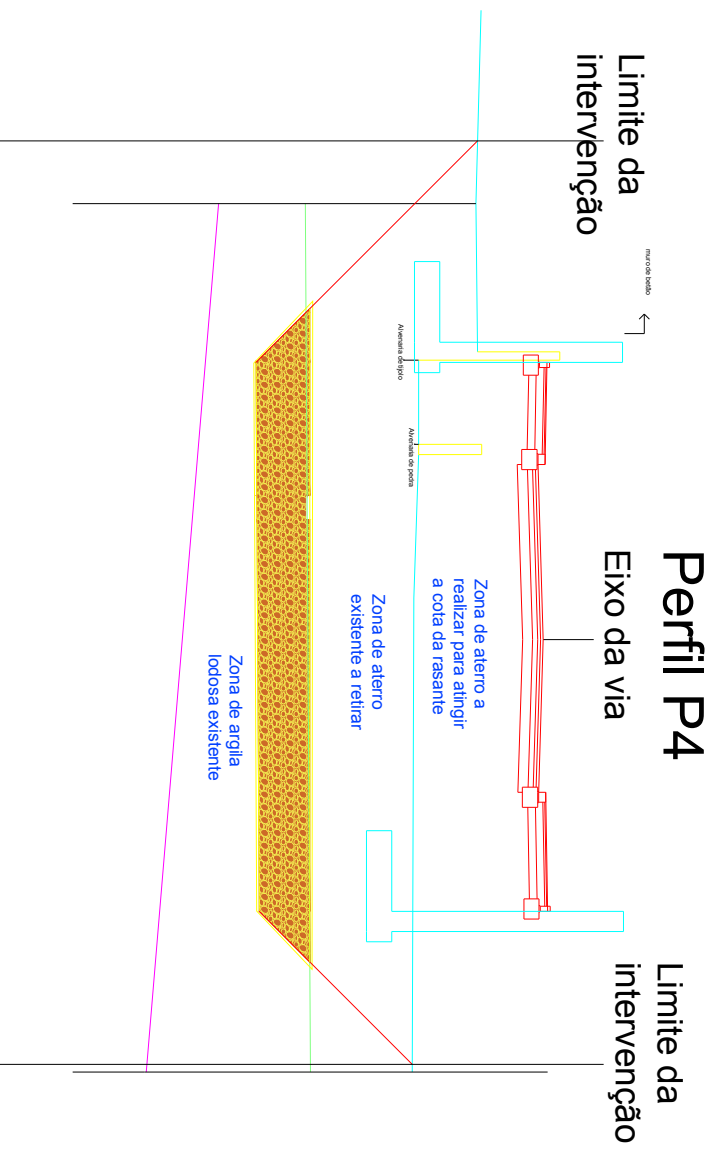
Limite da  
intervenção



Valor especulativo,  
admitindo um  
declive contínuo,  
por falta de  
informação.

<b>localização</b> Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V	<b>projeto</b> Ricardo Seródio . estag. Abel Advrantes . eng	<b>Freguesia</b> Mafamude e Vilar do Paraíso
<b>identificação da peça desenhada</b> Perfil transversal	<b>desenho</b> Ricardo Seródio . estagiário	<b>data</b> Abril 2017
	<b>coordenou</b> Rui Ramos . eng	<b>escala</b> 1/150
		<b>desenho nº</b> 38





**localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

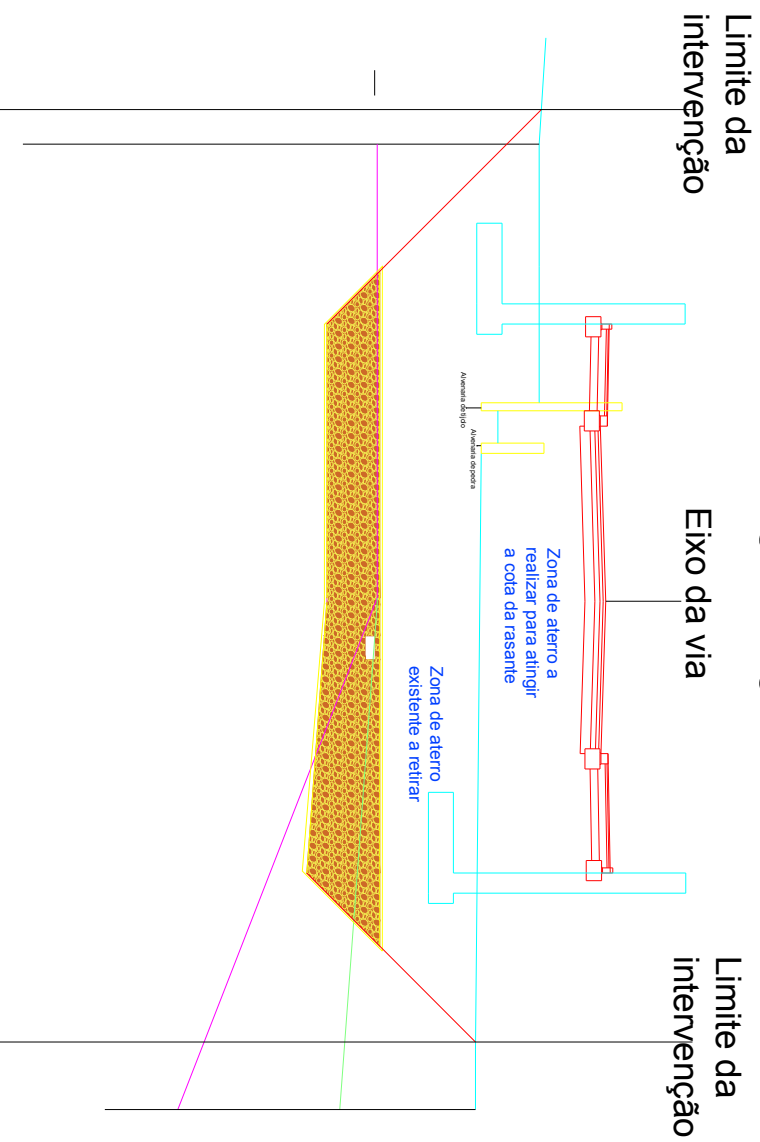
**projetou** | Ricardo Seródio . estag. Abel Advrantes . eng  
**Freguesia** | Matfarnude e Vilar do Paraíso

**desenhou** | Ricardo Seródio . estagiário  
**data** | Abril 2017  
**coordenou** | Rui Ramos . eng  
**escala** | 1/150

**desenho nº**



# Perfil P5



— Valor especulativo, admitindo um declive contínuo, por falta de informação.

**localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

**projeto**  
Ricardo Seródio . estag. Abel Advantès . eng

**desenho**  
Ricardo Seródio . estagiário

**coordenou**  
Rui Ramos . eng

**Freguesia**  
Matfamnude e Vilar do Paraíso

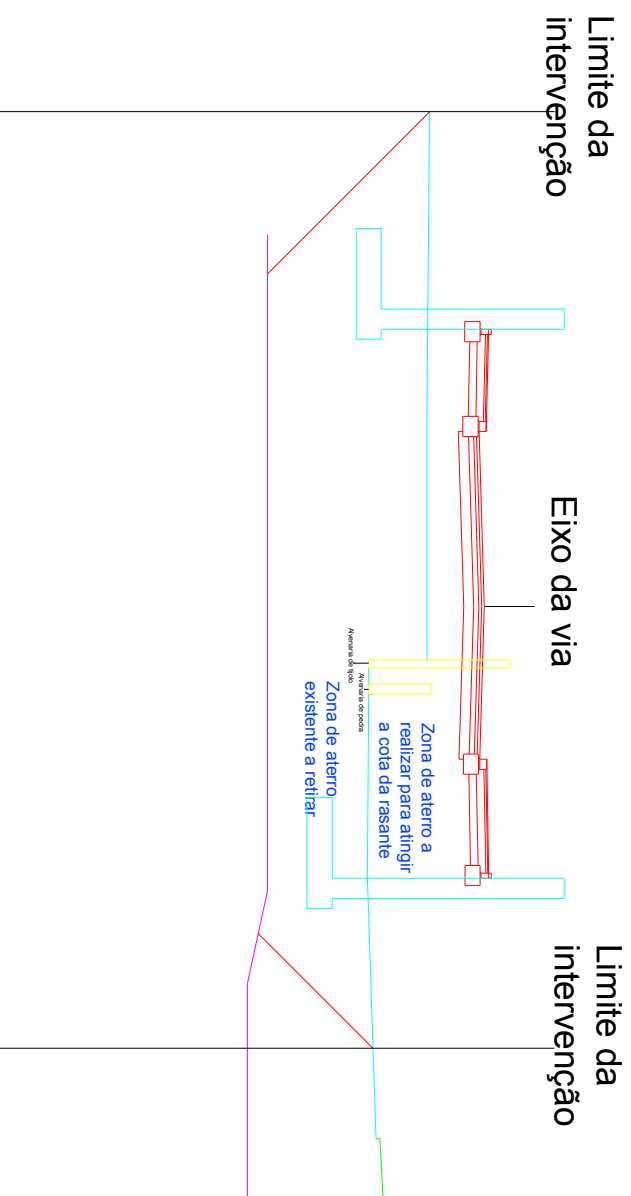
**data**  
Abril 2017

**escala**  
1/150

**desenho nº**



# Perfil P6



**localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

**projetou** Ricardo Seródio . estag. Abel Advantès . eng  
**desenhou** Ricardo Seródio . estagiário  
**coordenou** Rui Ramos . eng

**Freguesia**

Mafamude e Vilar do Paraíso

**data**

Abri'l 2017

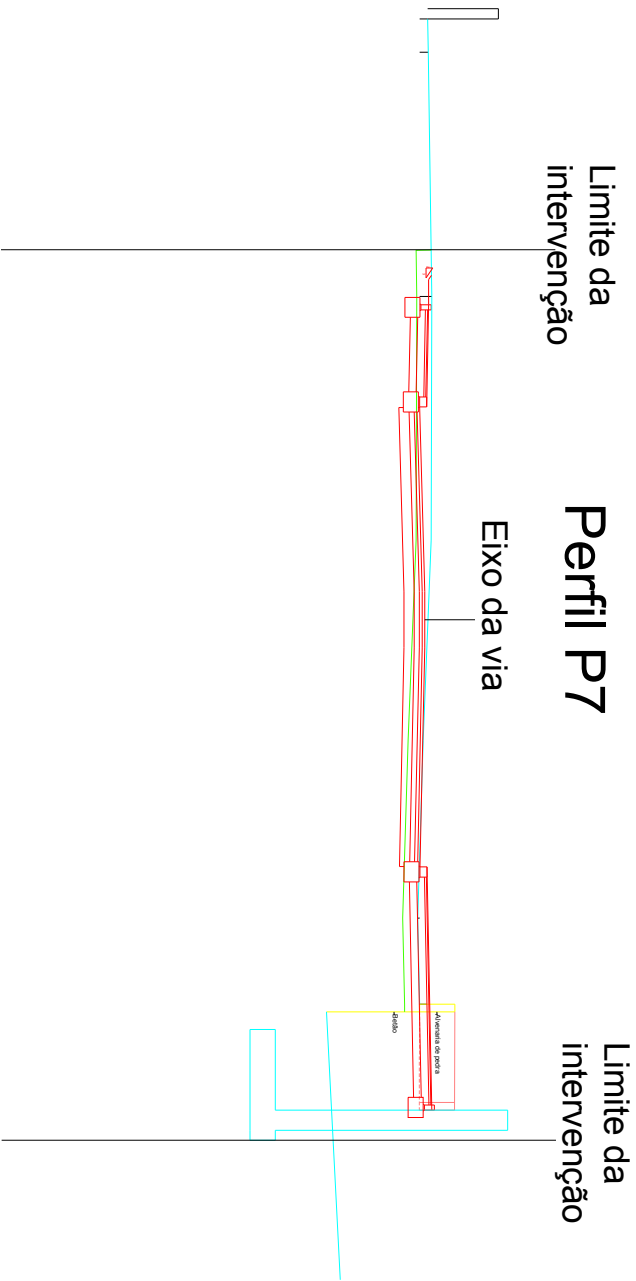
**escala**

1/150

**desenho nº**

41





**localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

**projetou**  
Ricardo Seródio . estag. Abel Advrantes . eng

**desenhou**  
Ricardo Seródio . estagiário

**coordenou**  
Rui Ramos . eng

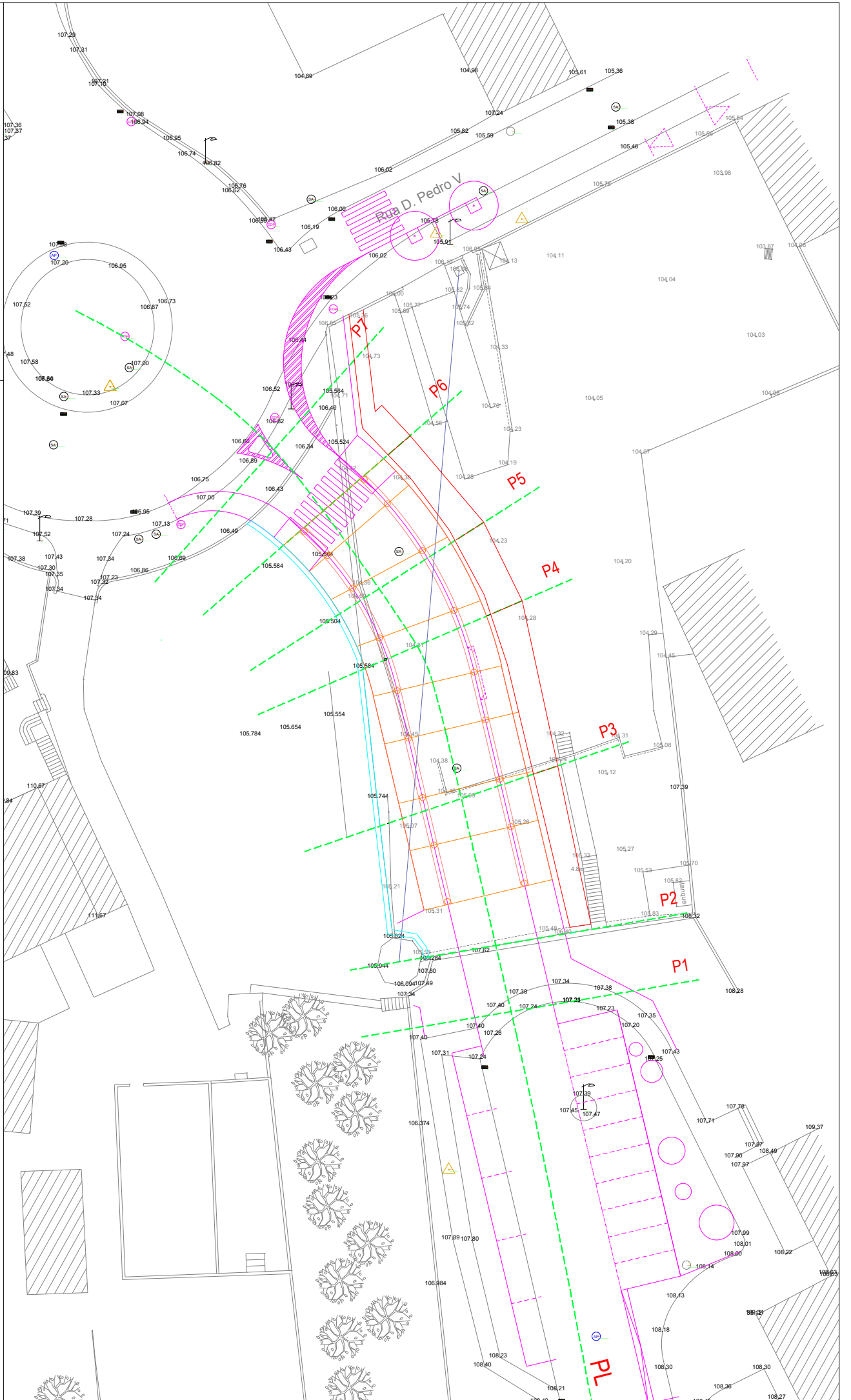
**Freguesia**  
Mafamude e Vilar do Paraíso

**data**  
Abril 2017

**escala**  
1/150

**desenho nº**  
42





**Localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**Identificação da peça desenhada**  
Planta de Consolidação estrutura de betão armado e contenção de terras em taludes em aterro

**projetou**  
Ricardo Seródio - estag. Abel Advantès - eng. Matfamide e Vilar do Paraíso

**Freguesia**  
Matfamide e Vilar do Paraíso

**desenhou**  
Ricardo Seródio - estagiário

**data**  
Abril 2017

**coordenou**  
Rui Ramos - eng.

**escala**  
1/400

**desenho nº**



# Perfil P2 + 1m Limite da intervenção

Limite da  
intervenção

Eixo da via



**localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

**projetou** | Ricardo Seródio . estag. Abel Advantès . eng | **Freguesia** | Matfarnude e Vilar do Paraíso  
**desenhou** | Ricardo Seródio . estagiário | **data** | Abril 2017  
**coordenou** | Rui Ramos . eng | **escala** | 1/100  
**desenho nº** |

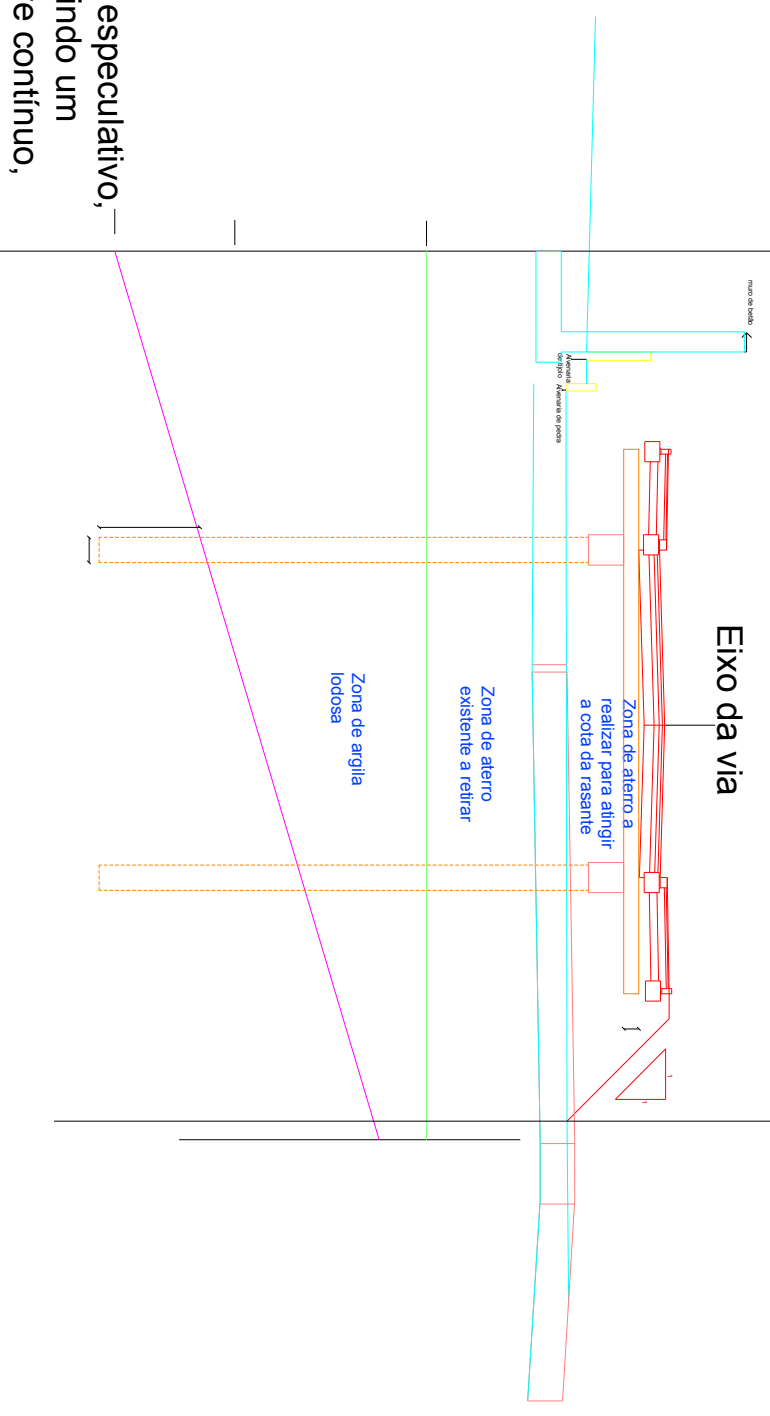


Limite da intervenção

Limite da intervenção

# Perfil P3

Eixo da via



Valor especulativo, — admitindo um declive contínuo, por falta de informação.

localização  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

identificação da peça desenhada  
Perfil transversal

projetou  
Ricardo Seródio . estag. Abel Advantès . eng

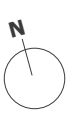
Freguesia  
Matimunde e Vilar do Paraíso

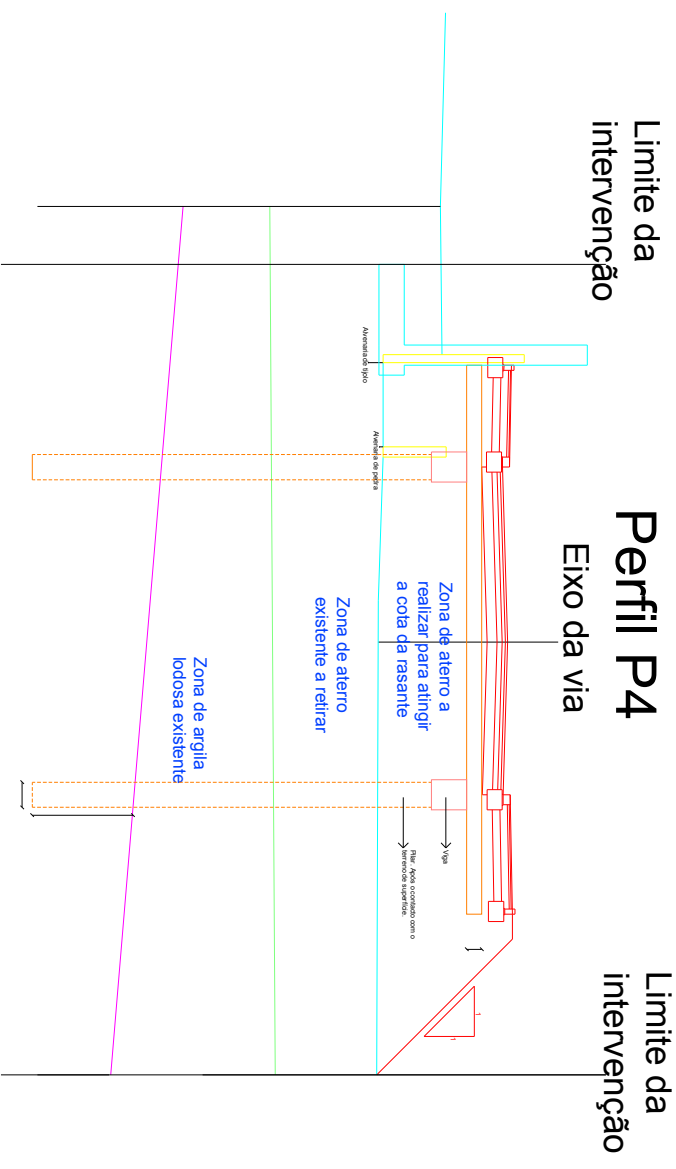
desenhou  
Ricardo Seródio . estagiário

data  
Abril 2017

coordenou  
Rui Ramos . eng

escala  
1/150





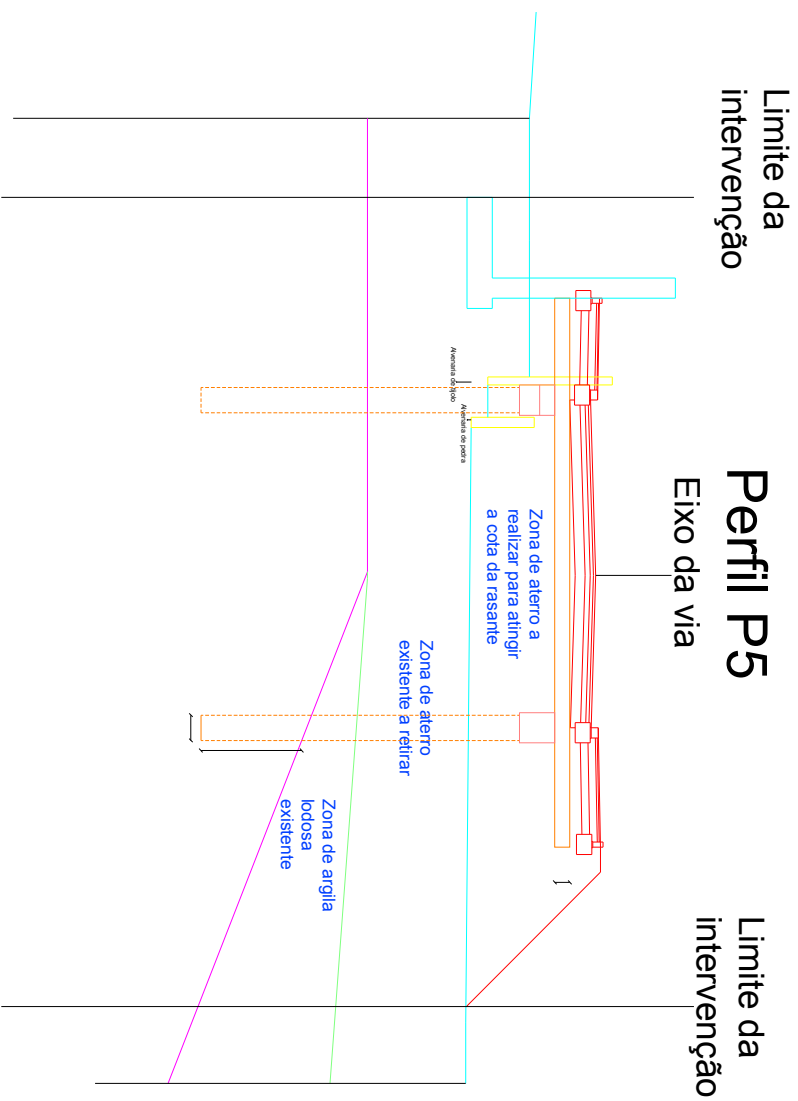
**localização**  
 Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
 Perfil transversal

**projetou** | Ricardo Seródio - estag. Abel Advrantes - eng  
**desenhou** | Ricardo Seródio - estagiário  
**coordenou** | Rui Ramos - eng

**Freguesia** | Matfarnude e Vilar do Paraíso  
**data** | Abril 2017  
**escala** | 1/150





— Valor especulativo, admitindo um declive contínuo, por falta de informação.

**localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

**projetou**  
Ricardo Seródio . estag. Abel Advantès . eng

**desenhou**  
Ricardo Seródio . estagiário

**coordenou**  
Rui Ramos . eng

**Freguesia**  
Matfámade e Vilar do Paraíso

**data**  
Abril 2017

**escala**  
1/150

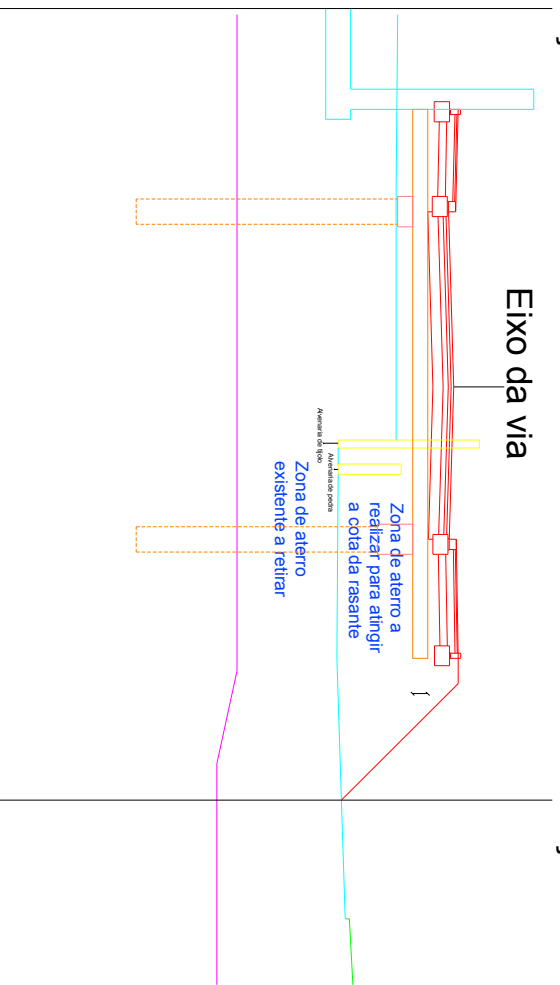
**desenho nº**  
47



Limite da  
intervenção

## Perfil P6

Limite da  
intervenção



### localização

Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

### projetou

Ricardo Seródio . estag. Abel Advrantes . eng

### Freguesia

Mafamude e Vilar do Paraíso

### desenhou

Ricardo Seródio . estagiário

### data

Abri! 2017

### coordenou

Rui Ramos . eng

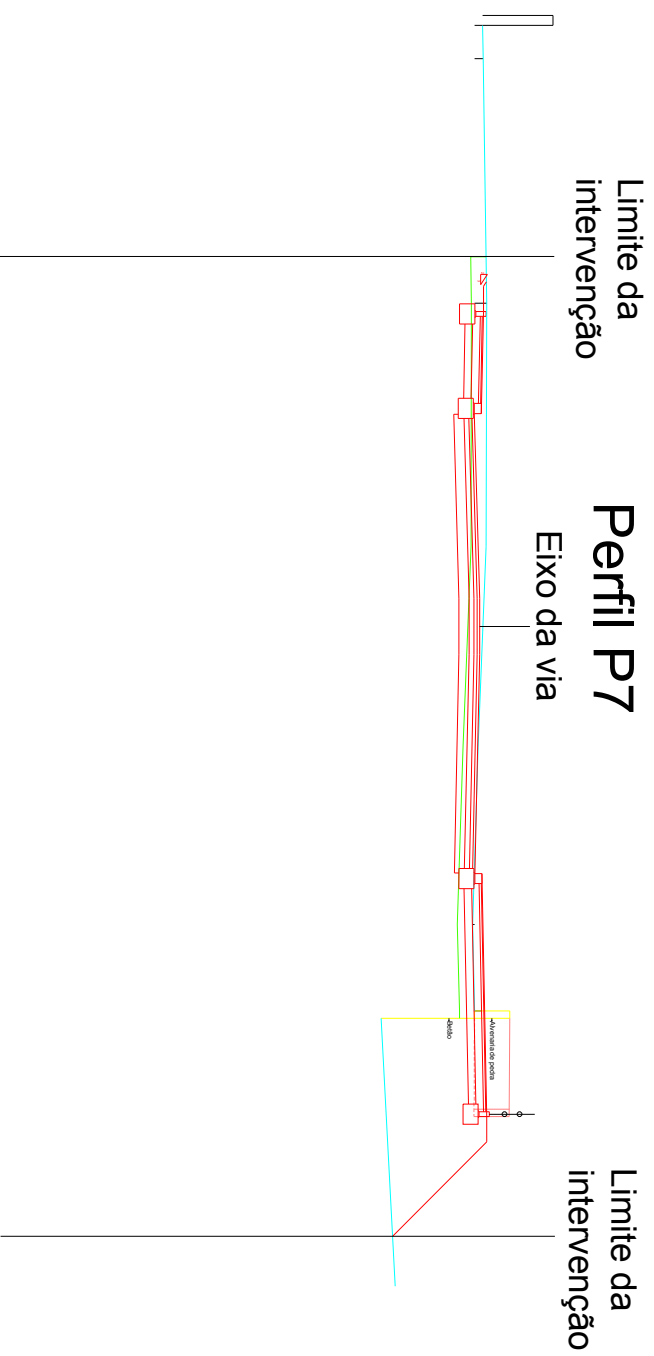
### escala

1/150

### desenho nº

48





**localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

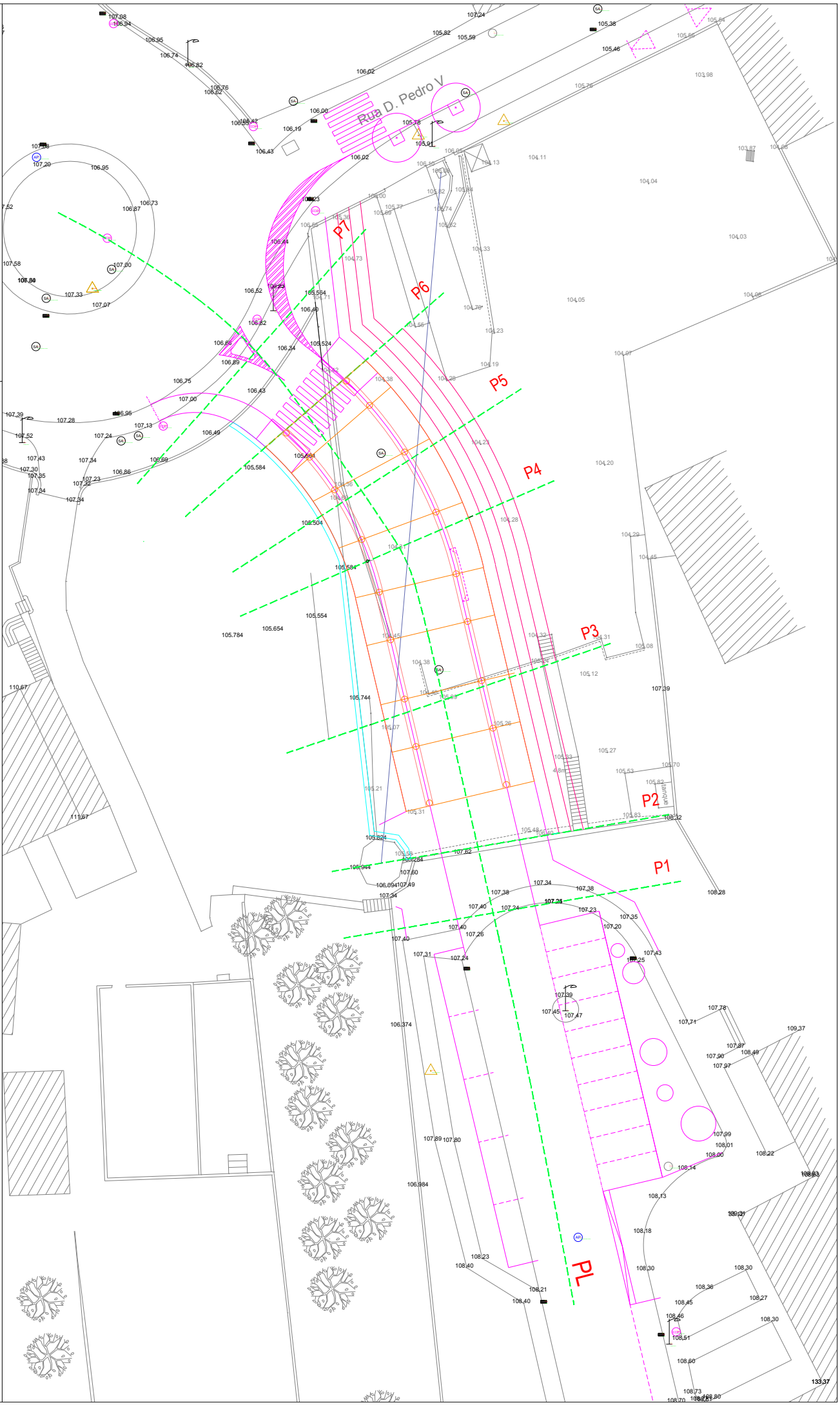
**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

**projetou** Ricardo Seródio . estag. Abel Advantès . eng  
**desenhou** Ricardo Seródio . estagiário  
**coordenou** Rui Ramos . eng

**Freguesia** Matfámmude e Vilar do Paraíso

**data** Abril 2017  
**escala** 1/150  
**desenho nº**





**localização**  
Ligação da Rua Adelinho Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
Planta de Consolidação estrutura de betão armado e contenção de terras em muro de gabião

**projeto**  
Ricardo Seródio - estag. Abel Advantem - eng. Mafamude e Vilar do Paraíso

**desenho**  
Ricardo Seródio - estagiário

**coordenou**  
Rui Ramos - eng.

**Freguesia**  
Abril 2017

**data**  
escala 1/400

**desenho nº**  
50



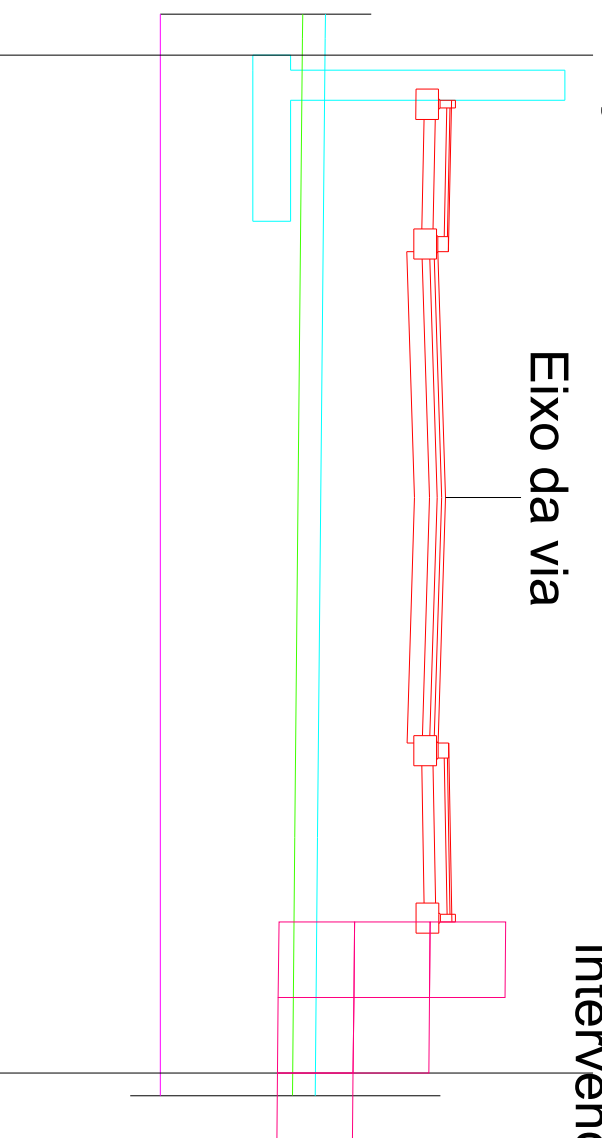
# Perfil P2 +

## 1m

Limite da  
intervenção

Limite da  
intervenção

Eixo da via



localização

Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

projeto

Ricardo Seródio . estag. Abel Advrantes . eng. Mafamude e Vilar do Paraíso

Freguesia

Mafamude e Vilar do Paraíso

identificação da peça desenhada

Perfil transversal

desenho

Ricardo Seródio . estagiário

data

Abri! 2017

desenho nº

coordenau  
Rui Ramos . eng

escala

1/100

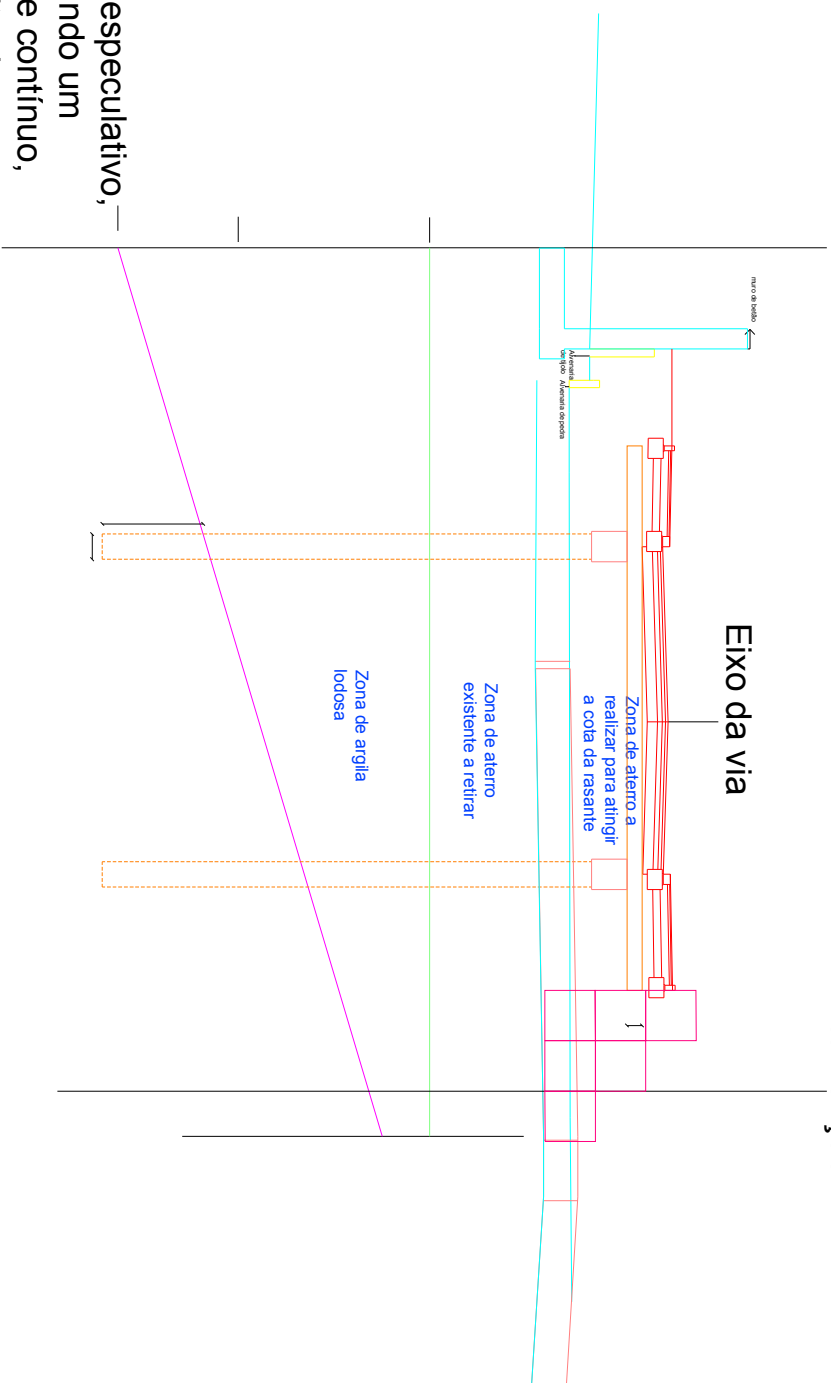
51



Limite da  
intervenção

## Perfil P3

Limite da  
intervenção



Valor especulativo, —  
admitindo um  
decive continuo,  
por falta de  
informação.

### localização

Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

identificação da peça desenhada  
Perfil transversal

### projetou

Ricardo Seródio . estag. Abel Advantes . eng

### desenhou

Ricardo Seródio . estagiário

### coordenou

Rui Ramos . eng

### Freguesia

Mafamude e Vilar do Paraíso

### data

Abri'l 2017

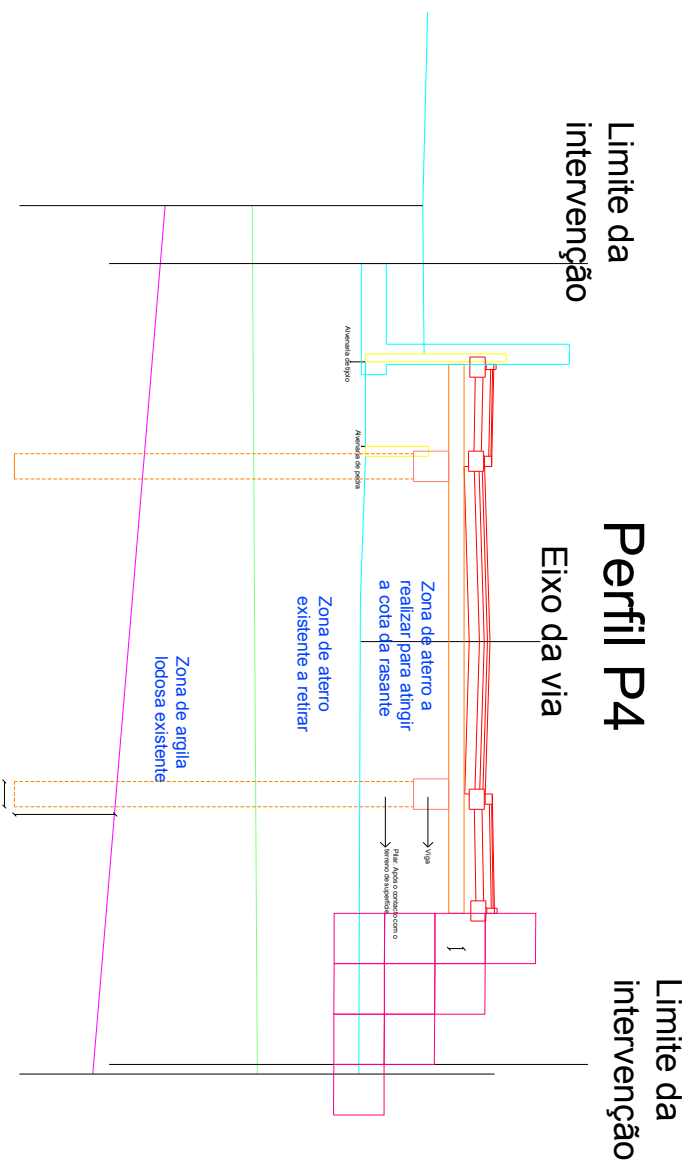
### escala

1/150

### desenho nº

52





## Perfil P4

**localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

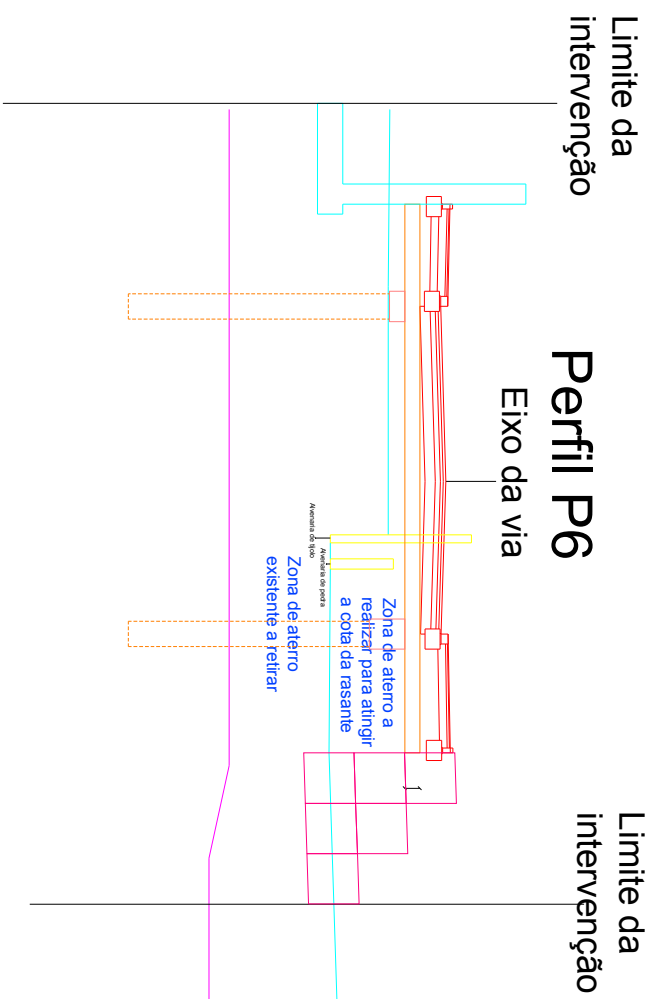
**projetou** | Ricardo Seródio . estag. Abel Advantès . eng. Matamude e Vilar do Paraíso  
**desenhou** | Ricardo Seródio . estagiário  
**coordenou** | Rui Ramos . eng.

**Freguesia** | Matamude e Vilar do Paraíso  
**data** | Abril 2017  
**escala** | 1/150

**desenho nº**







**localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

**projetou**  
Ricardo Seródio . estag. Abel Advantès . eng

**desenhou**  
Ricardo Seródio . estagiário

**coordenou**  
Rui Ramos . eng

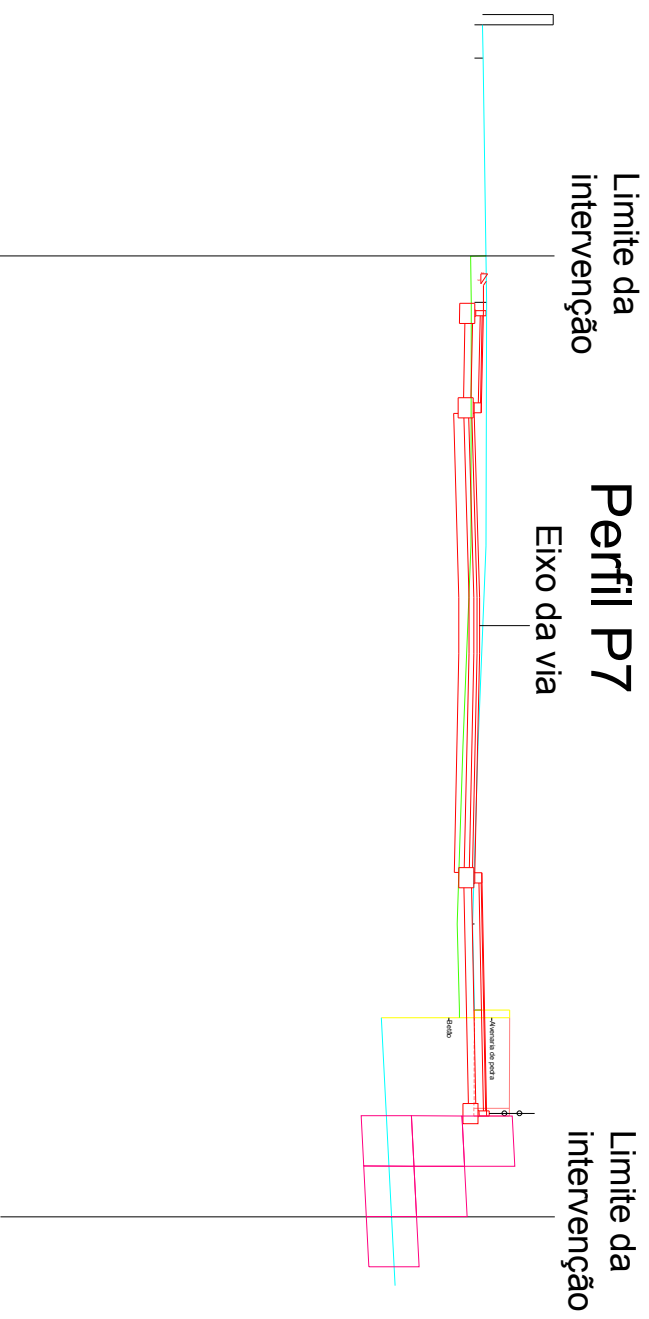
**Freguesia**  
Mafamude e Vilar do Paraíso

**data**  
Abril 2017

**escala**  
1/150

**desenho nº**





**localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

**projetou**  
Ricardo Seródio . estag. Abel Advantes . eng

**desenhou**  
Ricardo Seródio . estagiário

**coordenou**  
Rui Ramos . eng

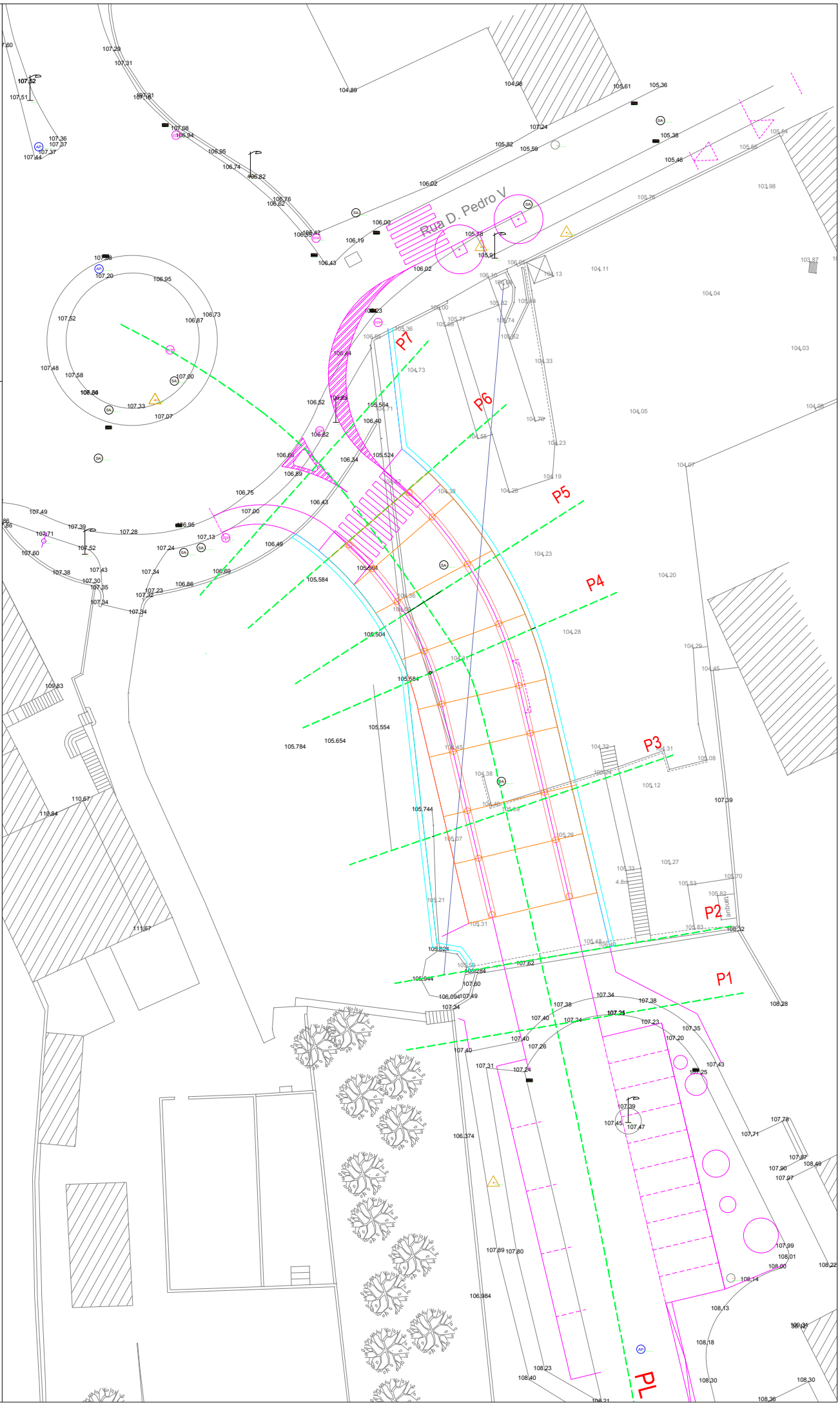
**Freguesia**  
Mafamude e Vilar do Paraíso

**data**  
Abril 2017

**escala**  
1/150

**desenho nº**





**Localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**Identificação da peça desenhada**  
Planta de Consolidação estrutural de betão armado e contenção de terras em muro de betão armado

**projetou**

Ricardo Seródio - estag. Abel Advantès - eng. Matamunde e Vilar do Paraíso

**Freguesia**

Abriç 2017

**desenhou**

Ricardo Seródio - estagiário

**data**

Abriç 2017

**coordenou**

Rui Ramos - eng.

**escala**

1/400

**desenho nº**

57

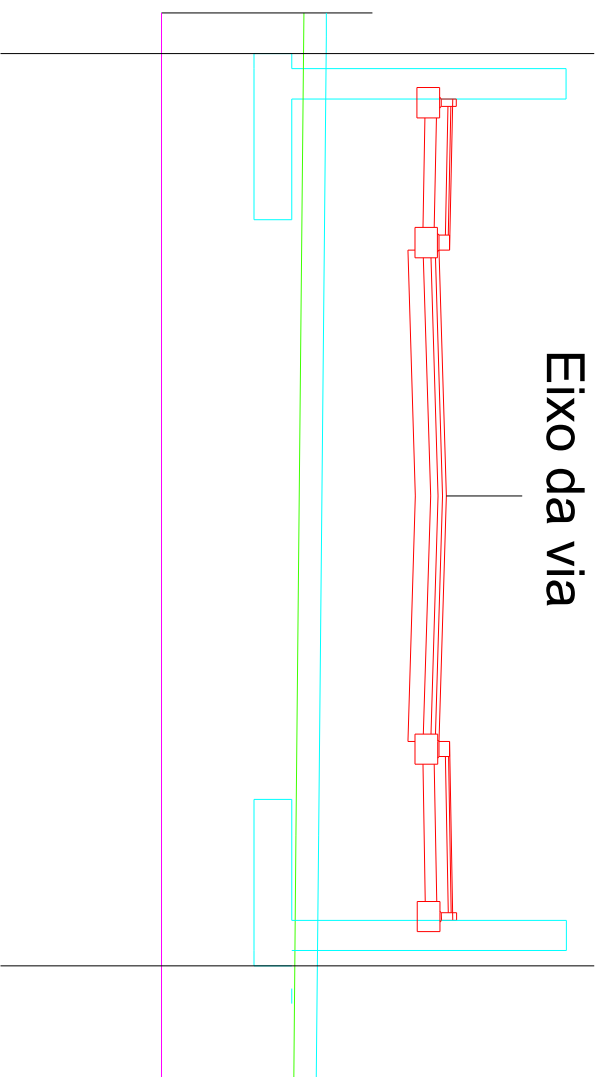


Limite da  
intervenção

# Perfil P2 + 1m

Limite da  
intervenção

Eixo da via



**localização**

Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**

Perfil transversal

**projetou**

Ricardo Seródio . estag. Abel Advantès . eng. Mafamude e Vilar do Paraíso

**desenhou**

Ricardo Seródio . estagiário

**coordenou**

Rui Ramos . eng.

**Freguesia**

Mafamude e Vilar do Paraíso

**data**

Abri! 2017

**escala**

1/100

**desenho nº**

58

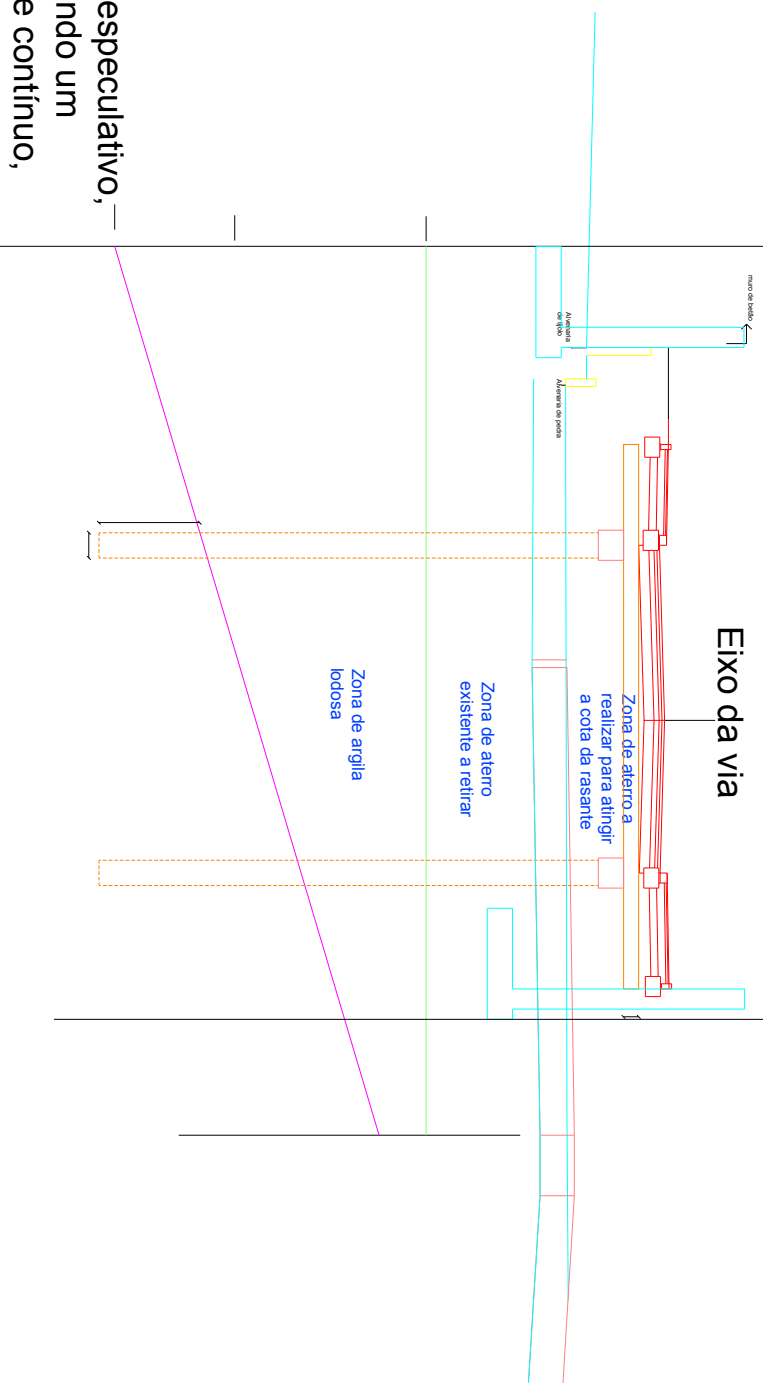


Limite da  
intervenção

Limite da  
intervenção

## Perfil P3

Eixo da via



Valor especulativo, —  
admitindo um  
declive contínuo,  
por falta de  
informação.

localização

Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

projetou

Ricardo Seródio . estag. Abel Advantes . eng. Matilde e Vilar do Paraíso

Freguesia

Matilde e Vilar do Paraíso

desenhou

Ricardo Seródio . estagiário

data

Abri'l 2017

coordenou

Rui Ramos . eng.

escala

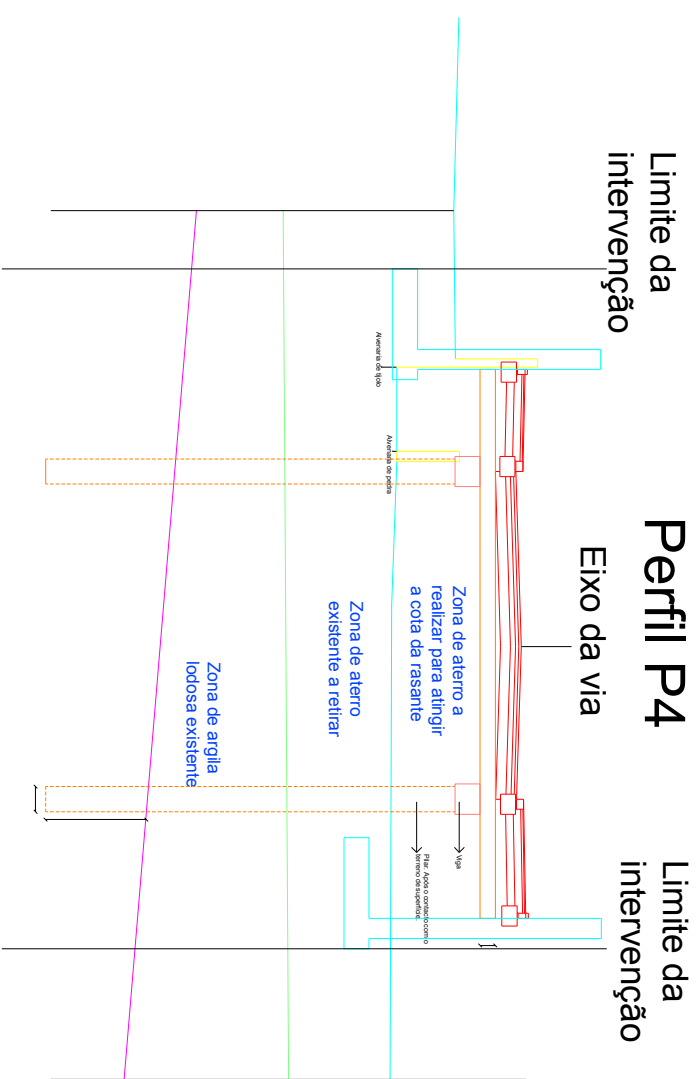
1/150

desenho nº

59

identificação da peça desenhada  
Perfil transversal





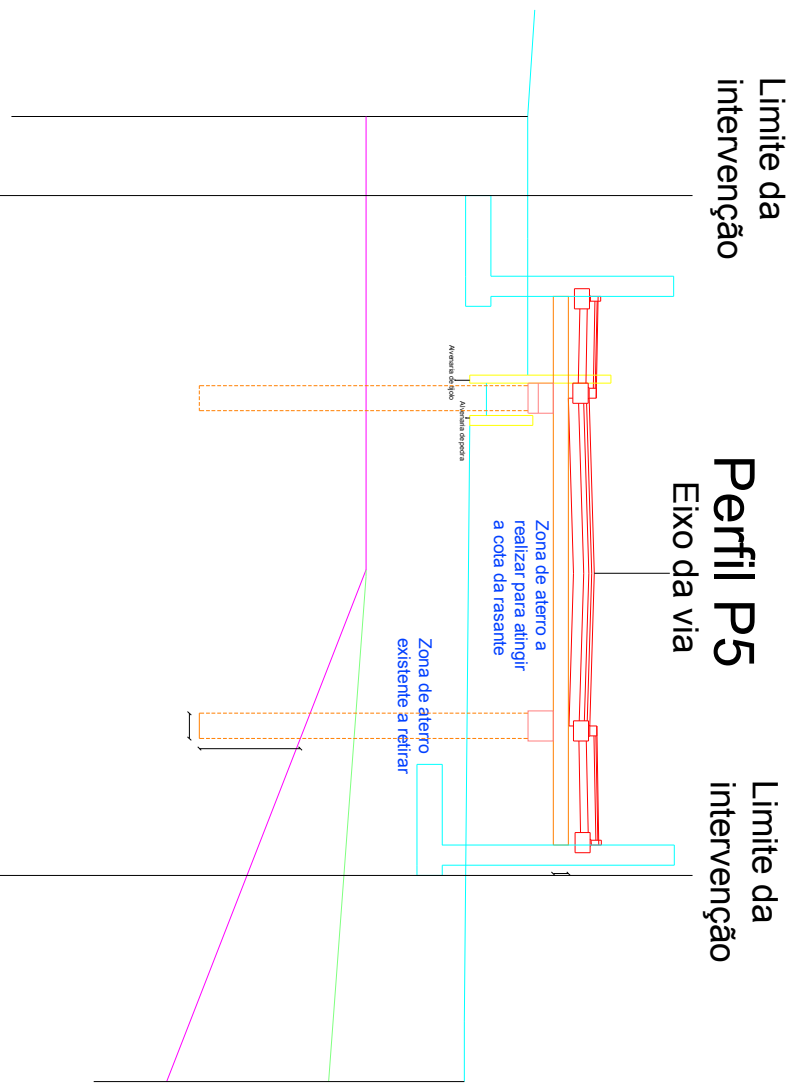
**localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

**projetou** | Ricardo Seródio . estag. Abel Advantès . eng  
**desenhou** | Ricardo Seródio . estagiário  
**coordenou** | Rui Ramos . eng

**Freguesia** | Matfámmude e Vilar do Paraíso  
**data** | Abril 2017  
**escala** | 1/150





Valor especulativo, admitindo um declive contínuo, por falta de informação.

**localização**  
Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

**identificação da peça desenhada**  
Perfil transversal

**projeto**  
Ricardo Seródio . estag. Abel Advrantes . eng

**desenho**  
Ricardo Seródio . estagiário

**coordenou**  
Rui Ramos . eng

**Freguesia**  
Mafamude e Vilar do Paraíso

**data**  
Abril 2017

**escala**  
1/150

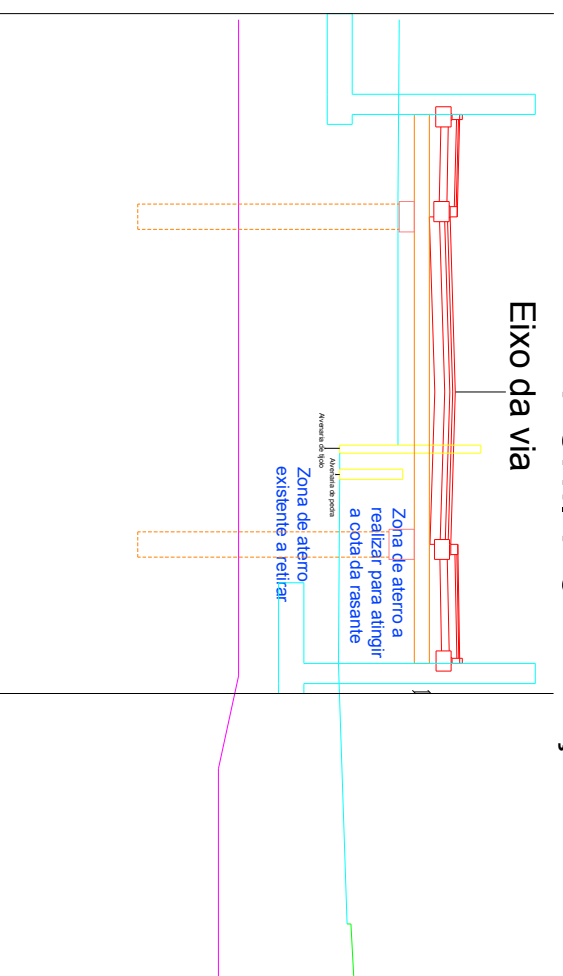
**desenho nº**  
61



Limite da  
intervenção

Limite da  
intervenção

Eixo da via



localização

Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

projetou

Ricardo Seródio . estag. Abel Advantès . eng. Matfámmude e Vilar do Paraíso

Freguesia

Matfámmude e Vilar do Paraíso

desenhou

Ricardo Seródio . estagiário

data

Abri! 2017

coordenou

Rui Ramos . eng

escala

1/150

desenho nº

62

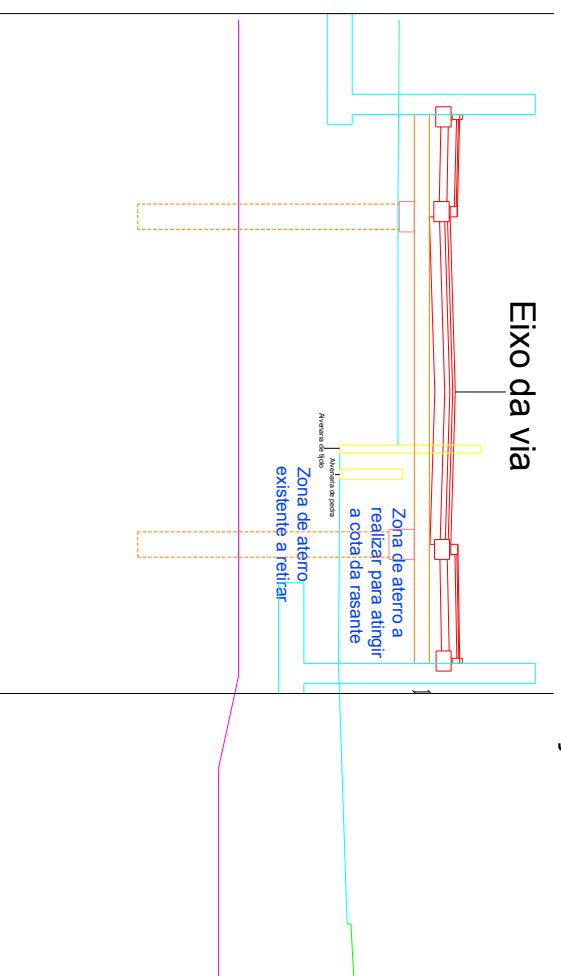


identificação da peça desenhada  
Perfil transversal

Limite da  
intervenção

# Perfil P6 intervenção

Limite da  
intervenção



## localização

Ligação da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V

identificação da peça desenhada  
Perfil transversal

## projetou

Ricardo Seródio - estag. Abel Advantès - eng. Mafamude e Vilar do Paraíso

## desenhou

Ricardo Seródio - estagiário

## data

Abri'l 2017

## coordenou

Rui Ramos - eng.

## Freguesia

Mafamude e Vilar do Paraíso

## escala

1/150

## desenho nº

63



Orçamentos:  
Caso prático 1

**Prolongamento da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V**

Solução de consolidação: Colunas de Brita de D=1,00m // 2,00m  
Estabilização das terras: Muro de Suporte

Abril de 2017 MAPA DE TRABALHOS

CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	UNIDADES	QUANTIDADES	ZONA "A"	
				PREÇO BASE	TOTAL
<b>1</b>	<b>ESTALEIRO</b>				
1.1	Fornecimento e montagem de painéis amovíveis de vedação para proteção da área envolvente aos trabalhos durante o prazo da empreitada, em malha electro soldada do tipo "bekaert", com postes de suporte soldados à malha nas laterais para montagem com bases em PVC/Betão, incluindo a limpeza diária da zona de trabalhos; sinalização temporária de trabalhos, de acordo com projeto elaborado nos termos do Decreto Regulamentar 22A/98 de 1 de Outubro devidamente aprovado pelas entidades competentes), referente a sinalização vertical, horizontal e outros equipamentos necessários, incluindo fornecimento, implantação, colocação e ainda a implementação do plano de segurança e saúde, a implementação do plano de prevenção e gestão de resíduos, os meios humanos, materiais e equipamentos necessários aos trabalhos de restabelecimento por meio de obras provisórias de todas as servidões e serventias que seja indispensável alterar ou destruir para a execução dos trabalhos, ou para evitar a estagnação de águas que os mesmos possam originar, e ainda, os custos relacionados com a afetação de policia ao acompanhamento dos trabalhos, a cargo do adjudicatário, assim como a desmontagem do estaleiro, limpeza e restabelecimento do local no final da obra, em obras com prazo igual ou inferior a 5 dias.	vg	0,00	38,00 €	- €
1.3	Idem, em obras com duração superior a 30 dias.	dias	0,00	12,00 €	- €
1.4	Fornecimento e colocação de placas de obra, em local a definir com a Fiscalização antes do início dos trabalhos, conforme peças desenhadas, incluindo a estrutura de fixação e todos os trabalhos necessários a esta operação, assim como sua desmontagem na data da receção provisória da obra, carga transporte e descarga no estaleiro da C.M.Gaia.	un	2,00	50,00 €	100,00 €
1.5	Mobilização do equipamento pesado, transporte e montagem e desmonagem para a realização de colunas de Brita	un	1,00	14 500,00 €	14 500,00 €
<b>2</b>	<b>DEMOLIÇÕES</b>				
<b>2.1</b>	<b>FAIXA DE RODAGEM E EM BAIAS DE ESTACIONAMENTO.</b>				
<b>2.1.1</b>	<b>Fresagem de camadas de pavimentos existentes, em misturas betuminosas, reutilização deste subproduto na obra em condições a aprovar pela fiscalização, carga, transporte e descarga dos produtos fresados sobrantes em estaleiro municipal - C. M. de Gaia:</b>				
<b>2.1.1.1</b>	<b>Em áreas ≤ 1.000 m2:</b>				
2.1.1.1.1	Numa profundidade máxima de 0,06 m.	m2	75,00	3,50 €	262,50 €
<b>2.2</b>	<b>PASSEIOS</b>				
<b>2.2.1</b>	<b>Demolição de pavimentos de passeios de qualquer natureza, incluindo fundação, remoção dos produtos não reaproveitáveis para o operador de gestão licenciado, segundo o Decreto-Lei nº 46/2008 de 12 de Março.</b>				
2.2.1.1	Numa área total inferior ou igual a 20 m <sup>2</sup> .	m2	12,00	4,00 €	48,00 €
<b>2.3</b>	<b>OUTRAS DEMOLIÇÕES</b>				
<b>2.3.1</b>	<b>Demolição de estruturas, outros elementos ou maciços de fundação em betão armado, incluindo os meios mecânicos necessários e as operações de carga, transporte e descarga do material resultante da demolição em vazadouro licenciado e pedras a estaleiro municipal - C.M. Gaia.</b>				
		m3	0,00	40,00 €	- €
2.3.1.2	Idem em alvenarias de tijolo, blocos de betão ou pedra.	m2	40,00	30,00 €	1 200,00 €

**Prolongamento da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V**

Solução de consolidação: Colunas de Brita de D=1,00m // 2,00m

Estabilização das terras: Muro de Suporte

Abril de 2017 MAPA DE TRABALHOS

CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	UNIDADES	QUANTIDADES	ZONA "A"	
				PREÇO BASE	TOTAL
2,5	Reforço de pilares	m3	1,50	264,41 €	396,62 €
<b>3</b>	<b>MOVIMENTO DE TERRAS</b>				
<b>3.1</b>	<b>DECAPAGEM</b>				
<b>3.1.1</b>	<b>Limpeza, desmatagem e remoção de ervas e arbustos em toda a área de intervenção, incluindo derrube de árvores, desenraizamento, decapagem na linha de terra vegetal, na espessura de 0,30m, carga, transporte e colocação dos produtos sobrantes em vazadouro e eventual indemnização por depósito, a cargo do adjudicatário, de acordo com projeto e C.E..</b>	m2	250,00	1,60 €	400,00 €
<b>3.2</b>	<b>ESCAVAÇÃO</b>				
3.2.1.2	Idem, incluindo carga, transporte e descarga em depósito de estaleiro municipal, situado a distância não superior a 22km.	m3	2 150,00	4,00 €	8 600,00 €
<b>3.3</b>	<b>ATERROS</b>				
3.3.2	Fornecimento, espalhamento e compactação de terras de empréstimo por camadas, incluindo rega, para construção da plataforma, conforme projeto e C.E.	m3	3 150,00	11,00 €	34 650,00 €
<b>8</b>	<b>MUROS E VEDAÇÕES</b>				
<b>8.4</b>	<b>MUROS EM BETÃO ARMADO - SUPORTE</b>				
8.4.1	Fornecimento e colocação de betão de regularização e limpeza em fundações dos muros de betão da classe C12/15, incluindo todos os trabalhos necessários à sua boa execução.	m3	25,00	36,00 €	900,00 €
8.4.2	Fornecimento e colocação de betão armado da classe C25/30 em fundações dos muros, incluindo armaduras da classe A400 NR, cofragem, descofragem e todos os trabalhos necessários à sua perfeita execução e de acordo com o pormenor das Peças Desenhadas e Condições Técnicas.	m3	125,00	94,50 €	11 812,50 €
8.4.4	Betão elementos (descofrado à vista) - Fornecimento (ou fabrico), colocação, espalhamento, compactação (vibração) e cura de betão armado (classe definida no C.E.) com hidrófugo e acabamento descofrado à vista, incluindo moldes ou cimbres, escoramentos, aços (tipo definido no C.E.), dobragens, armações, ligações, emendas, desperdícios, carga, transporte e descarga de todos os materiais e de acordo com projeto e C.E..	m3	200,00	135,00 €	27 000,00 €
<b>9</b>	<b>VEDAÇÕES</b>				
9.4	Retirada de Rede				
9.4.1	Desmontagem de vedação em rede, com rede até 1,0m de altura, incluindo o fornecimento e aplicação dos materiais e mão-de-obra necessários para a sua retirada de obra e posterior colocação em estaleiro municipal	m2	26,00	30,00 €	780,00 €
<b>18</b>	<b>DIVERSOS</b>				
<b>18.4</b>	<b>TELAS FINAIS</b>				
18.4.1	Entrega das telas finais (levantamentos topográficos georreferenciados) dos arruamentos intervencionados, em papel e em suporte informático, na área envolvente numa extensão de 20m (para cada lado do arruamento), incluindo o arranque das construções / muros e indicação das infraestruturas existentes no local as intervencionadas, para obras ≤ 100.000,00€;	un	0,00	28,00 €	- €
18.4.2	Idem, para obras > 100.000,00€ e ≤ 500.000,00€;	un	1,00	35,00 €	35,00 €
<b>19</b>	<b>Execução de Colunas de Brita</b>				
19.1	Poços - Perfuração para a execução de colunas de brita	m	890,00	96,00 €	85 440,00 €
19.2	Fornecimento e aplicação de tubagem geossintética nas colunas de brita	m	890,00	25,00 €	22 250,00 €

**Prolongamento da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V**

Solução de consolidação: Colunas de Brita de D=1,00m // 2,00m  
Estabilização das terras: Muro de Suporte

Abril de 2017 MAPA DE TRABALHOS

CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	UNIDADES	QUANTIDADES	ZONA "A"	
				PREÇO BASE	TOTAL
19.3	Fornecimento e aplicação de brita de 50x25, para enchimento das colunas de brita e pavimento	m3	830,00	26,50 €	21 995,00 €
19.4	Fornecimento e aplicação de manta geotêxtil na base do pavimento	m2	680,00	3,00 €	2 040,00 €
19.5	Compactação reforçada de forma a garantir a estabilidade das terras	vg	1,00	6 500,00 €	6 500,00 €
19.6	Equipamento de apoio para execução dos trabalhos	un	1,00	3 975,00 €	3 975,00 €

Montante 242 884,62 €

**Prolongamento da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V**

Solução de consolidação: Colunas de Brita de D=1,00m // 2,00m  
Estabilização das terras: Muro de Gabiões

Abril de 2017 MAPA DE TRABALHOS

CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	UNIDADES	QUANTIDADES	ZONA "A"	
				PREÇO BASE	TOTAL
<b>1</b>	<b>ESTALEIRO</b>				
1.1	Fornecimento e montagem de painéis amovíveis de vedação para proteção da área envolvente aos trabalhos durante o prazo da empreitada, em malha electro soldada do tipo "bekaert", com postes de suporte soldados à malha nas laterais para montagem com bases em PVC/Betão, incluindo a limpeza diária da zona de trabalhos; sinalização temporária de trabalhos, de acordo com projeto elaborado nos termos do Decreto Regulamentar 22A/98 de 1 de Outubro devidamente aprovado pelas entidades competentes), referente a sinalização vertical, horizontal e outros equipamentos necessários, incluindo fornecimento, implantação, colocação e ainda a implementação do plano de segurança e saúde, a implementação do plano de prevenção e gestão de resíduos, os meios humanos, materiais e equipamentos necessários aos trabalhos de restabelecimento por meio de obras provisórias de todas as servidões e serventias que seja indispensável alterar ou destruir para a execução dos trabalhos, ou para evitar a estagnação de águas que os mesmos possam originar, e ainda, os custos relacionados com a afetação de policia ao acompanhamento dos trabalhos, a cargo do adjudicatário, assim como a desmontagem do estaleiro, limpeza e restabelecimento do local no final da obra, em obras com prazo igual ou inferior a 5 dias.	vg	0,00	38,00 €	- €
1.3	Idem, em obras com duração superior a 30 dias.	dias	0,00	12,00 €	- €
1.4	Fornecimento e colocação de placas de obra, em local a definir com a Fiscalização antes do início dos trabalhos, conforme peças desenhadas, incluindo a estrutura de fixação e todos os trabalhos necessários a esta operação, assim como sua desmontagem na data da receção provisória da obra, carga transporte e descarga no estaleiro da C.M.Gaia.	un	2,00	50,00 €	100,00 €
1.5	Mobilização do equipamento pesado, transporte e montagem e desmontagem para a realização de colunas de Brita	un	1,00	14 500,00 €	14 500,00 €
<b>2</b>	<b>DEMOLIÇÕES</b>				
<b>2.1</b>	<b>FAIXA DE RODAGEM E EM BAIAS DE ESTACIONAMENTO.</b>				
<b>2.1.1</b>	<b>Fresagem de camadas de pavimentos existentes, em misturas betuminosas, reutilização deste subproduto na obra em condições a aprovar pela fiscalização, carga, transporte e descarga dos produtos fresados sobrantes em estaleiro municipal - C. M. de Gaia:</b>				
<b>2.1.1.1</b>	<b>Em áreas ≤ 1.000 m2:</b>				
2.1.1.1.1	Numa profundidade máxima de 0,06 m.	m2	75,00	3,50 €	262,50 €
<b>2.2</b>	<b>PASSEIOS</b>				
<b>2.2.1</b>	<b>Demolição de pavimentos de passeios de qualquer natureza, incluindo fundação, remoção dos produtos não reaproveitáveis para o operador de gestão licenciado, segundo o Decreto-Lei nº 46/2008 de 12 de Março.</b>				
2.2.1.1	Numa área total inferior ou igual a 20 m <sup>2</sup> .	m2	12,00	4,00 €	48,00 €
<b>2.3</b>	<b>OUTRAS DEMOLIÇÕES</b>				
<b>2.3.1</b>	<b>Demolição de estruturas, outros elementos ou maciços de fundação em betão armado, incluindo os meios mecânicos necessários e as operações de carga, transporte e descarga do material resultante da demolição em vazadouro licenciado e pedras a estaleiro municipal - C.M. Gaia.</b>				
		m3	0,00	40,00 €	- €
2.3.1.2	Idem em alvenarias de tijolo, blocos de betão ou pedra.	m2	40,00	30,00 €	1 200,00 €

**Prolongamento da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V**

Solução de consolidação: Colunas de Brita de D=1,00m // 2,00m  
Estabilização das terras: Muro de Gabiões

Abril de 2017 MAPA DE TRABALHOS

CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	UNIDADES	QUANTIDADES	ZONA "A"	
				PREÇO BASE	TOTAL
2,5	Reforço de pilares	m3	1,50	264,41 €	396,62 €
<b>3</b>	<b>MOVIMENTO DE TERRAS</b>				
<b>3.1</b>	<b>DECAPAGEM</b>				
<b>3.1.1</b>	<b>Limpeza, desmatagem e remoção de ervas e arbustos em toda a área de intervenção, incluindo derrube de árvores, desenraizamento, decapagem na linha de terra vegetal, na espessura de 0,30m, carga, transporte e colocação dos produtos sobrantes em vazadouro e eventual indemnização por depósito, a cargo do adjudicatário, de acordo com projeto e C.E..</b>	m2	250,00	1,60 €	400,00 €
<b>3.2</b>	<b>ESCAVAÇÃO</b>				
3.2.1.2	Idem, incluindo carga, transporte e descarga em depósito de estaleiro municipal, situado a distância não superior a 22km.	m3	2 150,00	4,00 €	8 600,00 €
<b>3.3</b>	<b>ATERROS</b>				
3.3.2	Fornecimento, espalhamento e compactação de terras de empréstimo por camadas, incluindo rega, para construção da plataforma, conforme projeto e C.E.	m3	3 150,00	11,00 €	34 650,00 €
<b>8</b>	<b>MUROS E VEDAÇÕES</b>				
<b>8.4</b>	<b>MUROS EM BETÃO ARMADO - SUPORTE</b>				
8.4.1	Fornecimento e colocação de betão de regularização e limpeza em fundações dos muros de betão da classe C12/15, incluindo todos os trabalhos necessários à sua boa execução.	m3	11,00	36,00 €	396,00 €
8.4.2	Fornecimento e colocação de betão armado da classe C25/30 em fundações dos muros, incluindo armaduras da classe A400 NR, cofragem, descofragem e todos os trabalhos necessários à sua perfeita execução e de acordo com o pormenor das Peças Desenhadas e Condições Técnicas.	m3	55,00	94,50 €	5 197,50 €
8.4.4	Betão elementos (descofrado à vista) - Fornecimento (ou fabrico), colocação, espalhamento, compactação (vibração) e cura de betão armado (classe definida no C.E.) com hidrófugo e acabamento descofrado à vista, incluindo moldes ou cimbrês, escoramentos, aços (tipo definido no C.E.), dobragens, armações, ligações, emendas, desperdícios, carga, transporte e descarga de todos os materiais e de acordo com projeto e C.E..	m3	75,00	135,00 €	10 125,00 €
<b>9</b>	<b>VEDAÇÕES</b>				
9.2	Fornecimento, transporte e colocação de guarda metálica, construída por barras de ferro / perfis metálicos pintados a forja, de acordo com o pormenor, incluindo metalização a quente e pintura das superfícies: categoria C3 (média) de corrosividade atmosférica - NP EN ISO 12944-2; esquema de pintura S3.21 para durabilidade Alta (>15 anos) - NP EN ISO 12944-5; preparação de superfície: - decapagem ao grau Sa 2.1/2 (de acordo com a Norma ISO 8501); desengorduramento completo da superfície; pintura com 1 demão x 40 microns de primário epóxi rico em zinco (teor de zinco na película seca > 80%), com 1 demão x 80 microns de intermédio epóxi poliamida com óxido de ferro micáceo, com 1 demão x 40 microns de acabamento poliuretano alifático, incluindo ainda o lintel em betão armado para fixação, da grade e a fixação desta, movimentos de terras necessários e transporte de materiais excedentes a vazadouro licenciado. "TIPO A"	m	61,00	33,00 €	2 013,00 €
9.4	Retirada de Rede	m2	26,00	30,00 €	780,00 €
9.4.1	Desmontagem de vedação em rede, com rede até 1,0m de altura, incluindo o fornecimento e aplicação dos materiais e mão-de-obra necessários para a sua retirada de obra e posterior colocação em estaleiro municipal				
<b>18</b>	<b>DIVERSOS</b>				

**Prolongamento da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V**

Solução de consolidação: Colunas de Brita de D=1,00m // 2,00m  
Estabilização das terras: Muro de Gabiões

Abril de 2017 MAPA DE TRABALHOS

CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	UNIDADES	QUANTIDADES	ZONA "A"	
				PREÇO BASE	TOTAL
<b>18.4</b>	<b>TELAS FINAIS</b>				
18.4.1	Entrega das telas finais (levantamentos topográficos georreferenciados) dos arruamentos intervencionados, em papel e em suporte informático, na área envolvente numa extensão de 20m (para cada lado do arruamento), incluindo o arranque das construções / muros e indicação das infraestruturas existentes no local as intervencionadas, para obras ≤ 100.000,00€;	un	0,00	28,00 €	- €
18.4.2	Idem, para obras > 100.000,00€ e ≤ 500.000,00€;	un	1,00	35,00 €	35,00 €
<b>19</b>	<b>Execução de Colunas de Brita</b>				
19.1	Poços - Perfuração para a execução de colunas de brita	m	890,00	96,00 €	85 440,00 €
19.2	Fornecimento e aplicação de tubagem geossintética nas colunas de brita	m	890,00	25,00 €	22 250,00 €
19.3	Fornecimento e aplicação de brita de 50x25, para enchimento das colunas de brita e pavimento	m3	830,00	26,50 €	21 995,00 €
19.4	Fornecimento e aplicação de manta geotêxtil na base do pavimento	m2	680,00	3,00 €	2 040,00 €
19.5	Compactação reforçada de forma a garantir a estabilidade das terras	vg	1,00	6 500,00 €	6 500,00 €
19.6	Equipamento de apoio para execução dos trabalhos	un	1,00	3 975,00 €	3 975,00 €
<b>20</b>	<b>Muro de Gabião</b>				
20.1	Colocação de malhas de aço galvanizado de 1x1x2m3, preenchidas com brita de 50x25, bem como todos os trabalho necessários para a boa execução e colocação do muro. Neste preço inclui-se, também, o fornecimento e toda a mão-de-obra necessária para a implementação do método	m3	430,00	80,00 €	34 400,00 €
				Montante	255 303,62 €

**Prolongamento da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V**

Solução de consolidação: Colunas de Brita de D=1,00m // 2,00m

Estabilização das terras: Talude em Aterro

Abril de 2017 MAPA DE TRABALHOS

CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	UNIDADES	QUANTIDADES	ZONA "A"	TOTAL
				PREÇO BASE	
<b>1 ESTALEIRO</b>					
1.1	Fornecimento e montagem de painéis amovíveis de vedação para proteção da área envolvente aos trabalhos durante o prazo da empreitada, em malha electro soldada do tipo "bekaert", com postes de suporte soldados à malha nas laterais para montagem com bases em PVC/Betão, incluindo a limpeza diária da zona de trabalhos; sinalização temporária de trabalhos, de acordo com projeto elaborado nos termos do Decreto Regulamentar 22A/98 de 1 de Outubro devidamente aprovado pelas entidades competentes), referente a sinalização vertical, horizontal e outros equipamentos necessários, incluindo fornecimento, implantação, colocação e ainda a implementação do plano de segurança e saúde, a implementação do plano de prevenção e gestão de resíduos, os meios humanos, materiais e equipamentos necessários aos trabalhos de restabelecimento por meio de obras provisórias de todas as servidões e serventias que seja indispensável alterar ou destruir para a execução dos trabalhos, ou para evitar a estagnação de águas que os mesmos possam originar, e ainda, os custos relacionados com a afetação de policia ao acompanhamento dos trabalhos, a cargo do adjudicatário, assim como a desmontagem do estaleiro, limpeza e restabelecimento do local no final da obra, em obras com prazo igual ou inferior a 5 dias.	vg	0,00	38,00 €	- €
1.2	Idem, para trabalhos com duração superior a 5 dias e igual ou inferior a 30 dias.	vg	0,00	80,00 €	- €
1.3	Idem, em obras com duração superior a 30 dias.	dias		12,00 €	
1.4	Fornecimento e colocação de placas de obra, em local a definir com a Fiscalização antes do início dos trabalhos, conforme peças desenhadas, incluindo a estrutura de fixação e todos os trabalhos necessários a esta operação, assim como sua desmontagem na data da receção provisória da obra, carga transporte e descarga no estaleiro da C.M.Gaia.	un	2,00	50,00 €	100,00 €
1.5	Mobilização do equipamento pesado, transporte e montagem e desmonagem para a realização de colunas de Brita	un	1,00	14 500,00 €	14 500,00 €
<b>2 DEMOLIÇÕES</b>					
<b>2.1 FAIXA DE RODAGEM E EM BAIAS DE ESTACIONAMENTO.</b>					
<b>2.1.1 Fresagem de camadas de pavimentos existentes, em misturas betuminosas, reutilização deste subproduto na obra em condições a aprovar pela fiscalização, carga, transporte e descarga dos produtos fresados sobrantes em estaleiro municipal - C. M. de Gaia:</b>					
<b>2.1.1.1 Em áreas ≤ 1.000 m2:</b>					
2.1.1.1.1	Numa profundidade máxima de 0,06 m.	m2	75,00	3,50 €	262,50 €
<b>2.2 PASSEIOS</b>					
<b>2.2.1 Demolição de pavimentos de passeios de qualquer natureza, incluindo fundação, remoção dos produtos não reaproveitáveis para o operador de gestão licenciado, segundo o Decreto-Lei nº 46/2008 de 12 de Março.</b>					
2.2.1.1	Numa área total inferior ou igual a 20 m <sup>2</sup> .	m2	12,00	4,00 €	48,00 €
<b>2.3 OUTRAS DEMOLIÇÕES</b>					

**Prolongamento da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V**

Solução de consolidação: Colunas de Brita de D=1,00m // 2,00m

Estabilização das terras: Talude em Aterro

Abril de 2017 MAPA DE TRABALHOS

CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	UNIDADES	QUANTIDADES	ZONA "A"	
				PREÇO BASE	TOTAL
2.3.1	<b>Demolição de estruturas, outros elementos ou maciços de fundação em betão armado, incluindo os meios mecânicos necessários e as operações de carga, transporte e descarga do material resultante da demolição em vazadouro licenciado e pedras a estaleiro municipal - C.M. Gaia.</b>				
		m3	0,00	40,00 €	- €
2.3.1.2	Idem em alvenarias de tijolo, blocos de betão ou pedra.	m2	40,00	30,00 €	1 200,00 €
2.5	Demolição de Reforços de pilares de betão armado	m3	1,50	264,41 €	396,62 €
<b>3</b>	<b>MOVIMENTO DE TERRAS</b>				
<b>3.1</b>	<b>DECAPAGEM</b>				
3.1.1	<b>Limpeza, desmatização e remoção de ervas e arbustos em toda a área de intervenção, incluindo derrube de árvores, desenraizamento, decapagem na linha de terra vegetal, na espessura de 0,30m, carga, transporte e colocação dos produtos sobrantes em vazadouro e eventual indemnização por depósito, a cargo do adjudicatário, de acordo com projeto e C.E..</b>				
		m2	250,00	1,60 €	400,00 €
<b>3.2</b>	<b>ESCAVAÇÃO</b>				
3.2.1.2	Idem, incluindo carga, transporte e descarga em depósito de estaleiro municipal, situado a distância não superior a 22km.				
		m3	2 150,00	4,00 €	8 600,00 €
<b>3.3</b>	<b>ATERROS</b>				
3.3.1	Aterro por camadas das terras provenientes da escavação na linha, incluindo compactação e rega, para construção da plataforma, conforme projeto e C.E.				
		m3		5,00 €	
3.3.2	Fornecimento, espalhamento e compactação de terras de empréstimo por camadas, incluindo rega, para construção da plataforma, conforme projeto e C.E.				
		m3	3 400,00	11,00 €	37 400,00 €
<b>8</b>	<b>MUROS E VEDAÇÕES</b>				
<b>8.4</b>	<b>MUROS EM BETÃO ARMADO - SUPORTE</b>				
8.4.1	Fornecimento e colocação de betão de regularização e limpeza em fundações dos muros de betão da classe C12/15, incluindo todos os trabalhos necessários à sua boa execução.				
		m3	11,00	36,00 €	396,00 €
8.4.2	Fornecimento e colocação de betão armado da classe C25/30 em fundações dos muros, incluindo armaduras da classe A400 NR, cofragem, descofragem e todos os trabalhos necessários à sua perfeita execução e de acordo com o pormenor das Peças Desenhadas e Condições Técnicas.				
		m3	55,00	94,50 €	5 197,50 €
8.4.4	Betão elementos (descofrado à vista) - Fornecimento (ou fabrico), colocação, espalhamento, compactação (vibração) e cura de betão armado (classe definida no C.E.) com hidrófugo e acabamento descofrado à vista, incluindo moldes ou cimbrês, escoramentos, aços (tipo definido no C.E.), dobragens, armações, ligações, emendas, desperdícios, carga, transporte e descarga de todos os materiais e de acordo com projeto e C.E..				
		m3	75,00	135,00 €	10 125,00 €
<b>9</b>	<b>VEDAÇÕES</b>				

**Prolongamento da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V**

Solução de consolidação: Colunas de Brita de D=1,00m // 2,00m

Estabilização das terras: Talude em Aterro

Abril de 2017 MAPA DE TRABALHOS

CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	UNIDADES	QUANTIDADES	ZONA "A"	
				PREÇO BASE	TOTAL
9.2	Fornecimento, transporte e colocação de guarda metálica, construída por barras de ferro / perfis metálicos pintados a forja, de acordo com o pormenor, incluindo metalização a quente e pintura das superfícies: categoria C3 (média) de corrosividade atmosférica - NP EN ISO 12944-2; esquema de pintura S3.21 para durabilidade Alta (>15 anos) - NP EN ISO 12944-5; preparação de superfície: - decapagem ao grau Sa 2.1/2 (de acordo com a Norma ISO 8501); desengorduramento completo da superfície; pintura com 1 demão x 40 microns de primário epóxi rico em zinco (teor de zinco na película seca > 80%), com 1 demão x 80 microns de intermédio epóxi poliamida com óxido de ferro micáceo, com 1 demão x 40 microns de acabamento poliuretano alifático, incluindo ainda o lintel em betão armado para fixação, da grade e a fixação desta, movimentos de terras necessários e transporte de materiais excedentes a vazadouro licenciado. "TIPO A"	m	61,00	33,00 €	2 013,00 €
9.4	Retirada de rede				
9.4.1	Desmontagem de vedação em rede, com rede até 1,0m de altura, incluindo o fornecimento e aplicação dos materiais e mão-de-obra necessários para a sua retirada de obra e posterior colocação em estaleiro municipal	m2	26,00	30,00 €	780,00 €
<b>18 DIVERSOS</b>					
<b>18.4 TELAS FINAIS</b>					
18.4.1	Entrega das telas finais (levantamentos topográficos georreferenciados) dos arruamentos intervencionados, em papel e em suporte informático, na área envolvente numa extensão de 20m (para cada lado do arruamento), incluindo o arranque das construções / muros e indicação das infraestruturas existentes no local as intervencionadas, para obras ≤ 100.000,00€;	un	0,00	28,00 €	- €
18.4.2	Idem, para obras > 100.000,00€ e ≤ 500.000,00€;	un	1,00	35,00 €	35,00 €
<b>19 Execução de Colunas de Brita</b>					
19.1	Poços - Perfuração para a execução de colunas de brita	m	890,00	96,00 €	85 440,00 €
19.2	Fornecimento e aplicação de tubagem geossintética nas colunas de brita	m	890,00	25,00 €	22 250,00 €
19.3	Fornecimento e aplicação de brita de 50x25, para enchimento das colunas de brita e pavimento	m3	830,00	26,50 €	21 995,00 €
19.4	Fornecimento e aplicação de manta geotêxtil na base do pavimento	m2	680,00	3,00 €	2 040,00 €
19.5	Compactação reforçada de forma a garantir a estabilidade das terras	vg	1,00	6 500,00 €	6 500,00 €
19.6	Equipamento de apoio para execução dos trabalhos	un	1,00	3 975,00 €	3 975,00 €

Montante

223 653,62 €

**Prolongamento da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V**

Solução de consolidação: Camada de "Rachão"  
Estabilização das terras: Muro de Suporte

Abril de 2017 MAPA DE TRABALHOS

CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	UNIDADES	QUANTIDADES	ZONA "A"	
				PREÇO BASE	TOTAL
<b>1</b>	<b>ESTALEIRO</b>				
1.1	Fornecimento e montagem de painéis amovíveis de vedação para proteção da área envolvente aos trabalhos durante o prazo da empreitada, em malha electro soldada do tipo "bekaert", com postes de suporte soldados à malha nas laterais para montagem com bases em PVC/Betão, incluindo a limpeza diária da zona de trabalhos; sinalização temporária de trabalhos, de acordo com projeto elaborado nos termos do Decreto Regulamentar 22A/98 de 1 de Outubro devidamente aprovado pelas entidades competentes), referente a sinalização vertical, horizontal e outros equipamentos necessários, incluindo fornecimento, implantação, colocação e ainda a implementação do plano de segurança e saúde, a implementação do plano de prevenção e gestão de resíduos, os meios humanos, materiais e equipamentos necessários aos trabalhos de restabelecimento por meio de obras provisórias de todas as servidões e serventias que seja indispensável alterar ou destruir para a execução dos trabalhos, ou para evitar a estagnação de águas que os mesmos possam originar, e ainda, os custos relacionados com a afetação de policia ao acompanhamento dos trabalhos, a cargo do adjudicatário, assim como a desmontagem do estaleiro, limpeza e restabelecimento do local no final da obra, em obras com prazo igual ou inferior a 5 dias.	vg	0,00	38,00 €	- €
1.3	Idem, em obras com duração superior a 30 dias.	dias	38,00	12,00 €	456,00 €
1.4	Fornecimento e colocação de placas de obra, em local a definir com a Fiscalização antes do início dos trabalhos, conforme peças desenhadas, incluindo a estrutura de fixação e todos os trabalhos necessários a esta operação, assim como sua desmontagem na data da receção provisória da obra, carga transporte e descarga no estaleiro da C.M.Gaia.	un	2,00	50,00 €	100,00 €
<b>2</b>	<b>DEMOLIÇÕES</b>				
<b>2.1</b>	<b>FAIXA DE RODAGEM E EM BAIAS DE ESTACIONAMENTO.</b>				
<b>2.1.1</b>	<b>Fresagem de camadas de pavimentos existentes, em misturas betuminosas, reutilização deste subproduto na obra em condições a aprovar pela fiscalização, carga, transporte e descarga dos produtos fresados sobrantes em estaleiro municipal - C. M. de Gaia:</b>				
<b>2.1.1.1</b>	<b>Em áreas ≤ 1.000 m2:</b>				
2.1.1.1.1	Numa profundidade máxima de 0,06 m.	m2	75,00	3,50 €	262,50 €
<b>2.2</b>	<b>PASSEIOS</b>				
<b>2.2.1</b>	<b>Demolição de pavimentos de passeios de qualquer natureza, incluindo fundação, remoção dos produtos não reaproveitáveis para o operador de gestão licenciado, segundo o Decreto-Lei nº 46/2008 de 12 de Março.</b>				
2.2.1.1	Numa área total inferior ou igual a 20 m <sup>2</sup> .	m2	12,00	4,00 €	48,00 €
<b>2.3</b>	<b>OUTRAS DEMOLIÇÕES</b>				
<b>2.3.1</b>	<b>Demolição de estruturas, outros elementos ou maciços de fundação em betão armado, incluindo os meios mecânicos necessários e as operações de carga, transporte e descarga do material resultante da demolição em vazadouro licenciado e pedras a estaleiro municipal - C.M. Gaia.</b>				
		m3	0,00	40,00 €	- €
2.3.1.2	Idem em alvenarias de tijolo, blocos de betão ou pedra.	m2	40,00	30,00 €	1 200,00 €
2,5	Reforço de pilares	m3	1,50	264,41 €	396,62 €

**Prolongamento da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V**

Solução de consolidação: Camada de "Rachão"  
Estabilização das terras: Muro de Suporte

Abril de 2017 MAPA DE TRABALHOS

CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	UNIDADES	QUANTIDADES	ZONA "A"	
				PREÇO BASE	TOTAL
<b>3</b>	<b>MOVIMENTO DE TERRAS</b>				
<b>3.1</b>	<b>DECAPAGEM</b>				
3.1.1	Limpeza, desmatagem e remoção de ervas e arbustos em toda a área de intervenção, incluindo derrube de árvores, desenraizamento, decapagem na linha de terra vegetal, na espessura de 0,30m, carga, transporte e colocação dos produtos sobrantes em vazadouro e eventual indemnização por depósito, a cargo do adjudicatário, de acordo com projeto e C.E..	m2	250,00	1,60 €	400,00 €
<b>3.2</b>	<b>ESCAVAÇÃO</b>				
3.2.1.2	Idem, incluindo carga, transporte e descarga em depósito de estaleiro municipal, situado a distância não superior a 22km.	m3	2 200,00	4,00 €	8 800,00 €
<b>3.3</b>	<b>ATERROS</b>				
3.3.2	Fornecimento, espalhamento e compactação de terras de empréstimo por camadas, incluindo rega, para construção da plataforma, conforme projeto e C.E.	m3	3 150,00	11,00 €	34 650,00 €
<b>8</b>	<b>MUROS E VEDAÇÕES</b>				
<b>8.4</b>	<b>MUROS EM BETÃO ARMADO - SUPORTE</b>				
8.4.1	Fornecimento e colocação de betão de regularização e limpeza em fundações dos muros de betão da classe C12/15, incluindo todos os trabalhos necessários à sua boa execução.	m3	25,00	36,00 €	900,00 €
8.4.2	Fornecimento e colocação de betão armado da classe C25/30 em fundações dos muros, incluindo armaduras da classe A400 NR, cofragem, descofragem e todos os trabalhos necessários à sua perfeita execução e de acordo com o pormenor das Peças Desenhadas e Condições Técnicas.	m3	125,00	94,50 €	11 812,50 €
8.4.4	Betão elementos (descofrado à vista) - Fornecimento (ou fabrico), colocação, espalhamento, compactação (vibração) e cura de betão armado (classe definida no C.E.) com hidrófugo e acabamento descofrado à vista, incluindo moldes ou cimbrês, escoramentos, aços (tipo definido no C.E.), dobragens, armações, ligações, emendas, desperdícios, carga, transporte e descarga de todos os materiais e de acordo com projeto e C.E..	m3	200,00	135,00 €	27 000,00 €
<b>9</b>	<b>VEDAÇÕES</b>				
9.4	Retirada de Rede				
9.4.1	Desmontagem de vedação em rede, com rede até 1,0m de altura, incluindo o fornecimento e aplicação dos materiais e mão-de-obra necessários para a sua retirada de obra e posterior colocação em estaleiro municipal	m2	26,00	30,00 €	780,00 €
<b>18</b>	<b>DIVERSOS</b>				
<b>18.4</b>	<b>TELAS FINAIS</b>				
18.4.1	Entrega das telas finais (levantamentos topográficos georreferenciados) dos arruamentos intervencionados, em papel e em suporte informático, na área envolvente numa extensão de 20m (para cada lado do arruamento), incluindo o arranque das construções / muros e indicação das infraestruturas existentes no local as intervencionadas, para obras ≤ 100.000,00€;	un	1,00	28,00 €	28,00 €
<b>19</b>	<b>Colocação de camada de "Rachão"</b>				
19.1	Colocação do "rachão" para distribuição das tensões de forma homogeneizada, por toda a estrada	m3	300,00	13,65 €	4 095,00 €
19.2	Fornecimento e aplicação de manta geotêxtil na base do "Rachão"	m2	925,00	3,00 €	2 775,00 €

Montante

93 703,62 €

**Prolongamento da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V**

Solução de consolidação: Camada de "Rachão"  
Estabilização das terras: Muro de Gabiões

Abril de 2017 MAPA DE TRABALHOS

CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	UNIDADES	QUANTIDADES	ZONA "A"	
				PREÇO BASE	TOTAL
<b>1</b>	<b>ESTALEIRO</b>				
1.1	Fornecimento e montagem de painéis amovíveis de vedação para proteção da área envolvente aos trabalhos durante o prazo da empreitada, em malha electro soldada do tipo "bekaert", com postes de suporte soldados à malha nas laterais para montagem com bases em PVC/Betão, incluindo a limpeza diária da zona de trabalhos; sinalização temporária de trabalhos, de acordo com projeto elaborado nos termos do Decreto Regulamentar 22A/98 de 1 de Outubro devidamente aprovado pelas entidades competentes), referente a sinalização vertical, horizontal e outros equipamentos necessários, incluindo fornecimento, implantação, colocação e ainda a implementação do plano de segurança e saúde, a implementação do plano de prevenção e gestão de resíduos, os meios humanos, materiais e equipamentos necessários aos trabalhos de restabelecimento por meio de obras provisórias de todas as servidões e serventias que seja indispensável alterar ou destruir para a execução dos trabalhos, ou para evitar a estagnação de águas que os mesmos possam originar, e ainda, os custos relacionados com a afetação de policia ao acompanhamento dos trabalhos, a cargo do adjudicatário, assim como a desmontagem do estaleiro, limpeza e restabelecimento do local no final da obra, em obras com prazo igual ou inferior a 5 dias.	vg	0,00	38,00 €	- €
1.3	Idem, em obras com duração superior a 30 dias.	dias	43,00	12,00 €	516,00 €
1.4	Fornecimento e colocação de placas de obra, em local a definir com a Fiscalização antes do início dos trabalhos, conforme peças desenhadas, incluindo a estrutura de fixação e todos os trabalhos necessários a esta operação, assim como sua desmontagem na data da receção provisória da obra, carga transporte e descarga no estaleiro da C.M.Gaia.	un	2,00	50,00 €	100,00 €
<b>2</b>	<b>DEMOLIÇÕES</b>				
<b>2.1</b>	<b>FAIXA DE RODAGEM E EM BAIAS DE ESTACIONAMENTO.</b>				
<b>2.1.1</b>	<b>Fresagem de camadas de pavimentos existentes, em misturas betuminosas, reutilização deste subproduto na obra em condições a aprovar pela fiscalização, carga, transporte e descarga dos produtos fresados sobrantes em estaleiro municipal - C. M. de Gaia:</b>				
<b>2.1.1.1</b>	<b>Em áreas ≤ 1.000 m2:</b>				
2.1.1.1.1	Numa profundidade máxima de 0,06 m.	m2	75,00	3,50 €	262,50 €
<b>2.2</b>	<b>PASSEIOS</b>				
<b>2.2.1</b>	<b>Demolição de pavimentos de passeios de qualquer natureza, incluindo fundação, remoção dos produtos não reaproveitáveis para o operador de gestão licenciado, segundo o Decreto-Lei nº 46/2008 de 12 de Março.</b>				
2.2.1.1	Numa área total inferior ou igual a 20 m <sup>2</sup> .	m2	12,00	4,00 €	48,00 €
<b>2.3</b>	<b>OUTRAS DEMOLIÇÕES</b>				
<b>2.3.1</b>	<b>Demolição de estruturas, outros elementos ou maciços de fundação em betão armado, incluindo os meios mecânicos necessários e as operações de carga, transporte e descarga do material resultante da demolição em vazadouro licenciado e pedras a estaleiro municipal - C.M. Gaia.</b>				
2.3.1.2	Idem em alvenarias de tijolo, blocos de betão ou pedra.	m3	0,00	40,00 €	- €
2.5	Reforço de pilares	m2	40,00	30,00 €	1 200,00 €
		m3	1,50	264,41 €	396,62 €

**Prolongamento da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V**

Solução de consolidação: Camada de "Rachão"

Estabilização das terras: Muro de Gabiões

Abril de 2017 MAPA DE TRABALHOS

CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	UNIDADES	QUANTIDADES	ZONA "A"	
				PREÇO BASE	TOTAL
<b>3</b>	<b>MOVIMENTO DE TERRAS</b>				
<b>3.1</b>	<b>DECAPAGEM</b>				
3.1.1	Limpeza, desmatagem e remoção de ervas e arbustos em toda a área de intervenção, incluindo derrube de árvores, desenraizamento, decapagem na linha de terra vegetal, na espessura de 0,30m, carga, transporte e colocação dos produtos sobranes em vazadouro e eventual indemnização por depósito, a cargo do adjudicatário, de acordo com projeto e C.E..	m2	250,00	1,60 €	400,00 €
<b>3.2</b>	<b>ESCAVAÇÃO</b>				
3.2.1.2	Idem, incluindo carga, transporte e descarga em depósito de estaleiro municipal, situado a distância não superior a 22km.	m3	2 200,00	4,00 €	8 800,00 €
<b>3.3</b>	<b>ATERROS</b>				
3.3.2	Fornecimento, espalhamento e compactação de terras de empréstimo por camadas, incluindo rega, para construção da plataforma, conforme projeto e C.E.	m3	3 150,00	11,00 €	34 650,00 €
<b>8</b>	<b>MUROS E VEDAÇÕES</b>				
<b>8.4</b>	<b>MUROS EM BETÃO ARMADO - SUPORTE</b>				
8.4.1	Fornecimento e colocação de betão de regularização e limpeza em fundações dos muros de betão da classe C12/15, incluindo todos os trabalhos necessários à sua boa execução.	m3	11,00	36,00 €	396,00 €
8.4.2	Fornecimento e colocação de betão armado da classe C25/30 em fundações dos muros, incluindo armaduras da classe A400 NR, cofragem, descofragem e todos os trabalhos necessários à sua perfeita execução e de acordo com o pormenor das Peças Desenhadas e Condições Técnicas.	m3	55,00	94,50 €	5 197,50 €
8.4.4	Betão elementos (descofrado à vista) - Fornecimento (ou fabrico), colocação, espalhamento, compactação (vibração) e cura de betão armado (classe definida no C.E.) com hidrófugo e acabamento descofrado à vista, incluindo moldes ou cimbrés, escoramentos, aços (tipo definido no C.E.), dobragens, armações, ligações, emendas, desperdícios, carga, transporte e descarga de todos os materiais e de acordo com projeto e C.E..	m3	75,00	135,00 €	10 125,00 €
<b>9</b>	<b>VEDAÇÕES</b>				
9.2	Fornecimento, transporte e colocação de guarda metálica, construída por barras de ferro / perfis metálicos pintados a forja, de acordo com o pormenor, incluindo metalização a quente e pintura das superfícies: categoria C3 (média) de corrosividade atmosférica - NP EN ISO 12944-2; esquema de pintura S3.21 para durabilidade Alta (>15 anos) - NP EN ISO 12944-5; preparação de superfície: - decapagem ao grau Sa 2.1/2 (de acordo com a Norma ISO 8501); desengorduramento completo da superfície; pintura com 1 demão x 40 microns de primário epóxi rico em zinco (teor de zinco na película seca > 80%), com 1 demão x 80 microns de intermédio epóxi poliamida com óxido de ferro micáceo, com 1 demão x 40 microns de acabamento poliuretano alifático, incluindo ainda o lintel em betão armado para fixação, da grade e a fixação desta, movimentos de terras necessários e transporte de materiais excedentes a vazadouro licenciado. "TIPO A"	m	61,00	33,00 €	2 013,00 €
9.4	Retirada de Rede				
9.4.1	Desmontagem de vedação em rede, com rede até 1,0m de altura, incluindo o fornecimento e aplicação dos materiais e mão-de-obra necessários para a sua retirada de obra e posterior colocação em estaleiro municipal	m2	26,00	30,00 €	780,00 €
<b>18</b>	<b>DIVERSOS</b>				

**Prolongamento da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V**

Solução de consolidação: Camada de "Rachão"  
Estabilização das terras: Muro de Gabiões

Abril de 2017 MAPA DE TRABALHOS

CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	UNIDADES	QUANTIDADES	ZONA "A"	
				PREÇO BASE	TOTAL
<b>18.4</b>	<b>TELAS FINAIS</b>				
18.4.1	Entrega das telas finais (levantamentos topográficos georreferenciados) dos arruamentos intervencionados, em papel e em suporte informático, na área envolvente numa extensão de 20m (para cada lado do arruamento), incluindo o arranque das construções / muros e indicação das infraestruturas existentes no local as intervencionadas, para obras ≤ 100.000,00€;	un		28,00 €	
18.4.2	Idem, para obras > 100.000,00€ e ≤ 500.000,00€;	un	1,00	35,00 €	35,00 €
	<b>19 Colocação de camada de "Rachão"</b>				
19.1	Colocação do "rachão" para distribuição das tensões de forma homogênea, por toda a estrada	m3	300,00	13,65 €	4 095,00 €
19.2	Fornecimento e aplicação de manta geotêxtil na base do "Rachão"	m2	925,00	3,00 €	2 775,00 €
	<b>20 Muro de Gabiões</b>				
20.1	Colocação de malhas de aço galvanizado de 1x1x2m3, preenchidas com brita de 50x25, bem como todos os trabalhos necessários para a boa execução e colocação do muro. Neste preço inclui-se, também, o fornecimento e toda a mão-de-obra necessária para a implementação do método	m3	430,00	80,00 €	34 400,00 €
				Montante	106 189,62 €

**Prolongamento da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V**

Solução de consolidação: Camada de "Rachão"  
Estabilização das terras: Talude em aterro

Abril de 2017 MAPA DE TRABALHOS

CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	UNIDADES	QUANTIDADES	ZONA "A"	TOTAL
				PREÇO BASE	
<b>1</b>	<b>ESTALEIRO</b>				
1.1	Fornecimento e montagem de painéis amovíveis de vedação para proteção da área envolvente aos trabalhos durante o prazo da empreitada, em malha electro soldada do tipo "bekaert", com postes de suporte soldados à malha nas laterais para montagem com bases em PVC/Betão, incluindo a limpeza diária da zona de trabalhos; sinalização temporária de trabalhos, de acordo com projeto elaborado nos termos do Decreto Regulamentar 22A/98 de 1 de Outubro devidamente aprovado pelas entidades competentes), referente a sinalização vertical, horizontal e outros equipamentos necessários, incluindo fornecimento, implantação, colocação e ainda a implementação do plano de segurança e saúde, a implementação do plano de prevenção e gestão de resíduos, os meios humanos, materiais e equipamentos necessários aos trabalhos de restabelecimento por meio de obras provisórias de todas as servidões e serventias que seja indispensável alterar ou destruir para a execução dos trabalhos, ou para evitar a estagnação de águas que os mesmos possam originar, e ainda, os custos relacionados com a afetação de policia ao acompanhamento dos trabalhos, a cargo do adjudicatário, assim como a desmontagem do estaleiro, limpeza e restabelecimento do local no final da obra, em obras com prazo igual ou inferior a 5 dias.	vg	0,00	38,00 €	- €
1.2	Idem, para trabalhos com duração superior a 5 dias e igual ou inferior a 30 dias.	vg	1,00	80,00 €	80,00 €
1.3	Idem, em obras com duração superior a 30 dias.	dias	30,00	12,00 €	360,00 €
1.4	Fornecimento e colocação de placas de obra, em local a definir com a Fiscalização antes do início dos trabalhos, conforme peças desenhadas, incluindo a estrutura de fixação e todos os trabalhos necessários a esta operação, assim como sua desmontagem na data da receção provisória da obra, carga transporte e descarga no estaleiro da C.M.Gaia.	un	2,00	50,00 €	100,00 €
<b>2</b>	<b>DEMOLIÇÕES</b>				
<b>2.1</b>	<b>FAIXA DE RODAGEM E EM BAIAS DE ESTACIONAMENTO.</b>				
2.1.1	<b>Fresagem de camadas de pavimentos existentes, em misturas betuminosas, reutilização deste subproduto na obra em condições a aprovar pela fiscalização, carga, transporte e descarga dos produtos fresados sobrantes em estaleiro municipal - C. M. de Gaia:</b>				
2.1.1.1	<b>Em áreas ≤ 1.000 m2:</b>				
2.1.1.1.1	Numa profundidade máxima de 0,06 m.	m2	75,00	3,50 €	262,50 €
<b>2.2</b>	<b>PASSEIOS</b>				
2.2.1	<b>Demolição de pavimentos de passeios de qualquer natureza, incluindo fundação, remoção dos produtos não reaproveitáveis para o operador de gestão licenciado, segundo o Decreto-Lei nº 46/2008 de 12 de Março.</b>				
2.2.1.1	Numa área total inferior ou igual a 20 m <sup>2</sup> .	m2	12,00	4,00 €	48,00 €
<b>2.3</b>	<b>OUTRAS DEMOLIÇÕES</b>				
2.3.1	<b>Demolição de estruturas, outros elementos ou maciços de fundação em betão armado, incluindo os meios mecânicos necessários e as operações de carga, transporte e descarga do material resultante da demolição em vazadouro licenciado e pedras a estaleiro municipal - C.M. Gaia.</b>	m3	0,00	40,00 €	- €

**Prolongamento da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V**

Solução de consolidação: Camada de "Rachão"  
Estabilização das terras: Talude em aterro

Abril de 2017 MAPA DE TRABALHOS

CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	UNIDADES	QUANTIDADES	ZONA "A"	
				PREÇO BASE	TOTAL
2.3.1.2	Idem em alvenarias de tijolo, blocos de betão ou pedra.	m2	40,00	30,00 €	1 200,00 €
2.5	Demolição de Reforços de pilares de betão armado	m3	1,50	264,41 €	396,62 €
<b>3</b>	<b>MOVIMENTO DE TERRAS</b>				
<b>3.1</b>	<b>DECAPAGEM</b>				
<b>3.1.1</b>	<b>Limpeza, desmatagem e remoção de ervas e arbustos em toda a área de intervenção, incluindo derrube de árvores, desenraizamento, decapagem na linha de terra vegetal, na espessura de 0,30m, carga, transporte e colocação dos produtos sobrantes em vazadouro e eventual indemnização por depósito, a cargo do adjudicatário, de acordo com projeto e C.E..</b>	m2	250,00	1,60 €	400,00 €
<b>3.2</b>	<b>ESCAVAÇÃO</b>				
3.2.1.2	Idem, incluindo carga, transporte e descarga em depósito de estaleiro municipal, situado a distância não superior a 22km.	m3	2 200,00	4,00 €	8 800,00 €
<b>3.3</b>	<b>ATERROS</b>				
3.3.1	Aterro por camadas das terras provenientes da escavação na linha, incluindo compactação e rega, para construção da plataforma, conforme projeto e C.E.	m3		5,00 €	
3.3.2	Fornecimento, espalhamento e compactação de terras de empréstimo por camadas, incluindo rega, para construção da plataforma, conforme projeto e C.E.	m3	3 400,00	11,00 €	37 400,00 €
<b>8</b>	<b>MUROS E VEDAÇÕES</b>				
<b>8.4</b>	<b>MUROS EM BETÃO ARMADO - SUPORTE</b>				
8.4.1	Fornecimento e colocação de betão de regularização e limpeza em fundações dos muros de betão da classe C12/15, incluindo todos os trabalhos necessários à sua boa execução.	m3	11,00	36,00 €	396,00 €
8.4.2	Fornecimento e colocação de betão armado da classe C25/30 em fundações dos muros, incluindo armaduras da classe A400 NR, cofragem, descofragem e todos os trabalhos necessários à sua perfeita execução e de acordo com o pormenor das Peças Desenhadas e Condições Técnicas.	m3	55,00	94,50 €	5 197,50 €
8.4.4	Betão elementos (descofrado à vista) - Fornecimento (ou fabrico), colocação, espalhamento, compactação (vibração) e cura de betão armado (classe definida no C.E.) com hidrófugo e acabamento descofrado à vista, incluindo moldes ou cimbrés, escoramentos, aços (tipo definido no C.E.), dobragens, armações, ligações, emendas, desperdícios, carga, transporte e descarga de todos os materiais e de acordo com projeto e C.E..	m3	75,00	135,00 €	10 125,00 €
<b>9</b>	<b>VEDAÇÕES</b>				
9.2	Fornecimento, transporte e colocação de guarda metálica, construída por barras de ferro / perfis metálicos pintados a forja, de acordo com o pormenor, incluindo metalização a quente e pintura das superfícies: categoria C3 (média) de corrosividade atmosférica - NP EN ISO 12944-2; esquema de pintura S3.21 para durabilidade Alta (>15 anos) - NP EN ISO 12944-5; preparação de superfície: - decapagem ao grau Sa 2.1/2 (de acordo com a Norma ISO 8501); desengorduramento completo da superfície; pintura com 1 demão x 40 microns de primário epóxi rico em zinco (teor de zinco na película seca > 80%), com 1 demão x 80 microns de intermédio epóxi poliamida com óxido de ferro micáceo, com 1 demão x 40 microns de acabamento poliuretano alifático, incluindo ainda o lintel em betão armado para fixação, da grade e a fixação desta, movimentos de terras necessários e transporte de materiais excedentes a vazadouro licenciado. "TIPO A"	m	61,00	33,00 €	2 013,00 €
9.4	Retirada de rede				

**Prolongamento da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V**

Solução de consolidação: Camada de "Rachão"

Estabilização das terras: Talude em aterro

Abril de 2017 MAPA DE TRABALHOS

CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	UNIDADES	QUANTIDADES	ZONA "A"	
				PREÇO BASE	TOTAL
9.4.1	Desmontagem de vedação em rede, com rede até 1,0m de altura, incluindo o fornecimento e aplicação dos materiais e mão-de-obra necessários para a sua retirada de obra e posterior colocação em estaleiro municipal	m2	26,00	30,00 €	780,00 €
<b>18 DIVERSOS</b>					
<b>18.4 TELAS FINAIS</b>					
18.4.1	Entrega das telas finais (levantamentos topográficos georreferenciados) dos arruamentos intervencionados, em papel e em suporte informático, na área envolvente numa extensão de 20m (para cada lado do arruamento), incluindo o arranque das construções / muros e indicação das infraestruturas existentes no local as intervencionadas, para obras ≤ 100.000,00€;	un	1,00	28,00 €	28,00 €
<b>19 Colocação de "Rachão"</b>					
19.1	Colocação do "rachão" para distribuição das tensões de forma homogeneizada, por toda a estrada	m3	300,00	13,65 €	4 095,00 €
19.2	Fornecimento e aplicação de manta geotêxtil na base do "Rachão"	m2	925,00	3,00 €	2 775,00 €
				Montante	74 456,62 €

**Prolongamento da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V**

Solução de consolidação: Estrutura de Betão Armado, assentes em estacas de betão Armado  
Estabilização das terras: Muro de Suporte

Abril de 2017 MAPA DE TRABALHOS

CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	UNIDADES	QUANTIDADES	ZONA "A"	
				PREÇO BASE	TOTAL
<b>1</b>	<b>ESTALEIRO</b>				
1.1	Fornecimento e montagem de painéis amovíveis de vedação para proteção da área envolvente aos trabalhos durante o prazo da empreitada, em malha electro soldada do tipo "bekaert", com postes de suporte soldados à malha nas laterais para montagem com bases em PVC/Betão, incluindo a limpeza diária da zona de trabalhos; sinalização temporária de trabalhos, de acordo com projeto elaborado nos termos do Decreto Regulamentar 22A/98 de 1 de Outubro devidamente aprovado pelas entidades competentes), referente a sinalização vertical, horizontal e outros equipamentos necessários, incluindo fornecimento, implantação, colocação e ainda a implementação do plano de segurança e saúde, a implementação do plano de prevenção e gestão de resíduos, os meios humanos, materiais e equipamentos necessários aos trabalhos de restabelecimento por meio de obras provisórias de todas as servidões e serventias que seja indispensável alterar ou destruir para a execução dos trabalhos, ou para evitar a estagnação de águas que os mesmos possam originar, e ainda, os custos relacionados com a afetação de policia ao acompanhamento dos trabalhos, a cargo do adjudicatário, assim como a desmontagem do estaleiro, limpeza e restabelecimento do local no final da obra, em obras com prazo igual ou inferior a 5 dias.	vg	0,00	38,00 €	- €
1.3	Idem, em obras com duração superior a 30 dias.	dias	50,00	12,00 €	600,00 €
1.4	Fornecimento e colocação de placas de obra, em local a definir com a Fiscalização antes do início dos trabalhos, conforme peças desenhadas, incluindo a estrutura de fixação e todos os trabalhos necessários a esta operação, assim como sua desmontagem na data da receção provisória da obra, carga transporte e descarga no estaleiro da C.M.Gaia.	un	2,00	50,00 €	100,00 €
<b>2</b>	<b>DEMOLIÇÕES</b>				
<b>2.1</b>	<b>FAIXA DE RODAGEM E EM BAIAS DE ESTACIONAMENTO.</b>				
<b>2.1.1</b>	<b>Fresagem de camadas de pavimentos existentes, em misturas betuminosas, reutilização deste subproduto na obra em condições a aprovar pela fiscalização, carga, transporte e descarga dos produtos fresados sobrantes em estaleiro municipal - C. M. de Gaia:</b>				
<b>2.1.1.1</b>	<b>Em áreas ≤ 1.000 m2:</b>				
2.1.1.1.1	Numa profundidade máxima de 0,06 m.	m2	75,00	3,50 €	262,50 €
<b>2.2</b>	<b>PASSEIOS</b>				
<b>2.2.1</b>	<b>Demolição de pavimentos de passeios de qualquer natureza, incluindo fundação, remoção dos produtos não reaproveitáveis para o operador de gestão licenciado, segundo o Decreto-Lei nº 46/2008 de 12 de Março.</b>				
2.2.1.1	Numa área total inferior ou igual a 20 m <sup>2</sup> .	m2	12,00	4,00 €	48,00 €
<b>2.3</b>	<b>OUTRAS DEMOLIÇÕES</b>				
<b>2.3.1</b>	<b>Demolição de estruturas, outros elementos ou maciços de fundação em betão armado, incluindo os meios mecânicos necessários e as operações de carga, transporte e descarga do material resultante da demolição em vazadouro licenciado e pedras a estaleiro municipal - C.M. Gaia.</b>				
2.3.1.2	Idem em alvenarias de tijolo, blocos de betão ou pedra.	m3	0,00	40,00 €	- €
2.5	Demoição de reforço de pilares de betão armado	m2	40,00	30,00 €	1 200,00 €
		m3	1,50	264,41 €	396,62 €

**Prolongamento da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V**

Solução de consolidação: Estrutura de Betão Armado, assentes em estacas de betão Armado  
Estabilização das terras: Muro de Suporte

Abril de 2017 MAPA DE TRABALHOS

CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	UNIDADES	QUANTIDADES	ZONA "A"	
				PREÇO BASE	TOTAL
<b>3</b>	<b>MOVIMENTO DE TERRAS</b>				
<b>3.1</b>	<b>DECAPAGEM</b>				
3.1.1	Limpeza, desmatagem e remoção de ervas e arbustos em toda a área de intervenção, incluindo derrube de árvores, desenraizamento, decapagem na linha de terra vegetal, na espessura de 0,30m, carga, transporte e colocação dos produtos sobrantes em vazadouro e eventual indemnização por depósito, a cargo do adjudicatário, de acordo com projeto e C.E..	m2	250,00	1,60 €	400,00 €
<b>3.2</b>	<b>ESCAVAÇÃO</b>				
3.2.1.2	Idem, incluindo carga, transporte e descarga em depósito de estaleiro municipal, situado a distância não superior a 22km.	m3		4,00 €	
<b>3.3</b>	<b>ATERROS</b>				
3.3.2	Fornecimento, espalhamento e compactação de terras de empréstimo por camadas, incluindo rega, para construção da plataforma, conforme projeto e C.E.	m3	600,00	11,00 €	6 600,00 €
<b>8</b>	<b>MUROS E VEDAÇÕES</b>				
<b>8.4</b>	<b>MUROS EM BETÃO ARMADO - SUPORTE</b>				
8.4.1	Fornecimento e colocação de betão de regularização e limpeza em fundações dos muros de betão da classe C12/15, incluindo todos os trabalhos necessários à sua boa execução.	m3	25,00	36,00 €	900,00 €
8.4.2	Fornecimento e colocação de betão armado da classe C25/30 em fundações dos muros, incluindo armaduras da classe A400 NR, cofragem, descofragem e todos os trabalhos necessários à sua perfeita execução e de acordo com o pormenor das Peças Desenhadas e Condições Técnicas.	m3	125,00	94,50 €	11 812,50 €
8.4.4	Betão elementos (descofrado à vista) - Fornecimento (ou fabrico), colocação, espalhamento, compactação (vibração) e cura de betão armado (classe definida no C.E.) com hidrófugo e acabamento descofrado à vista, incluindo moldes ou cimbrês, escoramentos, aços (tipo definido no C.E.), dobragens, armações, ligações, emendas, desperdícios, carga, transporte e descarga de todos os materiais e de acordo com projeto e C.E..	m3	200,00	135,00 €	27 000,00 €
<b>9</b>	<b>VEDAÇÕES</b>				
9.4	Retirada de rede				
9.4.1	Desmontagem de vedação em rede, com rede até 1,0m de altura, incluindo o fornecimento e aplicação dos materiais e mão-de-obra necessários para a sua retirada de obra e posterior colocação em estaleiro municipal	m2	26,00	30,00 €	780,00 €
<b>18</b>	<b>DIVERSOS</b>				
<b>18.4</b>	<b>TELAS FINAIS</b>				
18.4.1	Entrega das telas finais (levantamentos topográficos georreferenciados) dos arruamentos intervencionados, em papel e em suporte informático, na área envolvente numa extensão de 20m (para cada lado do arruamento), incluindo o arranque das construções / muros e indicação das infraestruturas existentes no local as intervencionadas, para obras ≤ 100.000,00€;	un	0,00	28,00 €	- €
18.4.2	Idem, para obras > 100.000,00€ e ≤ 500.000,00€;	un	1,00	35,00 €	35,00 €
<b>19</b>	<b>Estacas de Betão</b>				
19.1	Estaca moldada "in situ" de betão armado, executada com perfuração sem molde com lamas tixotrópicas	m	160,00	116,23 €	18 596,80 €
19.2	Saneamento de cabeça de estaca de betão armado	m	10,00	21,33 €	213,30 €

**Prolongamento da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V**

Solução de consolidação: Estrutura de Betão Armado, assentes em estacas de betão Armado  
Estabilização das terras: Muro de Suporte

Abril de 2017 MAPA DE TRABALHOS

CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	UNIDADES	QUANTIDADES	ZONA "A"	TOTAL
				PREÇO BASE	
19.3	Transporte e remoção de equipamento completo para perfuração de estacas	un	1,00	7 374,33 €	7 374,33 €
<b>20</b>	<b>Estrutura de Betão Armado</b>				
20.1	Laje maciça de betão armado (com espessura de 30cm), incluindo cofragem e descofragem do betão, armaduras em Aço do tipo A400 e, todos os trabalhos necessários para a sua boa execução	m2	450,00	80,37 €	36 166,50 €
20.2	Vigas em betão armado, incluindo cofragem e descofragem do betão, armaduras em Aço do tipo A400 e, todos os trabalhos necessários para a sua boa execução	m3	25,00	356,43 €	8 910,75 €
20.3	Pilar circular em betão armado, incluindo cofragem e descofragem do betão, armaduras em Aço do tipo A400 e, todos os trabalhos necessários para a sua boa execução	m3	5,00	419,72 €	2 098,60 €
				Montante	123 494,90 €

**Prolongamento da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V**

Solução de consolidação: Estrutura de Betão Armado, assentes em estacas de betão Armado  
Estabilização das terras: Muro de Gabiões

Abril de 2017 MAPA DE TRABALHOS

CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	UNIDADES	QUANTIDADES	ZONA "A"	
				PREÇO BASE	TOTAL
<b>1 ESTALEIRO</b>					
1.1	Fornecimento e montagem de painéis amovíveis de vedação para proteção da área envolvente aos trabalhos durante o prazo da empreitada, em malha electro soldada do tipo "bekaert", com postes de suporte soldados à malha nas laterais para montagem com bases em PVC/Betão, incluindo a limpeza diária da zona de trabalhos; sinalização temporária de trabalhos, de acordo com projeto elaborado nos termos do Decreto Regulamentar 22A/98 de 1 de Outubro devidamente aprovado pelas entidades competentes), referente a sinalização vertical, horizontal e outros equipamentos necessários, incluindo fornecimento, implantação, colocação e ainda a implementação do plano de segurança e saúde, a implementação do plano de prevenção e gestão de resíduos, os meios humanos, materiais e equipamentos necessários aos trabalhos de restabelecimento por meio de obras provisórias de todas as servidões e serventias que seja indispensável alterar ou destruir para a execução dos trabalhos, ou para evitar a estagnação de águas que os mesmos possam originar, e ainda, os custos relacionados com a afetação de policia ao acompanhamento dos trabalhos, a cargo do adjudicatário, assim como a desmontagem do estaleiro, limpeza e restabelecimento do local no final da obra, em obras com prazo igual ou inferior a 5 dias.	vg	0,00	38,00 €	- €
1.3	Idem, em obras com duração superior a 30 dias.	dias	54,00	12,00 €	648,00 €
1.4	Fornecimento e colocação de placas de obra, em local a definir com a Fiscalização antes do início dos trabalhos, conforme peças desenhadas, incluindo a estrutura de fixação e todos os trabalhos necessários a esta operação, assim como sua desmontagem na data da receção provisória da obra, carga transporte e descarga no estaleiro da C.M.Gaia.	un	2,00	50,00 €	100,00 €
<b>2 DEMOLIÇÕES</b>					
<b>2.1 FAIXA DE RODAGEM E EM BAIAS DE ESTACIONAMENTO.</b>					
<b>2.1.1 Fresagem de camadas de pavimentos existentes, em misturas betuminosas, reutilização deste subproduto na obra em condições a aprovar pela fiscalização, carga, transporte e descarga dos produtos fresados sobrantes em estaleiro municipal - C. M. de Gaia:</b>					
<b>2.1.1.1 Em áreas ≤ 1.000 m2:</b>					
2.1.1.1.1	Numa profundidade máxima de 0,06 m.	m2	75,00	3,50 €	262,50 €
<b>2.2 PASSEIOS</b>					
<b>2.2.1 Demolição de pavimentos de passeios de qualquer natureza, incluindo fundação, remoção dos produtos não reaproveitáveis para o operador de gestão licenciado, segundo o Decreto-Lei nº 46/2008 de 12 de Março.</b>					
2.2.1.1	Numa área total inferior ou igual a 20 m <sup>2</sup> .	m2	12,00	4,00 €	48,00 €
<b>2.3 OUTRAS DEMOLIÇÕES</b>					
<b>2.3.1 Demolição de estruturas, outros elementos ou maciços de fundação em betão armado, incluindo os meios mecânicos necessários e as operações de carga, transporte e descarga do material resultante da demolição em vazadouro licenciado e pedras a estaleiro municipal - C.M. Gaia.</b>					
		m3	0,00	40,00 €	- €
2.3.1.2	Idem em alvenarias de tijolo, blocos de betão ou pedra.	m2	40,00	30,00 €	1 200,00 €
2.5	Demoição de reforço de pilares de betão armado	m3	1,50	264,41 €	396,62 €

**Prolongamento da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V**

Solução de consolidação: Estrutura de Betão Armado, assentes em estacas de betão Armado  
Estabilização das terras: Muro de Gabiões

Abril de 2017 MAPA DE TRABALHOS

CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	UNIDADES	QUANTIDADES	ZONA "A"	
				PREÇO BASE	TOTAL
<b>3</b>	<b>MOVIMENTO DE TERRAS</b>				
<b>3.1</b>	<b>DECAPAGEM</b>				
3.1.1	Limpeza, desmatização e remoção de ervas e arbustos em toda a área de intervenção, incluindo derrube de árvores, desenraizamento, decapagem na linha de terra vegetal, na espessura de 0,30m, carga, transporte e colocação dos produtos sobrantes em vazadouro e eventual indemnização por depósito, a cargo do adjudicatário, de acordo com projeto e C.E..	m2	250,00	1,60 €	400,00 €
<b>3.2</b>	<b>ESCAVAÇÃO</b>				
3.2.1.2	Idem, incluindo carga, transporte e descarga em depósito de estaleiro municipal, situado a distância não superior a 22km.	m3		4,00 €	
<b>3.3</b>	<b>ATERROS</b>				
3.3.2	Fornecimento, espalhamento e compactação de terras de empréstimo por camadas, incluindo rega, para construção da plataforma, conforme projeto e C.E.	m3	600,00	11,00 €	6 600,00 €
<b>8</b>	<b>MUROS E VEDAÇÕES</b>				
<b>8.4</b>	<b>MUROS EM BETÃO ARMADO - SUPORTE</b>				
8.4.1	Fornecimento e colocação de betão de regularização e limpeza em fundações dos muros de betão da classe C12/15, incluindo todos os trabalhos necessários à sua boa execução.	m3	11,00	36,00 €	396,00 €
8.4.2	Fornecimento e colocação de betão armado da classe C25/30 em fundações dos muros, incluindo armaduras da classe A400 NR, cofragem, descofragem e todos os trabalhos necessários à sua perfeita execução e de acordo com o pormenor das Peças Desenhadas e Condições Técnicas.	m3	55,00	94,50 €	5 197,50 €
8.4.4	Betão elementos (descofrado à vista) - Fornecimento (ou fabrico), colocação, espalhamento, compactação (vibração) e cura de betão armado (classe definida no C.E.) com hidrófugo e acabamento descofrado à vista, incluindo moldes ou cimbrês, escoramentos, aços (tipo definido no C.E.), dobragens, armações, ligações, emendas, desperdícios, carga, transporte e descarga de todos os materiais e de acordo com projeto e C.E..	m3	75,00	135,00 €	10 125,00 €
<b>9</b>	<b>VEDAÇÕES</b>				
9.2	Fornecimento, transporte e colocação de guarda metálica, construída por barras de ferro / perfis metálicos pintados a forja, de acordo com o pormenor, incluindo metalização a quente e pintura das superfícies: categoria C3 (média) de corrosividade atmosférica - NP EN ISO 12944-2; esquema de pintura S3.21 para durabilidade Alta (>15 anos) - NP EN ISO 12944-5; preparação de superfície: - decapagem ao grau Sa 2.1/2 (de acordo com a Norma ISO 8501); desengorduramento completo da superfície; pintura com 1 demão x 40 microns de primário epóxi rico em zinco (teor de zinco na película seca > 80%), com 1 demão x 80 microns de intermédio epóxi poliamida com óxido de ferro micáceo, com 1 demão x 40 microns de acabamento poliuretano alifático, incluindo ainda o lintel em betão armado para fixação, da grade e a fixação desta, movimentos de terras necessários e transporte de materiais excedentes a vazadouro licenciado. "TIPO A"	m	61,00	33,00 €	2 013,00 €
9.4	Retirada de rede				
9.4.1	Desmontagem de vedação em rede, com rede até 1,0m de altura, incluindo o fornecimento e aplicação dos materiais e mão-de-obra necessários para a sua retirada de obra e posterior colocação em estaleiro municipal	m2	26,00	30,00 €	780,00 €
<b>18</b>	<b>DIVERSOS</b>				

**Prolongamento da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V**

Solução de consolidação: Estrutura de Betão Armado, assentes em estacas de betão Armado  
Estabilização das terras: Muro de Gabiões

Abril de 2017 MAPA DE TRABALHOS

CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	UNIDADES	QUANTIDADES	ZONA "A"	TOTAL
				PREÇO BASE	
<b>18.4</b>	<b>TELAS FINAIS</b>				
18.4.1	Entrega das telas finais (levantamentos topográficos georreferenciados) dos arruamentos intervencionados, em papel e em suporte informático, na área envolvente numa extensão de 20m (para cada lado do arruamento), incluindo o arranque das construções / muros e indicação das infraestruturas existentes no local as intervencionadas, para obras ≤ 100.000,00€;	un	0,00	28,00 €	- €
18.4.2	Idem, para obras > 100.000,00€ e ≤ 500.000,00€;	un	1,00	35,00 €	35,00 €
<b>19</b>	<b>Estacas de Betão</b>				
19.1	Estaca moldada "in situ" de betão armado, executada com perfuração sem molde com lamas tixotrópicas	m	160,00	116,23 €	18 596,80 €
19.2	Saneamento de cabeça de estaca de betão armado	m	10,00	21,33 €	213,30 €
19.3	Transporte e remoção de equipamento completo para perfuração de estacas	un	1,00	7 374,33 €	7 374,33 €
<b>20</b>	<b>Estrutura de Betão Armado</b>				
20.1	Laje maciça de betão armado (com espessura de 30cm), incluindo cofragem e descofragem do betão, armaduras em Aço do tipo A400 e, todos os trabalhos necessários para a sua boa execução	m2	450,00	80,37 €	36 166,50 €
20.2	Vigas em betão armado, incluindo cofragem e descofragem do betão, armaduras em Aço do tipo A400 e, todos os trabalhos necessários para a sua boa execução	m3	25,00	356,43 €	8 910,75 €
20.3	Pilar circular em betão armado, incluindo cofragem e descofragem do betão, armaduras em Aço do tipo A400 e, todos os trabalhos necessários para a sua boa execução	m3	5,00	419,72 €	2 098,60 €
<b>21</b>	<b>Muros de Gabião</b>				
21.1	Colocação de malhas de aço galvanizado de 1x1x2m3, preenchidas com brita de 50x25, bem como todos os trabalho necessários para a boa execução e colocação do muro. Neste preço inclui-se, também, o fornecimento e toda a mão-de-obra necessária para a implementação do método	m3	430,00	80,00 €	34 400,00 €
				Montante	135 961,90 €

**Prolongamento da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V**

Solução de consolidação: Estrutura de Betão Armado, assentes em estacas de betão Armado  
Estabilização das terras: Talude em aterro

Abril de 2017 MAPA DE TRABALHOS

CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	UNIDADES	QUANTIDADES	ZONA "A"	
				PREÇO BASE	TOTAL
<b>1</b>	<b>ESTALEIRO</b>				
1.1	Fornecimento e montagem de painéis amovíveis de vedação para proteção da área envolvente aos trabalhos durante o prazo da empreitada, em malha electro soldada do tipo "bekaert", com postes de suporte soldados à malha nas laterais para montagem com bases em PVC/Betão, incluindo a limpeza diária da zona de trabalhos; sinalização temporária de trabalhos, de acordo com projeto elaborado nos termos do Decreto Regulamentar 22A/98 de 1 de Outubro devidamente aprovado pelas entidades competentes), referente a sinalização vertical, horizontal e outros equipamentos necessários, incluindo fornecimento, implantação, colocação e ainda a implementação do plano de segurança e saúde, a implementação do plano de prevenção e gestão de resíduos, os meios humanos, materiais e equipamentos necessários aos trabalhos de restabelecimento por meio de obras provisórias de todas as servidões e serventias que seja indispensável alterar ou destruir para a execução dos trabalhos, ou para evitar a estagnação de águas que os mesmos possam originar, e ainda, os custos relacionados com a afetação de policia ao acompanhamento dos trabalhos, a cargo do adjudicatário, assim como a desmontagem do estaleiro, limpeza e restabelecimento do local no final da obra, em obras com prazo igual ou inferior a 5 dias.	vg	0,00	38,00 €	- €
1.3	Idem, em obras com duração superior a 30 dias.	dias	42,00	12,00 €	504,00 €
1.4	Fornecimento e colocação de placas de obra, em local a definir com a Fiscalização antes do início dos trabalhos, conforme peças desenhadas, incluindo a estrutura de fixação e todos os trabalhos necessários a esta operação, assim como sua desmontagem na data da receção provisória da obra, carga transporte e descarga no estaleiro da C.M.Gaia.	un	2,00	50,00 €	100,00 €
<b>2</b>	<b>DEMOLIÇÕES</b>				
<b>2.1</b>	<b>FAIXA DE RODAGEM E EM BAIAS DE ESTACIONAMENTO.</b>				
<b>2.1.1</b>	<b>Fresagem de camadas de pavimentos existentes, em misturas betuminosas, reutilização deste subproduto na obra em condições a aprovar pela fiscalização, carga, transporte e descarga dos produtos fresados sobrantes em estaleiro municipal - C. M. de Gaia:</b>				
<b>2.1.1.1</b>	<b>Em áreas ≤ 1.000 m2:</b>				
2.1.1.1.1	Numa profundidade máxima de 0,06 m.	m2	75,00	3,50 €	262,50 €
<b>2.2</b>	<b>PASSEIOS</b>				
<b>2.2.1</b>	<b>Demolição de pavimentos de passeios de qualquer natureza, incluindo fundação, remoção dos produtos não reaproveitáveis para o operador de gestão licenciado, segundo o Decreto-Lei nº 46/2008 de 12 de Março.</b>				
2.2.1.1	Numa área total inferior ou igual a 20 m <sup>2</sup> .	m2	12,00	4,00 €	48,00 €
<b>2.3</b>	<b>OUTRAS DEMOLIÇÕES</b>				
<b>2.3.1</b>	<b>Demolição de estruturas, outros elementos ou maciços de fundação em betão armado, incluindo os meios mecânicos necessários e as operações de carga, transporte e descarga do material resultante da demolição em vazadouro licenciado e pedras a estaleiro municipal - C.M. Gaia.</b>				
2.3.1.2	Idem em alvenarias de tijolo, blocos de betão ou pedra.	m3	0,00	40,00 €	- €
2.5	Reforço de Pilares de Betão Armado	m2	40,00	30,00 €	1 200,00 €
		m3	1,50	264,41 €	396,62 €

**Prolongamento da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V**

Solução de consolidação: Estrutura de Betão Armado, assentes em estacas de betão Armado  
Estabilização das terras: Talude em aterro

Abril de 2017 MAPA DE TRABALHOS

CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	UNIDADES	QUANTIDADES	ZONA "A"	
				PREÇO BASE	TOTAL
<b>3</b>	<b>MOVIMENTO DE TERRAS</b>				
<b>3.1</b>	<b>DECAPAGEM</b>				
3.1.1	Limpeza, desmatagem e remoção de ervas e arbustos em toda a área de intervenção, incluindo derrube de árvores, desenraizamento, decapagem na linha de terra vegetal, na espessura de 0,30m, carga, transporte e colocação dos produtos sobrantes em vazadouro e eventual indemnização por depósito, a cargo do adjudicatário, de acordo com projeto e C.E..	m2	250,00	1,60 €	400,00 €
<b>3.2</b>	<b>ESCAVAÇÃO</b>				
3.2.1.2	Idem, incluindo carga, transporte e descarga em depósito de estaleiro municipal, situado a distância não superior a 22km.	m3		4,00 €	
<b>3.3</b>	<b>ATERROS</b>				
3.3.2	Fornecimento, espalhamento e compactação de terras de empréstimo por camadas, incluindo rega, para construção da plataforma, conforme projeto e C.E.	m3	850,00	11,00 €	9 350,00 €
<b>8</b>	<b>MUROS E VEDAÇÕES</b>				
<b>8.4</b>	<b>MUROS EM BETÃO ARMADO - SUPORTE</b>				
8.4.1	Fornecimento e colocação de betão de regularização e limpeza em fundações dos muros de betão da classe C12/15, incluindo todos os trabalhos necessários à sua boa execução.	m3	11,00	36,00 €	396,00 €
8.4.2	Fornecimento e colocação de betão armado da classe C25/30 em fundações dos muros, incluindo armaduras da classe A400 NR, cofragem, descofragem e todos os trabalhos necessários à sua perfeita execução e de acordo com o pormenor das Peças Desenhadas e Condições Técnicas.	m3	55,00	94,50 €	5 197,50 €
8.4.4	Betão elementos (descofrado à vista) - Fornecimento (ou fabrico), colocação, espalhamento, compactação (vibração) e cura de betão armado (classe definida no C.E.) com hidrófugo e acabamento descofrado à vista, incluindo moldes ou cimbrés, escoramentos, aços (tipo definido no C.E.), dobragens, armações, ligações, emendas, desperdícios, carga, transporte e descarga de todos os materiais e de acordo com projeto e C.E..	m3	75,00	135,00 €	10 125,00 €
<b>9</b>	<b>VEDAÇÕES</b>				
9.2	Fornecimento, transporte e colocação de guarda metálica, construída por barras de ferro / perfis metálicos pintados a forja, de acordo com o pormenor, incluindo metalização a quente e pintura das superfícies: categoria C3 (média) de corrosividade atmosférica - NP EN ISO 12944-2; esquema de pintura S3.21 para durabilidade Alta (>15 anos) - NP EN ISO 12944-5; preparação de superfície: - decapagem ao grau Sa 2.1/2 (de acordo com a Norma ISO 8501); desengorduramento completo da superfície; pintura com 1 demão x 40 microns de primário epóxi rico em zinco (teor de zinco na película seca > 80%), com 1 demão x 80 microns de intermédio epóxi poliamida com óxido de ferro micáceo, com 1 demão x 40 microns de acabamento poliuretano alifático, incluindo ainda o lintel em betão armado para fixação, da grade e a fixação desta, movimentos de terras necessários e transporte de materiais excedentes a vazadouro licenciado. "TIPO A"	m	61,00	33,00 €	2 013,00 €
9.4	Retirada de rede				
9.4.1	Desmontagem de vedação em rede, com rede até 1,0m de altura, incluindo o fornecimento e aplicação dos materiais e mão-de-obra necessários para a sua retirada de obra e posterior colocação em estaleiro municipal	m2	26,00	30,00 €	780,00 €
<b>18</b>	<b>DIVERSOS</b>				

**Prolongamento da Rua Adelino Amaro da Costa até à Rua D. Pedro V**

Solução de consolidação: Estrutura de Betão Armado, assentes em estacas de betão Armado  
Estabilização das terras: Talude em aterro

Abril de 2017 MAPA DE TRABALHOS

CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	UNIDADES	QUANTIDADES	ZONA "A"	TOTAL
				PREÇO BASE	
<b>18.4</b>	<b>TELAS FINAIS</b>				
18.4.1	Entrega das telas finais (levantamentos topográficos georreferenciados) dos arruamentos intervencionados, em papel e em suporte informático, na área envolvente numa extensão de 20m (para cada lado do arruamento), incluindo o arranque das construções / muros e indicação das infraestruturas existentes no local as intervencionadas, para obras ≤ 100.000,00€;	un	1,00	28,00 €	28,00 €
<b>19</b>	<b>Estacas de Betão</b>				
19.1	Estaca moldada "in situ" de betão armado, executada com perfuração sem molde com lamas tixotrópicas	m	160,00	116,23 €	18 596,80 €
19.2	Saneamento de cabeça de estaca de betão armado	m	10,00	21,33 €	213,30 €
19.3	Transporte e remoção de equipamento completo para perfuração de estacas	un	1,00	7 374,33 €	7 374,33 €
<b>20</b>	<b>Pórticos de Betão armado</b>				
20.1	Laje maciça de betão armado (com espessura de 30cm), incluindo cofragem e descofragem do betão, armaduras em Aço do tipo A400 e, todos os trabalhos necessários para a sua boa execução	m2	450,00	80,37 €	36 166,50 €
20.2	Vigas em betão armado, incluindo cofragem e descofragem do betão, armaduras em Aço do tipo A400 e, todos os trabalhos necessários para a sua boa execução	m3	25,00	356,43 €	8 910,75 €
20.3	Pilar circular em betão armado, incluindo cofragem e descofragem do betão, armaduras em Aço do tipo A400 e, todos os trabalhos necessários para a sua boa execução	m3	5,00	419,72 €	2 098,60 €
				Montante	104 160,90 €