



VR1 - VIA RÁPIDA RIBEIRA BRAVA / MACHICO
REFORMULAÇÃO DO NÓ DE SANTO ANTÓNIO E ACESSOS
PROJETO DE EXECUÇÃO

VOLUME 1 – PROJETO RODOVIÁRIO
TOMO 1 – TRAÇADO, TERRAPLENAGENS, DRENAGEM,
PAVIMENTAÇÃO, SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA E
SERVIÇOS AFETADOS

Memória Descritiva e Justificativa



Rua Professor Barbosa Soeiro n.º 20 1º Esq.
1600-598 LISBOA

ÍNDICE

ÍNDICE

TEXTO

	Pág.
1 - INTRODUÇÃO	1
2 - CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL E FUTURA	5
2.1 - SITUAÇÃO ATUAL.....	5
2.2 - SITUAÇÃO FUTURA.....	6
3 - OBJECTIVOS E METODOLOGIA.....	9
4 - DESCRIÇÃO DOS TRAÇADOS EM ESTUDO	11
4.1 - ELEMENTOS DE BASE.....	11
4.2 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	11
4.2.1 - Novo Ramo de Saída da VR1	11
4.2.2 - Duplicação da Rua Maximiano Sousa "Max"	12
4.2.3 - Nova travessia da Ribeira de São João	12
4.2.4 - Alargamento da Av. da Madalena	13
4.2.5 - Alargamento do ramo de saída da VR1	13
4.2.6 - Rotunda 1	14
4.2.7 - Rotunda 2	14
4.2.8 - Rotunda 3	14
4.3 - PERFIL TRANSVERSAL TIPO	15
4.4 - QUADROS DE CALCULO	16
5 - TERRAPLENAGENS.....	17
5.1 - ESCAVAÇÕES.....	17
5.1.1 - Condições de escavabilidade.....	17
5.1.2 - Utilização dos materiais de escavação	18
5.1.3 - Inclinações.....	19
5.1.4 - Drenagem	20
5.2 - ATERROS	20
5.2.1 - Inclinações.....	20
5.2.2 - Fundação dos aterros.....	21
5.2.3 - Revestimento.....	22
5.3 - FUNDAÇÃO DO PAVIMENTO.....	22
5.4 - MOVIMENTO DE TERRAS.....	23
6 - DRENAGEM	25

6.1 - ESTUDO HIDROLÓGICO	25
6.1.1 - Tempo de concentração	26
6.1.2 - Séries de precipitações intensas. Curvas IDF	29
6.1.3 - Caudal de ponta de cheia	32
6.2 - ESTUDO HIDRÁULICO	34
6.2.1 - Dimensionamento de passagens hidráulicas	34
6.2.2 - Dimensionamento da Secção de vazão do Pontão	35
6.2.3 - Dimensionamento dos órgãos de drenagem longitudinal	37
7 - PAVIMENTAÇÃO	40
7.1 - PARÂMETROS TIDOS EM CONSIDERAÇÃO	40
7.2 - METODOLOGIA ADOPTADA PARA O DIMENSIONAMENTO DOS PAVIMENTOS	40
7.3 - DADOS DE TRÁFEGO	41
7.4 - SOLICITAÇÕES DO TRÁFEGO	43
7.5 - CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS A UTILIZAR	44
7.5.1 - Fundação do Pavimento	45
7.5.2 - Camadas granulares	45
7.5.3 - Misturas betuminosas	46
7.6 - VERIFICAÇÃO ESTRUTURAL	51
7.6.1 - Fadiga das camadas betuminosas	51
7.6.2 - Deformações permanentes da fundação	51
7.6.3 - Verificação da capacidade de carga	52
7.7 - ESTRUTURA DO PAVIMENTO ADOTADA PARA OS PASSEIOS	54
7.8 - BENEFICIAÇÃO DOS PAVIMENTOS EXISTENTES	55
7.9 - LIGAÇÃO ENTRE AS CAMADAS	56
7.10 - RECOMENDAÇÕES	56
8 - SINALIZAÇÃO E EQUIPAMENTO DE SEGURANÇA	57
8.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	57
8.2 - MARCAS RODOVIÁRIAS	58
8.2.1 - Marcas longitudinais	58
8.2.2 - Marcas Transversais	59
8.2.3 - Outras Marcas	59
8.2.4 - Implantação das Marcas Rodoviárias	60
8.3 - SINALIZAÇÃO VERTICAL	60
8.3.1 - Sinalização de código	60

8.3.2 - Sinalização de informação e orientação	61
8.3.3 - Semaforização da via	61
8.4 - GUIAMENTO E BALIZAGEM	62
8.5 - DISPOSITIVOS DE RETENÇÃO	62
9 - INTEGRAÇÃO PAISAGÍSTICA	65
10 - SERVIÇOS AFETADOS	69
10.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	69
10.2 - TIPIFICAÇÃO DAS INFRAESTRUTURAS	70
10.3 - REPOSIÇÃO DOS SERVIÇOS AFECTADOS	71
10.3.1 - Pressupostos de Conceção	71
10.3.2 - Reposição em Planta	73
10.3.3 - Reposição em Perfil Longitudinal	73
10.3.4 - Condicionalismos Técnicos	74
11 - MEDIÇÕES DETALHADAS E RESUMO GERAL DE MEDIÇÕES	75
12 - PRAZO DE DURAÇÃO DA EMPREITADA	77
13 - VIDA ÚTIL DA OBRA	79
14 - SEGURANÇA EM PROJETO	81

QUADROS

Quadro 1 – Movimentos de Terras	23
Quadro 2 – Tempos de concentração calculados	28
Quadro 3 – Altitude e precipitação máxima diária nos postos mais próximos da bacia em estudo	29
Quadro 4 – Precipitação máxima diária e precipitação máxima com 24h de duração na bacia hidrográfica para os períodos de retorno de projeto	31
Quadro 5 – Parâmetros da linha de possibilidade udométrica para precipitações sub-diárias, adimensionalizada	31
Quadro 6 – Caudal de ponta de cheia (T100 anos)	33
Quadro 7 – Dimensionamento hidráulico da PH do ramo de Palmeiras	34
Quadro 8 – Dimensionamento hidráulico da PH do ramo de Palmeiras (cont.)	34
Quadro 9 – Características do escoamento e verificação ao funcionamento da ribeira de São João nas secções a montante e jusante da nova travessia para T=100 anos (Aqualogos, 2017)	36
Quadro 10 – Capacidade de vazão das valetas de plataforma correntes (1,0x0,20)	38
Quadro 11 – Capacidade de vazão das valetas de plataforma triangulares reduzidas (0,50x0,20)	38
Quadro 12 – Capacidade de vazão das valetas de bordadura em meia cana (Ø300)	38

Quadro 13 – Capacidade de vazão do coletor de evacuação lateral (Ø400).....	38
Quadro 14 - Valores de tráfego para o período de vida útil	42
Quadro 15 - Valores do tráfego médio diário anual de veículos pesados	43
Quadro 16 – Taxas de crescimento do tráfego de veículos pesados	43
Quadro 17 – Tráfego médio de veículos pesados e número acumulado de eixos padrão	44
Quadro 18 – Temperaturas ponderadas	47
Quadro 19 – Temperaturas de cálculo às diferentes profundidades (plena via)	48
Quadro 20 – Temperaturas de cálculo às diferentes profundidades (rotundas).....	48
Quadro 21 – Características das misturas betuminosas	50
Quadro 22 – Tipos de pavimento para as vias em estudo.....	54

FIGURAS

Figura 1 – Configuração atual da rede viária em Santo António com a identificação da zona de intervenção	1
Figura 2 – Configuração atual da rede viária em Santo António	5
Figura 3 – Requalificação da Zona de Santo António.....	8
Figura 4 – Bacia hidrográfica e linha de água na secção da PH no ramo de Palmeiras.....	25
Figura 5 – Correlação entre a precipitação máxima diária e a altitude para T= 20 anos	30
Figura 6 – Correlação entre a precipitação máxima diária e a altitude para T= 100 anos	30
Figura 7 – Coeficientes de escoamento em função da percentagem de áreas impermeáveis e do declive do terreno	33
Figura 8 – Cálculo da altura de escoamento líquida na modelação da cheia centenária (secção proposta para a PH do ramo de Palmeiras - 1 □ 2,0x2,0).....	35
Figura 9 – Representação da nova travessia e linhas de escoamento + folga, cumprindo os níveis mínimos fixados (Cenários A e B).....	37
Figura 10 – Estereotomia dos passeios existentes na zona de intervenção, a conservar	55

ANEXOS

Anexo I – Definição Geométrica dos Alinhamentos em Planta e em Perfil Longitudinal

Anexo II – Dimensionamento de Coletores

Anexo III – Dimensionamento do Pavimento

Anexo IV – Cálculos. Dimensionamento de Estruturas de Suporte. Pórticos.

Anexo V – Medições Detalhadas

Anexo VI – Resumo Geral de Medições

PEÇAS DESENHADAS

- 01-RNSA-PE-V1T1-GER-B – Peças Gerais. Planta de Localização e Fotoplano.
- 02-RNSA-PE-V1T1-GER-B – Peças Gerais. Planta Geral.
- 03-RNSA-PE-V1T1-TRA-B – Traçado. Planta Geral (Folha 1).
- 04-RNSA-PE-V1T1-TRA-B – Traçado. Planta Geral (Folha 2).
- 05-RNSA-PE-V1T1-TRA-B – Traçado. Planta e Perfil Longitudinal. Av. da Madalena.
- 06-RNSA-PE-V1T1-TRA-B – Traçado. Planta e Perfil Longitudinal. Ramo VR1, VR2 e VR3 e Ramo Centro de Saúde.
- 07-RNSA-PE-V1T1-TRA-B – Traçado. Planta e Perfil Longitudinal. Rotunda 1, Ramo R1.1, R1.2 e Ramo Piscinas.
- 08-RNSA-PE-V1T1-TRA-B – Traçado. Planta e Perfil Longitudinal. Rotunda 2, Ramo R2.1, R2.2 e R2.3
- 09-RNSA-PE-V1T1-TRA-B – Traçado. Planta e Perfil Longitudinal. Rua Maximiano Sousa "Max" Ascendente
- 10-RNSA-PE-V1T1-TRA-B – Traçado. Planta e Perfil Longitudinal. Rua Maximiano Sousa "Max" Descendente e Ramo M1, M2 e M3.
- 11-RNSA-PE-V1T1-TRA-B – Traçado. Planta e Perfil Longitudinal. Rotunda 3, Ramo 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4
- 12-RNSA-PE-V1T1-TRA-B – Traçado. Planta e Perfil Longitudinal. Ramo das Palmeiras.
- 13-RNSA-PE-V1T1-TRA-B – Traçado. Planta de Pormenor (Folha 1).
- 14-RNSA-PE-V1T1-TRA-B – Traçado. Planta de Pormenor (Folha 2).

- 15-RNSA-PE-V1T1-TRA-B – Traçado. Perfis Transversais. AV. da Madalena. km 0+000 ao km 0+350
- 16-RNSA-PE-V1T1-TRA-B – Traçado. Perfis Transversais. AV. da Madalena. km 0+375 ao km 0+566.758
- 17-RNSA-PE-V1T1-TRA-B – Traçado. Perfis Transversais. Ramo VR1, VR2 e VR3 e Ramo Centro de Saúde.
- 18-RNSA-PE-V1T1-TRA-B – Traçado. Perfis Transversais. Rotunda 1, Ramo R1.1, R1.2 e Ramo Piscinas.
- 19-RNSA-PE-V1T1-TRA-B – Traçado. Perfis Transversais. Rotunda 2, Ramo R2.1, R2.2 e R2.3
- 20-RNSA-PE-V1T1-TRA-B – Traçado. Perfis Transversais. MAX Ascendente, MAX Descendente e Ramo M1
- 21-RNSA-PE-V1T1-TRA-B – Traçado. Perfis Transversais. Rotunda 3, Ramo 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4.
- 22-RNSA-PE-V1T1-TRA-B – Traçado. Perfis Transversais. Ramo das Palmeiras.
- 23-RNSA-PE-V1T1-PAV-B – Perfis Transversais Tipo.
- 24-RNSA-PE-V1T1-PAV-B – Perfis Transversais Tipo. Pormenores.
- 25-RNSA-PE-V1T1-PAV-B – Pavimentação. Planta Geral (Folha 1).
- 26-RNSA-PE-V1T1-PAV-B – Pavimentação. Planta Geral (Folha 2)
- 27-RNSA-PE-V1T1-DRE-B – Drenagem. Planta Geral (Folha 1).
- 28-RNSA-PE-V1T1-DRE-B – Drenagem. Planta Geral (Folha 2).
- 29-RNSA-PE-V1T1-DRE-B – Drenagem. Coletores. Perfis Longitudinais.
- 30-RNSA-PE-V1T1-DRE-B – Drenagem. Coletores. Perfis Longitudinais.
- 31-RNSA-PE-V1T1-DRE-B – Drenagem. Coletores e Passagens Hidráulicas. Plantas e Cortes. Ramo das Palmeiras.
- 32-RNSA-PE-V1T1-DRE-B – Drenagem. Valas e Coletores. Pormenores.
- 33-RNSA-PE-V1T1-DRE-B – Drenagem. Caixas de Visita e Sumidouros. Pormenores.
- 34-RNSA-PE-V1T1-DRE-B – Drenagem. Coletores e Passagens Hidráulicas. Pormenores.
- 35-RNSA-PE-V1T1-DRE-B – Drenagem. Valas, Valetas e Caixas. Pormenores.
- 36-RNSA-PE-V1T1-SIN-B – Sinalização. Planta Geral (Folha 1).

- 37-RNSA-PE-V1T1-SIN-B – Sinalização. Planta Geral (Folha 2).
- 38-RNSA-PE-V1T1-SIN-B – Sinalização. Planta Geral (Folha 3).
- 39-RNSA-PE-V1T1-SIN-B – Sinalização. Painéis Urbanos de Pré-Aviso e de Direção. Pormenores.
- 40-RNSA-PE-V1T1-SIN-B – Sinalização. Sinalização Vertical. Painéis Urbanos Pormenores.
- 41-RNSA-PE-V1T1-SIN-B – Sinalização. Sinalização Vertical. Painéis. Pormenores.
- 42-RNSA-PE-V1T1-SIN-B – Sinalização. Sinalização Vertical. Painéis Urbanos. Estruturas de Suporte.
- 43-RNSA-PE-V1T1-SIN-B – Sinalização. Sinalização Vertical. Estruturas de Suporte. Pormenores
- 44-RNSA-PE-V1T1-SIN-B – Sinalização. Sinalização Vertical. Paineis Laterais de Afetação de Vias. Estruturas de Suporte.
- 45-RNSA-PE-V1T1-SIN-B – Sinalização. Sinalização Horizontal. Pormenores.
- 46-RNSA-PE-V1T1-SIN-B – Sinalização e Equipamento de Segurança. Barreira de Segurança Flexível. Pormenores Tipo.
- 47-RNSA-PE-V1T1-SIN-B – Sinalização e Equipamento de Segurança. Barreira de Segurança Flexível. Dispositivo de Proteção para Motociclistas. Pormenores Tipo.
- 48-RNSA-PE-V1T1-PAI-B – Integração Paisagística. Modelação e Implantação. Planta Geral (Folha 1).
- 49-RNSA-PE-V1T1-PAI-B – Integração Paisagística. Modelação e Implantação. Planta Geral (Folha 2).
- 50-RNSA-PE-V1T1-SAF-B – Serviços Afetados. Planta Geral (Folha 1). Redes Húmidas.
- 51-RNSA-PE-V1T1-SAF-B – Serviços Afetados. Planta Geral (Folha 2). Redes Húmidas.
- 52-RNSA-PE-V1T1-SAF-B – Serviços Afetados. Planta Geral (Folha 1). Redes Secas.
- 53-RNSA-PE-V1T1-SAF-B – Serviços Afetados. Planta Geral (Folha 2). Redes Secas
- 54-RNSA-PE-V1T1-VED-B – Vedações. Muros Vedação. Pormenores.

TEXTO

1 - INTRODUÇÃO

O projeto de execução da “Reformulação do Nó Santo Antonio e Acessos” que envolve o nó da VR 1 – Via Rápida Ribeira Brava / Machico e ainda a rede viária urbana da cidade do Funchal, tem por principal objetivo, aliviar e ordenar os movimentos rodoviários existentes, mantendo e/ou melhorando a circulação pedonal face ao existente.

As principais medidas previstas nesta reformulação envolvem, essencialmente, alargamentos das plataformas existentes que melhorem fluxos atuais e futuros tendo em conta o aumento significativo do tráfego em face do desenvolvimento esperado para esta zona.

As alterações propostas desenvolvem-se ao longo da Ribeira de São João, numa área limitada a noroeste pela rotunda existente entre a Av. da Madalena e o Caminho dos Álamos, e a sudeste na Via Rápida junto ao Nó de Santo Antonio. Nesta reformulação, está também prevista a melhoria das condições da rotunda existente a nascente das piscinas municipais que permite a ligação entre o Caminho do Álamos, o Caminho da Penteada e o Caminho da Azinhaga, e que apresenta atualmente características reduzidas, quer a nível rodoviário, quer a nível pedonal (Figura 1).



Figura 1 – Configuração atual da rede viária em Santo António com a identificação da zona de intervenção

Esta reformulação compreenderá à execução de um novo ramo de saída da VR1 que permitirá a ligação à Rua Dr. José Martins D'Almeida Couto, bem como ainda as seguintes intervenções:

- Duas vias novas:
 - Duplicação da Rua Maximiano Sousa “Max” entre a VR1 e a Rua Padre Manuel Sancho de Freitas (acesso às piscinas municipais) permitindo completar o troço em falta proveniente do Tecnopolo;
 - Nova travessia da Ribeira de São João para permitir os movimentos de inversão de marcha na Rua Maximiano Sousa “Max” para os veículos de sentido ascendente.
- Intervenção nas vias existentes:
 - Alargamento da Av. da Madalena para permitir a duplicação da via nos dois sentidos (2x2 vias);
 - Alargamento do ramo de saída da VR1 sentido Aeroporto – Ribeira Brava para permitir dar continuidade do ramo para Av. da Madalena
- Reformulação das interseções:
 - Compatibilização do novo traçado da Av. da Madalena com a rotunda recentemente reformulada que permite a ligação ao Caminho dos Álamos, Rua Campo do Marítimo e Caminho da Igreja;
 - Reformulação do entroncamento entre Av. da Madalena e Rua Padre Manuel Sancho de Freitas com ligação à Rua Maximiano Sousa “Max” – Rotunda 1;
 - Reformulação do cruzamento entre Av. da Madalena, o ramo de entrada na VR1 (sentido ribeira Brava – Aeroporto) e o troço de ligação entre o Caminho de Santo Antonio e a Av. da Madalena – Rotunda 2;
 - Reformulação da Rotunda entre Caminhos dos Álamos, Penteada e da Azinhaga – Rotunda 3;

O presente documento, que constitui o Tomo I que engloba a especialidades de Traçado, Terraplenagens, Drenagem, Pavimentação, Sinalização e Segurança, Integração Paisagística e Serviços Afetado, e tem como objetivo fornecer os elementos necessários para o desenvolvimento de

pormenor e otimização das diferentes soluções a adotar para a reformulação deste Nó, na sequência da aprovação do documento de fixação do traçado.

No desenho 01-RNSA-PE-V1T1-GER-B é possível observar a planta geral sobre fotografia aérea de toda a área de intervenção.

2 - CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL E FUTURA

2.1 - SITUAÇÃO ATUAL

A zona de Santo António, está inserida no concelho do Funchal e tem como principais vias na zona em estudo a Avenida da Madalena, Rua Maximiano Sousa “Max” e o Caminho de Santo António, que são atravessados pela Via Rápida (VR1) conforme se pode observar na figura seguinte. Ao contrário da MAX, a Av. da Madalena juntamente com o caminho de Santo António permite a ligação à Via rápida através de um nó tipo diamante.



Figura 2 – Configuração atual da rede viária em Santo António

Também é possível observar na figura que a Rua Maximiano Sousa "Max" a sul da via rápida apresenta um perfil transversal tipo diferente entre a zona a norte e zona sul da VR1. A sul apresenta 2x2 vias e junto ao tabuleiro da ponte da VR1 muda para 2x1 via.

A Av. da Madalena dotada de 2x1 via e estacionamentos longitudinais ao longo da avenida, faz ligação numa das extremidades ao caminho dos Álamos através de rotunda e na extremidade oposta faz ligação à VR1 com o nó tipo diamante referido anteriormente. Sensivelmente a meio também permite

ligar à Rua Maximiano Sousa "Max" através da Rua Padre Manuel Sancho de Freitas, com um entroncamento de nível.

A referida rotunda de ligação aos Alamos foi objeto de uma intervenção recente, tendo, no presente projeto de execução, sido efetuada a necessária compatibilização planimétrica altimétrica.

Ainda de referir que todos os movimentos Rua Maximiano Sousa "Max" – VR1 e VR1 –Rua Maximiano Sousa "Max" são feitos preferencialmente pela Av. da Madalena e cuja ligação consiste numa interseção de nível do tipo entroncamento conforme referido anteriormente.

As ligações das referidas vias à Av. da Madalena obrigam a uma forte solicitação rodoviária que não se enquadra quer com as características da plataforma desta via, quer com as ligações de nível com características reduzidas, havendo assim necessidade de uma requalificação da plataforma e ligações.

A situação atual na zona de intervenção (identificada com o limite azul na figura 1) apresenta também uma rotunda que permite ligar os Caminhos dos Álamos, Penteada e da Azinhaga.

A referida rotunda, apresenta características reduzidas devido, essencialmente, ao número de ligações (quatro ramos) e à diferença de nível ao longo do anel (cerca de 2m) que obriga a uma forte inclinação longitudinal. Esta “mini-rotunda” também apresenta diâmetros reduzidos (exterior com cerca de 19 m e interior com 5m) e ausência de separadores físicos nos ramos (ilhéus) e ilha central.

No desenho 01-RNSA-PE-V1T1-GER-B é possível observar a planta geral sobre fotografia aérea de toda a área de intervenção.

2.2 - SITUAÇÃO FUTURA

Tal como anteriormente referido a requalificação da zona de Santo Antonio tem por principal objetivo aliviar e disciplinar os movimentos rodoviários existentes mantendo e/ou melhorando a circulação pedonal face ao existente.

Para requalificar a zona de Santo António será necessário aumentar a capacidade das vias principais, criar interseções com maior fluxo e redução de conflitos, tendo, para tal, sido desenvolvidas soluções

que permitissem o alargamento das vias atuais ou a implantação de vias novas, acompanhadas de passeios sempre que se verificasse essa carência.

Assim, foi definido no presente estudo as seguintes vias novas:

- Duplicação da Rua Maximiano Sousa "Max" entre a VR1 e a Rua Padre Manuel Sancho de Freitas (acesso às piscinas municipais) permitindo completar o troço em falta proveniente do Tecnopolo;
- Ramo de Saída da VR1 (sentido Aeroporto – Ribeira Brava) permitindo ligar diretamente a VR1 à Rua Maximiano Sousa "Max", designado Ramo das Palmeiras;
- Nova travessia da Ribeira de São João para permitir os movimentos de inversão de marcha na Rua Maximiano Sousa "Max" para os veículos de sentido ascendente.

Relativamente às vias existentes, foram previstas as seguintes alterações:

- Alargamento da Av. da Madalena para permitir a duplicação da via nos dois sentidos (2x2 vias);
- Alargamento do ramo de saída da VR1 sentido Aeroporto – Ribeira Brava para permitir dar continuidade do ramo para Av. da Madalena

Relativamente às interseções, foram previstas as seguintes alterações:

- Compatibilização do novo traçado da Av. da Madalena com a rotunda recentemente reformulada (identificada a laranja na figura em baixo) que permite a ligação ao Caminho dos Álamos, Rua Campo do Marítimo e Caminho da Igreja;
- Reformulação do entroncamento entre Av. da Madalena e Rua Padre Manuel Sancho de Freitas com ligação à Rua Maximiano Sousa "Max" – Rotunda 1;
- Reformulação do cruzamento entre Av. da Madalena, o ramo de entrada na VR1 (sentido ribeira Brava – Aeroporto) e o troço de ligação entre o Caminho de Santo Antonio e a Av. da Madalena – Rotunda 2;
- Reformulação da Rotunda entre Caminhos dos Álamos, Penteada e da Azinhaga – Rotunda 3;

Na figura seguinte é possível observar as referidas vias alteradas e vias novas que vão permitir beneficiar a circulação na zona em estudo.



Figura 3 – Requalificação da Zona de Santo António

3 - OBJECTIVOS E METODOLOGIA

Em termos de objetivos, e tal como já anteriormente referido, pretende-se com o projeto de execução, proceder ao desenvolvimento de pormenor e otimização do traçado geométrico em planta e perfil longitudinal elaborado com base em levantamento topográfico de pormenor à escala 1:200 que se apresenta no Volume 2 - Topografia.

De forma a alcançar os objetivos pretendidos para o presente projeto de execução, foram desenvolvidas as seguintes tarefas de trabalho:

- Levantamento e análise de informação bibliográfica e cartográfica para a área de estudo, com consulta às entidades interessadas;
- Levantamento da rede rodoviária atual para articulação do novo traçado.
- Documento de Fixação do Traçado que mereceu a aprovação de Direção Regional de Estradas.

No desenho 01-RNSA-PE-V1T1-GER-B é apresentado o Esboço Corográfico, onde é possível visualizar, à escala 1:25 000 e 1: 1000, o desenvolvimento da solução em estudo.

4 - DESCRIÇÃO DOS TRAÇADOS EM ESTUDO

4.1 - ELEMENTOS DE BASE

Para o desenvolvimento do presente estudo foram utilizados os seguintes elementos que serviram de base:

- Cartas militares à escala 1:25 000 abrangendo a zona em estudo;
- Cobertura aerofotográfica de pormenor;
- Levantamento topográfico de pormenor à escala 1:200 da zona de intervenção prevista;
- Estudo de Tráfego;

4.2 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

4.2.1 - Novo Ramo de Saída da VR1

O novo ramo de saída da VR1, designado por Ramo das Palmeiras, situa-se no extradorso de uma curva da via rápida e a divergência entre vias é feita junto ao encontro Este da Ponte de São João e cuja materialização do novo ramo deverá ter os cuidados necessárias para não afetar a atual estrutura.

O traçado do ramo foi pensado de forma a ficar o mais próximo possível à atual ponte, sobrepondo-se parcialmente a esta assim que o gabarit o permitisse. Esta proximidade também permitiu minimizar a ocupação dos terrenos a norte do ramo.

Também o desenvolvimento longitudinal e transversal do novo ramo forma estudados de forma a minimizar a intervenção da plataforma da via rápida. Para compatibilizar a ligação das plataformas, foi reproduzida a plataforma da via rápida com os elementos disponibilizados, nomeadamente a topografia e projeto da Ponte de São João.

Ainda assim, deverão ser aferidas as cotas da via rápida apresentadas na planta de pormenor do ramo, com principal atenção à zona de ligação e do passeio da ponte na zona de menor gabarit (entre o km 0+180 e 0+190).

4.2.2 -Duplicação da Rua Maximiano Sousa "Max"

A nova via prevista na margem esquerda da Ribeira de São João, vai permitir dar continuidade à duplicação da Rua Maximiano Sousa "Max" proveniente do Tecnopolo. A duplicação será feita com as mesmas características geométricas que a atual via da margem oposta, nomeadamente duas vias com 3.5 m ladeadas por passeios com 1.5 m de largura.

Assim, a nova via ascendente da Rua Maximiano Sousa "Max" designada por "Rua Maximiano Sousa "Max" Ascendente" apresenta 332.9 m de comprimento e tem início no Ramo Sobre a Ponte de São João (VR1) e termina na Rua Padre Manuel Sancho de Freitas.

Para a implantação da plataforma será necessário proceder ao alteamento dos muros da ribeira mantendo a mesma secção hidráulica, e muros no lado oposto para reduzir a ocupação do solo.

Altimetricamente, a Rua Maximiano Sousa "Max" Ascendente inicia-se agarrada à plataforma existente entre o início e o km 0+080 com inclinações a variar entre 10 e 15%, após este troço apresenta um trinel com 7.8% com cerca 70m de extensão e transita para um de 15% até ao final.

Para compatibilizar o ramo ascendente da Rua Maximiano Sousa "Max" com o descendente e a nova ligação entre eles através do Ramo M2, foi necessário considerar intervir num troço com cerca de 108.7 m. Este troço designado como "Rua Maximiano Sousa "Max" Descendente" tem a particularidade de ser ligeiramente alteado para a nova obra de travessia da ribeira garantir o "gabarit" necessário para o caudal apresentado no capítulo de drenagem.

4.2.3 - Nova travessia da Ribeira de São João

Conforme referido no ponto anterior, esta nova travessia cuja geometria foi definida através do Ramo M2, vai permitir inverter a marcha da Rua Maximiano Sousa "Max" do sentido ascendente para o descendente.

Com esta alteração a travessia atual designada no presente projeto por Ramo M3 passará de bidirecional a unidirecional, permitindo criar uma interseção do tipo giratória.

Ainda de referir que o atual ramo de ligação para ponte, designado por Ramo M3, foi materializado para alterar a sinalização horizontal e vertical existente.

4.2.4 -Alargamento da Av. da Madalena

A requalificação da Av. da Madalena vai duplicar as vias entre a VR1 e a Rotunda 1 (final da avenida) dotando a plataforma de 2x2 vias, ladeada por passeios com 1.50 m e separador central com 0.50 m. O alargamento da avenida será efetuado à custa da supressão dos estacionamento e ligeiramente para o exterior do lado da ribeira devido menor ocupação do solo (edifícios e muros) comparado com o lado oposto. Este alargamento será feito à custa do reposicionamento dos muros de vedação existentes.

Para os casos onde existe desnivelamento entre a plataforma atual e o exterior, o alargamento será efetuado com muros, ou caso não existam parcelas edificadas, através de escavações ou aterros. O alargamento da plataforma existente será inferior a 1.50 m sendo que o alargamento apenas servirá para materialização dos passeios.

O troço da avenida com ligação ao ramo de saída da VR1, será reformulado permitindo dar continuidade aos movimentos provenientes do ramo eliminando um ponto de conflito existente e aumentando o fluxo de entrada na avenida.

Para além da rotunda existente, a Avenida da Madalena será dotada de duas rotundas nova, uma para ligação aos ramos da VR1, e outra para eliminar o entroncamento com a Rua Padre Manuel Sancho de Freitas com ligação à Rua Maximiano Sousa "Max".

Por último, a reformulação da avenida vai rebaixar a plataforma junto ao Centro de Saúde de Santo António obrigando à demolição e reconstrução do muro do Centro de Saúde. Esta alteração reposiciona as entradas aos espaços exteriores do Centro de Saúde, mas beneficia o acesso ao parque de estacionamento.

4.2.5 - Alargamento do ramo de saída da VR1

Atualmente o ramo de saída da VR1 é constituído apenas por uma via que diverge à chegada da Av. da Madalena. Esta configuração limita o acesso à Madalena dos veículos que fazem o movimento para norte, essencialmente pelas paragens de que, pretende atravessar a Avenida com o objetivo de seguir em frente para o Caminho de Santo António ou para quem pretenda seguir no sentido do Funchal.

O alargamento do ramo vai duplicar as vias permitindo manter um acesso direto para os movimentos no sentido norte. O alargamento vai permitir uma via de paragem para os veículos que pretendem virar para o lado oposto desbloqueando os movimentos para o lado norte.

4.2.6 - Rotunda 1

A Rotunda 1, localiza-se no atual entroncamento entre a Av. da Madalena e Rua Padre Manuel Sancho de Freitas. A configuração desta interseção em forma oval, vai permitir vencer o desnível entre a Rua Maximiano Sousa "Max" e a Av. da Madalena e fazer a ligação entre todas as vias com menos pontos de conflito do que a configuração atual.

Apresenta raios exteriores de 16 m e 32 m que permitem implantar um anel de circulação com cerca de 8m.

Para além da rotunda, foi prevista uma via coletora que permitirá dar continuidade aos movimentos descendentes da Av. da Madalena sem passar pela Rotunda.

4.2.7 - Rotunda 2

Esta interseção giratória situa-se na Av. da Madalena junto à VR1 e tem o objetivo de substituir o atual cruzamento entre a referida avenida, o troço de ligação entre o Caminho de Santo Antonio e o ramo da VR1 (sentido ribeira Brava – Aeroporto).

Para além da compatibilização das referidas ligações, também será compatibilizada com a entrada do posto de combustível existente.

A solução prevista terá a grande vantagem de reduzir os pontos de conflito atuais, melhorar os fluxos da interseção e as ligações às vias existentes.

4.2.8 - Rotunda 3

A Rotunda pretende dotar a mini rotunda existente com características geométricas mais favoráveis. Apresenta um raio exterior muito superior ao atual e vai permitir implantar uma ilha central e respetivos separadores físicos galgáveis nos ramos de ligação.

O novo comprimento da rotunda também vai permitir suavizar a inclinação existente que é bastante acentuada.

A rotunda foi dimensionada para interferir o menos possível com as edificações existentes sendo inevitável a ocupação de uma edificação a sul da interseção. Sendo a rotunda com maior afetação também é a rotunda mais favorecida das 4 apresentadas por melhorar significativamente a situação atual.

4.3 - PERFIL TRANSVERSAL TIPO

O perfil transversal tipo do ramo unidirecional (Ramo das Palmeiras) corresponde a uma faixa de rodagem com 4,00 m de largura, acrescida berma esquerda com 0,50 m e direita com 1,50 m de largura.

No final do troço a plataforma é dotada de passeios com largura mínima de 1.50m que permitem fazer ligação aos existentes.

O perfil transversal tipo das principais vias em estudo, a Av. da Madalena e a duplicação da Rua Maximiano Sousa "Max", apresenta um perfil 2x2 vias ladeadas por passeios. No caso da Av. da Madalena a plataforma apresenta 12.5 m de largura composta por 2 vias em cada sentido com 3m de largura cada.

No caso da Rua Maximiano Sousa "Max", a duplicação é feita com as mesmas características da existente, ou seja, 2 vias com 3.5m de largura.

Relativamente às rotundas, o perfil transversal tipo apresenta uma plataforma de largura variável conforme diâmetro da rotunda, constituída por faixas de rodagem de 8 m, berma interior de 1.0 m e passeio no exterior por estarem implantadas em zona urbana.

O ramo de entrada da VR1 mantém as características atuais, ao contrário do ramo de saída que é duplicado para permitir uma via direta de viragem à direita para a Av. da Madalena, passando a duas vias no mesmo sentido com 3.5m, ladeadas por berma exterior de 0.5m e interior com 1.5m.

Nos desenhos 23-RNSA-PE-V1T1-PAV-B e 24-RNSA-PE-V1T1-PAV-B são apresentados os diferentes perfis transversais tipo a adotar.

4.4 - QUADROS DE CALCULO

No Anexo I são apresentados os Quadros com a Definição Geométrica dos Alinhamentos em Planta e em Perfil Longitudinal dos diferentes eixos que integram a reformulação do Nó de Sto. Antonio.

De salientar ainda que a informação apresentada nas plantas de pormenor sobrepõe-se à informação apresentada nos plantas e perfis longitudinais e respetivos quadros de calculo devido ao nível de detalhe que estas apresentam.

5 - TERRAPLENAGENS

5.1 - ESCAVAÇÕES

5.1.1 - Condições de escavabilidade

As aluviões (a) que ocorrem ao longo do leito e nas margens da ribeira de São João, encontram-se geralmente soltas, sendo constituídas por blocos arredondados de basaltos, alguns de grandes dimensões, calhaus rolados e seixos, envolvidos, por vezes, por uma matriz argilo-siltosa desagregável. Em face destas características, admite-se que estes depósitos possam ser escavados com meios mecânicos potentes.

Os depósitos de cobertura (DC) e os aterros (At), apresentam-se geralmente pouco compactos, pelo que se admite, que possam ser desmontados com meios mecânicos correntes.

No que diz respeito ao Complexo Vulcânico Superior, representado maioritariamente por formações pertencentes à Unidade do Funchal, que se caracteriza por apresentar constituição muito heterogénea, é formado por alternâncias de escoadas de lavas basálticas e níveis de materiais piroclásticos brechóides e de tufos com ou sem bombas vulcânicas.

Os tufos com ou sem bombas vulcânicas, podem ocorrer mais compactos (T_{BV}/T) ou menos compactos (TD_{BV}/TD), podendo ser facilmente desmontáveis com meios mecânicos potentes.

Os basaltos, que se apresentam quase sempre muito fraturados (βF), encontram-se no limite da escavabilidade, pelo que se admite que tenham de ser desmontados com meios pneumáticos potentes. No entanto, quando se apresentam compactos e pouco alterados (βC), não são escaváveis, havendo que recorrer ao uso de explosivos para proceder ao seu desmonte.

As brechas apresentam-se geralmente medianamente a pouco compactas (BrD), pelo que se consideram formações escaváveis, podendo ser desmontadas com meios mecânicos potentes. No entanto, nas zonas onde se apresentem mais compactas (BrC), poderá haver a necessidade de recorrer ao uso de explosivos ou meios pneumáticos potentes para proceder ao respetivo desmonte.

No que diz respeito à zona em estudo, a principal escavação a realizar irá ser para a execução do Ramo das Palmeiras, onde se prevê que venham a ser intersetados maioritariamente tufos compactos e desagregados com bombas vulcânicas (Desenho 4).

5.1.2 - Utilização dos materiais de escavação

Dos materiais a escavar do Complexo Vulcânico Superior, prevê-se que grande parte deles sejam constituídos quer por formações de tufos com e sem bombas vulcânicas, quer por materiais brechóides desagregáveis. Para além destas formações, serão ainda intersetados depósitos superficiais constituídos por aterros heterogéneos, depósitos de cobertura e depósitos aluvionares.

Nos ensaios de laboratório realizados sobre amostras de solos de aterros e de aluviões, verificou-se que se trata de solos de média plasticidade, essencialmente argilosos, pertencentes aos grupos SM e SL da classificação unificada e ao grupo A-7-5 da classificação para fins rodoviários.

Relativamente aos tufos compactos com bombas vulcânicas, correspondem a solos de baixa plasticidade, silto-arenosos, do grupo GM da classificação unificada e ao grupo A-2-4 da classificação para fins rodoviários.

Os tufos desagregados com bombas vulcânicas, correspondem a solos de baixa a média plasticidade pertencente aos grupos SP-SM, SM e CL da classificação unificada e aos grupos A-1-b, A-4 e A-7-6 da classificação para fins rodoviários.

Assim, e com exceção dos materiais brechóides desagregáveis, e de alguns tufos com ou sem bombas vulcânicas de natureza mais silto-arenosos, todos os restantes solos, caracterizam-se por serem de má qualidade, quase sempre muito argilosos, e por isso, com condições de trabalhabilidade difíceis e que exigem condições especiais de colocação em aterro.

Em face desta situação, julga-se que se deverá optar preferencialmente, na execução dos aterros, quer por materiais granulares provenientes dos materiais brechóides desagregáveis, quer também por materiais pétreos provenientes dos níveis de basaltos e das brechas mais fraturados, resultantes das escavações, dispensando-se a utilização das restantes formações, incluindo os tufos com ou sem bombas vulcânicas, pois estes encontram-se quase sempre muito alterados e argilificados.

Junto às estruturas de suporte, nomeadamente no tardo dos muros deverão utilizar-se os solos de melhores características, provenientes das formações de brechas desagregáveis.

Atendendo ao reduzido volume de escavações que se prevê para as obras de reformulação deste Nó, julga-se que não será possível obter das escavações, basaltos de boa qualidade e em quantidade para o fabrico de britados para o pavimento. Estes materiais terão de ser obtidos de empréstimos em pedreiras existentes na Região Autónoma da Madeira.

5.1.3 - Inclinações

As inclinações dos taludes de escavação foram definidas atendendo não só à natureza das formações a escavar e ao comportamento observado em cortes com características semelhantes, mas também a razões de enquadramento paisagístico e ainda a condicionamentos topográficos resultantes da inclinação das encostas.

Os critérios adotados na fixação dos taludes em função da natureza das formações e das respetivas alturas são os seguintes:

- Inclinações

Taludes em depósitos recentes

- Aterros (At) 1V/1,5H
- Depósitos de cobertura (DC)..... 1V/1,5H
- Depósitos aluvionares (a)..... 1V/1,5H

Taludes no Complexo Vulcânico Superior

- Basaltos compactos (βC) 3V/1H
- Brechas compactas (BrC) 3V/1H
- Basaltos fraturados (βF) 2V/1H
- Brechas desagregadas (BrD)..... 1V/1H
- Tufos compactos com ou sem bombas vulcânicas (T_{BV}/T) 1V/1H
- Tufos desagregados com ou sem bombas vulcânicas (TD_{BV}/TD) 1V/1,5H

- Altura máxima entre banquetas..... 8 m

- Largura das banquetas..... 3 m

5.1.4 - Drenagem

Nos taludes de escavação existentes na zona do Nó não foram observadas nem nascentes, nem quaisquer exurgências de água. Nestas circunstâncias, apenas se prevê que venha a ser necessária, a execução de dispositivos de drenagem superficial, constituídos por valetas de crista e de base, valetas de queda entre estas e respetivas caixas de ligação.

Relativamente às escavações a realizar para a abertura das fundações da estrutura de suporte, a construir ao longo de parte da ribeira de São João, é possível que venha a ser intersetado o nível freático, uma vez que estas se vão realizar na zona do leito desta linha de água. Para evitar e minimizar esta situação, recomenda-se que as escavações sejam realizadas preferencialmente durante o período seco, a fim de se evitarem situações de níveis freáticos muito elevados.

Ainda assim, admite-se que possa vir a ser necessária a execução de ensecadeiras e de eventuais valas drenantes, complementados com meios de bombagem potentes, para promover o escoamento e drenagem das zonas de fundação, onde o nível freático se encontre mais elevado.

Atendendo ao conhecimento que se tem, dos caudais desta ribeira, principalmente durante a época das chuvas, considera-se que será praticamente impossível executar este tipo de trabalhos durante este período.

Nas sondagens efetuadas, não foram detetados níveis de água instalados no maciço vulcânico.

5.2 - ATERROS

5.2.1 - Inclinações

A maior parte dos aterros a executar terão alturas pouco significativas, da ordem de 3 a 4 m. Em algumas destas zonas poderão existir condições de má drenagem, pelo que, se julga conveniente que

estes sejam executados com materiais pétreos das formações basálticas e brechóides desagregáveis. Para estes aterros, deverão adotar-se inclinações de 1V/1,5H.

Com estas inclinações procurou-se obter também uma adequada integração paisagística e uma maior facilidade de colocação do revestimento vegetal.

5.2.2 - Fundação dos aterros

Os trabalhos de prospeção efetuados para o reconhecimento das condições de fundação dos vários aterros, revelaram a existência, quer de depósitos de cobertura, com espessuras compreendidas entre cerca de 0,2 a 0,5 m, quer de aterros heterogéneos, com espessuras entre 0,5 e 3,3 m.

Na zona da ribeira de São João, onde serão executados aterros no tardo da estrutura de suporte que irá ser construída, para além dos aterros existentes, serão também atravessados depósitos aluvionares, com espessuras entre 5,5 e 6,8 m.

Subjacente a estes depósitos, ocorrem as formações do Complexo Vulcânico Superior, constituídas maioritariamente por tufos com ou sem bombas vulcânicas e por brechas desagregáveis, quase sempre alteradas. No caso dos tufos, esta alteração pode manifesta-se essencialmente através do seu progressivo amolecimento, à medida que vai ocorrendo a circulação de água na zona de contacto entre os depósitos superficiais e estas formações. Embora no presente caso, não tenham sido detetados níveis de água, quer nos poços, quer nas sondagens, os teores de água relativamente elevados obtidos nos ensaios de laboratório de algumas das amostras, são indiciadores da existência desta circulação que vai promovendo a sua saturação.

Assim sendo, julga-se que para os locais onde se anteveja que possam vir a ocorrer tufos subjacentes aos depósitos superficiais, se deverá prever o saneamento integral dos depósitos superficiais, assim como, uma parte do horizonte mais alterado e descomprimido da formação dos tufos, até uma espessura de cerca de 2 m de profundidade.

Na zona dos depósitos aluvionares, onde as espessuras são mais elevadas, deverá procurar-se sanear pelo menos a zona superficial mais alterada e descomprimida, que se estima que seja da ordem dos 3 m.

Abaixo desta superfície de saneamento, deverá modelar-se o terreno em degraus, de modo a obter-se uma boa ligação com os aterros a executar.

5.2.3 - Revestimento

Os taludes de aterro deverão ser revestidos com terra viva proveniente do horizonte de solos superficiais de cobertura com matéria orgânica resultante da decapagem.

Estabelece-se para efeitos de medições que a espessura média deste revestimento seja de 0,15 m.

5.3 - FUNDAÇÃO DO PAVIMENTO

Nas zonas em escavação a estrutura do pavimento irá assentar maioritariamente em formações do Complexo Vulcânico Superior. No entanto, em zonas localizadas, nomeadamente de transição escavação-aterro, podem ser intercetados depósitos de cobertura e de aterro.

Nestas zonas, que serão em princípio em reduzido número, deverá prever-se o saneamento integral destes depósitos superficiais e a sua substituição por materiais com características idênticas às especificadas para os aterros.

Nas restantes zonas, quando forem intercetados tufos com ou sem bombas vulcânicas de más características e com valores de CBR baixos ao nível da rasante, haverá também que proceder à sua substituição numa espessura de 0,8 a 1,0 m com materiais provenientes das escavações. Estes materiais deverão ter as características especificadas para a camada de base do pavimento.

Nas zonas onde ocorrerem formações basálticas e brechóides, as superfícies de escavação apresentar-se-ão em princípio muito irregulares, pelo que se recomenda que seja colocada uma camada de transição com características de sub-base constituída por um agregado britado de granulometria extensa com 15 cm de espessura mínima sobre pontas (zonas mais salientes da escavação).

5.4 - MOVIMENTO DE TERRAS

Os trabalhos de terraplenagens resultantes da solução de traçado incluindo a necessária para executar os muros, apesar de apresentar valores equilibrados, o balanço final será negativo devido à qualidade dos solos provenientes da escavação.

Resumidamente, os movimentos de terras envolvidos no presente estudo, apresentam-se no quadro seguinte:

Quadro 1 – Movimentos de Terras

DECAPAGEM (m ³)	ESCAVAÇÃO (m ³)	ATERRO (m ³)	ESCAVAÇÃO - ATERRO (m ³)
835	16 039	10 319	5 720

Para execução dos muros, o volume de escavação corresponde a cerca de 60% (9 616 m³), e de aterro 40% (4 174 m³). Estes volumes apresentam-se no Volume I – Tomo 3 do presente projeto.

Para além dos volumes apresentados, na presente intervenção, foram previstos 2 220 m³ de solos a sanear. O volume apresentado apresenta igualmente, a escavação necessária para a fundação do pavimento que corresponde a 272m³.

Assim, prevê-se com um volume total de escavação da ordem dos 18 259 m³ (incluindo saneamento) e um volume total de aterro da ordem dos 12 539 m³ (incluindo saneamento).

Ao nível da decapagem obteve-se um volume total da ordem dos 835 m³, para uma espessura média de 0.20 m após desmatação de uma área total estimada em 5 072.5 m².

Conforme referido no Tomo 2, os solos resultantes das escavações caracterizam-se por serem de má qualidade, e por isso, com condições de trabalhabilidade difíceis e exigindo condições especiais para colocação em aterro.

Prevê-se assim um equilíbrio no balanço de terras devido à necessidade de recorrer a manchas de empréstimo para executar os aterros previstos.

No que se refere às áreas de taludes, este foram avaliados em 1 153 m² de taludes de escavação e 568 m² em aterro.

6 - DRENAGEM

O presente capítulo refere-se ao estudo hidrológico e hidráulico das linhas de água intercetadas pelo traçado rodoviário, tendo em conta os períodos de retorno de projeto:

- T=20 anos, no dimensionamento dos órgãos de drenagem longitudinal;
- T=100 anos, no dimensionamento de pontões.

No caso específico da secção de vazão do pontão no ramo M2 sobre o trecho da ribeira de São João, foram consideradas as condições de escoamento e verificação ao funcionamento para a cheia centenária (T=100 anos) constantes no estudo “Projeto de Reconstrução e Regularização da Ribeira de São João – Troço Urbano Jusante” realizado pela AQUALOGOS, em Setembro de 2017.

6.1 - ESTUDO HIDROLÓGICO

A atual intervenção prevê apenas uma passagem hidráulica associada ao Ramo das Palmeiras, sendo caracterização hidrológica da bacia hidrográfica apresentada de seguida.

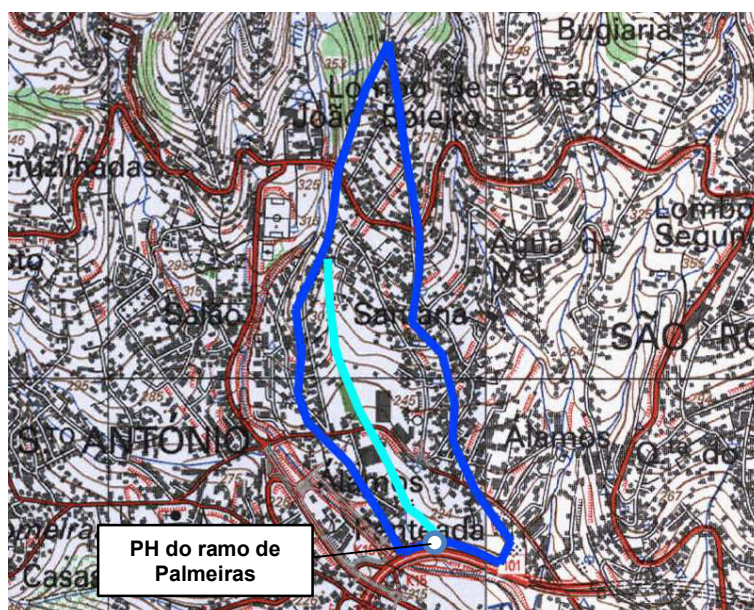


Figura 4 – Bacia hidrográfica e linha de água na secção da PH no ramo de Palmeiras

A bacia hidrográfica na secção em estudo apresenta as seguintes características fisiográficas:

- Área, $A_b = 0,339 \text{ km}^2$;
- Perímetro, $P_b = 3,24 \text{ km}$;
- Altitude média = 278,7 m;
- Comprimento da linha de água principal, $L_b = 0,82 \text{ km}$;
- Cota mínima da bacia = 193,7 m;
- Cota máxima da bacia = 452,0 m;
- Cota máxima da linha de água principal = 306,0 m;
- Declive médio do curso de água principal = 13,7%.

Apresenta-se nos subcapítulos seguintes um conjunto de elementos e metodologias que permitem a caracterização hidrológica da bacia hidrográfica na secção em estudo, tendo em vista uma adequada quantificação do caudal de ponta de cheia para o período de retorno de projeto.

6.1.1 - Tempo de concentração

Define-se tempo de concentração, t_c , de uma bacia hidrográfica, numa dada secção de um curso de água, como sendo o tempo para que a totalidade da bacia contribua para o escoamento superficial na secção considerada, ou seja, o tempo necessário para que uma gota de água caída no ponto hidráulicamente mais afastado da bacia atinja a secção considerada.

Para calcular os tempos de concentração na bacia hidrográfica da zona em estudo, foram analisados vários métodos, entre os quais, as fórmulas propostas do SCS (Soil Conservation Service), Temez, Kirpich, Pickering e David, a seguir explicitadas:

– Fórmula de Soil Conservation Service (SCS lag)

$$t_c = \frac{5}{3} t_l$$

$$t_l = \frac{L_b^{0,8} (0,03937 S_{mr} + 1)^{0,7}}{734,43 i_{mb}^{0,5}}$$

sendo:

t_c - Tempo de concentração (h);

t_l - Tempo de atraso (h);

i_{mb} - Declive médio da bacia (%);

L_b - Comprimento da linha de água principal (m);

S_{mr} - Capacidade máxima de retenção (25400 / CN) – 254);

CN - número de escoamento.

– **Fórmula de Temez (1989):**

$$t_c = 0,3 \left(\frac{L}{i_m^{0,25}} \right)^{0,76}$$

sendo:

t_c - Tempo de concentração (h);

L - Comprimento da linha de água principal (km);

i_m - Declive médio do curso de água principal (-).

– **Fórmula de Kirpich**

$$t_c = 0,0663 \frac{L^{1,155}}{\Delta h^{0,385}}$$

sendo:

t_c - Tempo de concentração (h);

L - Comprimento da linha de água principal (km);

Δh – Diferença entre as cotas do talvegue da linha de água principal nas secções extrema de montante e de referência da bacia hidrográfica (m).

– **Fórmula de Pickering**

A fórmula de Pickering para calcular o tempo de concentração em bacias de passagens hidráulicas é:

$$t_c = \left(\frac{0,871 L_b^3}{\Delta h} \right)^{0,385}$$

sendo:

t_c – tempo de concentração (h);

L_b – comprimento do curso de água principal da bacia (km);

Δh – diferença de cotas entre as extremidades da linha de água principal (m).

Refira-se, que a fórmula de Pickering é obtida a partir da fórmula de Kirpich, alterando as unidades da variável correspondente à diferença de cotas entre as extremidades da linha de água principal.

– Fórmula de David

David (1976) propôs também uma fórmula idêntica à de Kirpich:

$$t_c = 0,000324 \frac{L_b^{1,15}}{(\Delta h)^{0,38}}$$

sendo:

t_c – tempo de concentração (h);

L_b – comprimento do curso de água principal da bacia (m);

Δh – diferença de cotas entre as extremidades da linha de água principal (m).

A expressão de David (1976) está incluída numa metodologia para o cálculo do caudal de ponta de cheia em bacias hidrográficas com áreas até 25 km².

No quadro seguinte são apresentados os valores dos tempos de concentração obtidos, por aplicação das diferentes fórmulas, bem como o valor final adotado.

Quadro 2 – Tempos de concentração calculados

Bacia Hidrográfica	Tempo de concentração (h)					
	SCS	Kirpich	Temez	Pickering	David	Adotado
PH ramo de Palmeiras	0,20	0,12	0,38	0,12	0,12	0,19

6.1.2 - Séries de precipitações intensas. Curvas IDF

Para determinar as precipitações máximas diárias consideraram-se os postos pluviométricos existentes na vertente Sul da ilha da Madeira e cujos registos foram objeto de análise estatística no âmbito do estudo “Avaliação do Risco de Aluviões das ribeiras da ilha da Madeira”, elaborado em 2014.

No Quadro 3 indicam-se as altitudes dos postos que se encontram mais próximos da bacia em estudo, assim como os correspondentes valores de precipitação máxima diária para os períodos de retorno de projeto.

Quadro 3 – Altitude e precipitação máxima diária nos postos mais próximos da bacia em estudo

Estação meteorológica	Altitude (m)	Precipitação máxima diária (mm)	
		T20 anos	T100 anos
Curral das freiras - Igreja	650	192,3	196,5
Areeiro	1610	321,2	439,5
Santo António	525	139,0	171,0
Sanatório	380	156,4	226,7
Bom Sucesso	290	104,3	122,3
Funchal - Observatório	58	107,9	136,8

Conforme se observa, torna-se evidente que a altitude é o principal fator que condiciona as diferenças de pluviosidade entre os postos, existindo uma correlação nítida com a precipitação (Figuras 5 e 6).

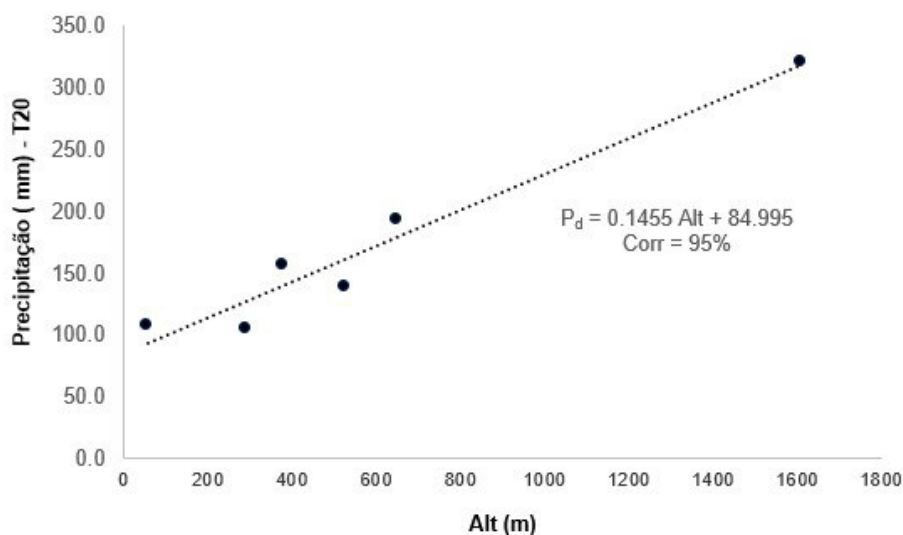


Figura 5 – Correlação entre a precipitação máxima diária e a altitude para T= 20 anos

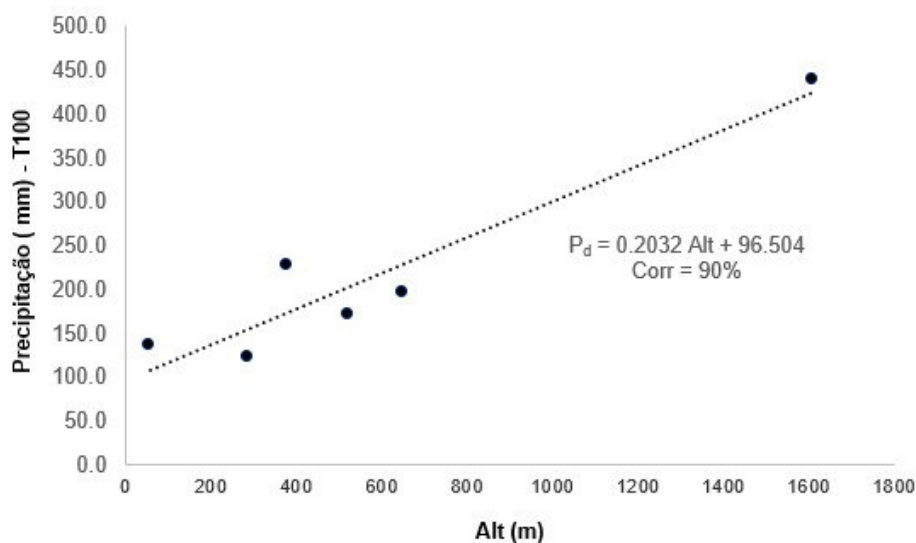


Figura 6 – Correlação entre a precipitação máxima diária e a altitude para T= 100 anos

Sendo o ajustamento tão próximo, decidiu-se estimar as precipitações máximas diárias considerando os valores registados no posto de Bom Sucesso, dado que se situa a uma altitude muito próxima da altitude média da bacia hidrográfica na secção em estudo (cerca de 278.70 m).

Para determinar as precipitações máximas com 24h de duração, recorreu-se à análise efetuada no estudo “Estabelecimento de Metodologias, de Parâmetros de Base e de Ferramentas Informáticas para

a Realização de Estudos de Cheias na Ilha da Madeira”. Neste estudo conclui-se que na Ilha da Madeira, a relação média entre a precipitação máxima anual com 24h de duração e a precipitação diária máxima anual com o mesmo período de retorno é da ordem de 1,15, não muito diferente da do continente (com valor igual a 1,16).

Assim, a precipitação máxima diária e respetiva precipitação máxima com 24h de duração são apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 – Precipitação máxima diária e precipitação máxima com 24h de duração na bacia hidrográfica para os períodos de retorno de projeto

Período de retorno (anos)	P _{dia} (mm)	P ₂₄ (mm)
100	122,3	140,6
20	104,3	119,9

Para determinar os valores das precipitações com durações inferiores a 24h, utilizaram-se as curvas de possibilidade udométrica preconizadas no estudo “Estabelecimento de Metodologias, de Parâmetros de Base e de Ferramentas Informáticas para a Realização de Estudos de Cheias na Ilha da Madeira”.

No pressuposto da seguinte equação geral das linhas de possibilidade udométrica, na qual P designa a precipitação com duração t (mm), P_{24} a precipitação com 24h de duração (mm) e t a respetiva duração (h):

$$\frac{P}{P_{24}} = at^b$$

apresentam-se, no Quadro 5, os parâmetros das linhas de possibilidade udométrica obtidos, em função de P_{24} . Para determinar as precipitações com durações inferiores a 24h, basta substituir P_{24} nas equações seguintes.

Quadro 5 – Parâmetros da linha de possibilidade udométrica para precipitações sub-diárias, adimensionalizada

Duração t (h)	Linha de possibilidade udométrica
$1 \leq t \leq 4,2$	$P/P_{24} = 0,204 t^{0,59}$
$4,2 < t \leq 24$	$P/P_{24} = 0,258 t^{0,427}$

6.1.3 - Caudal de ponta de cheia

De entre as metodologias simplificadas para calcular o caudal de ponta de cheia em pequenas bacias hidrográficas, a Fórmula Racional é reconhecidamente a de maior utilização à escala mundial.

As limitações da Fórmula Racional, resultantes da sua aplicação, prendem-se com as simplificações de natureza hidrológica e hidráulica da sua formulação. As simplificações hidrológicas residem em admitir a precipitação como invariável no espaço e no tempo e em considerar a transformação precipitação-escoamento como sendo uma relação linear traduzida por um coeficiente de escoamento constante. Do ponto de vista hidráulico, as limitações da fórmula racional residem no facto de considerar que o caudal de ponta de cheia só ocorre quando toda a bacia está a contribuir para o escoamento.

De salientar, no entanto, que métodos mais complexos não garantem melhores resultados em bacias desta dimensão, possibilitando a Fórmula Racional um grande controlo sobre os resultados obtidos, uma vez que as variáveis usadas possuem significado físico bem definido. O método racional é assim traduzido pela seguinte equação:

$$Q_p = \frac{CIA}{3,6}$$

sendo:

Q_p – caudal de ponta de cheia (m^3/s);

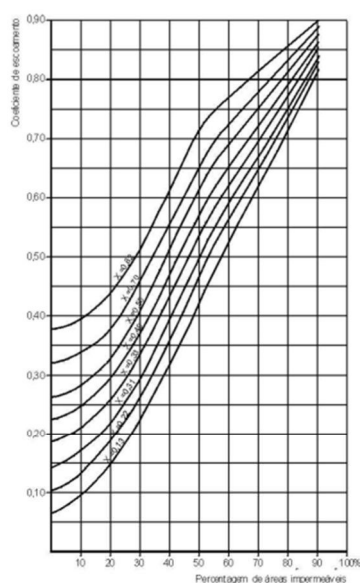
C – coeficiente de escoamento da fórmula racional, que depende do tipo e da ocupação do solo da bacia hidrográfica;

I – intensidade média de precipitação para determinada frequência de ocorrência e com duração igual ao tempo de concentração da bacia hidrográfica, (mm/h);

A – área da bacia hidrográfica (km^2).

O coeficiente de escoamento depende das características e condições de infiltração da superfície do terreno, diminuindo a capacidade de infiltração à medida que a chuvada decorre e a sua humidade aumenta. O coeficiente de escoamento depende também da intensidade de precipitação, da proximidade do lençol freático, do grau de compactação do solo, da sua porosidade, do coberto vegetal, da tipologia de ocupação, do declive da bacia, do período de retorno, do caudal de cheia que se pretende estimar, etc.

Na Figura 7 apresentam-se os valores dos coeficientes de escoamento a usar em conformidade com o Anexo X do Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de Agosto, Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais, em função da percentagem de áreas impermeáveis e do declive do terreno. No presente caso, tendo em conta o tecido urbano, admite-se um coeficiente de escoamento de 0,90.



Valor de γ	Terreno plano I = 0 a 1%	Terreno pouco inclinado I = 1 a 1,5%	Terreno inclinado I = 1,5 a 8%	Terreno muito inclinado I = 8%
Terreno arenoso	0,13	0,22	0,31	0,49
Terreno semi-arenoso	0,22	0,31	0,40	0,58
Terreno semi-compacto	0,31	0,40	0,49	0,70
Terreno compacto	0,40	0,49	0,58	0,82

Terreno arenoso: inclui essencialmente areias profundas com muito pouco limo ou argila.
Terreno semi-arenoso: inclui essencialmente areias menos profundas do que as do terreno arenoso e algum limo ou argila.
Terreno semi-compacto: inclui essencialmente solos com quantidades apreciáveis de argila.
Terreno compacto: inclui essencialmente argilas pouco expansivas e solos pouco profundos com sub-horizontes quase impermeáveis.

Figura 7 – Coeficientes de escoamento em função da percentagem de áreas impermeáveis e do declive do terreno

No Quadro 6 apresenta-se o cálculo do caudal de ponta de cheia na secção em estudo.

Quadro 6 – Caudal de ponta de cheia (T100 anos)

Passagem hidráulica	T (anos)	Bacia hidrográfica			Linha de água			tc	Intensidade de precipitação	Q afluente
		Bacia	Área	C	L	Desnível	Inclinação			
			(km²)	(-)	(km)	(m)	(%)			
Ramo Palmeiras	100	PH	0,34	0,90	0,82	112,3	13,7	0,19	56,8	4,85

6.2 - ESTUDO HIDRÁULICO

No presente capítulo foram analisadas a nova travessia da ribeira de São João e a passagem hidráulica que restabelece a linha de água intersetada pelo Ramos das Palmeiras.

Apresenta-se assim, nos subcapítulos seguintes, os estudos hidráulicos desenvolvidos no âmbito do presente estudo.

6.2.1 -Dimensionamento de passagens hidráulicas

No âmbito do domínio hídrico fluvial e atendendo à componente sólida do escoamento (rocha e troncos de árvores) foi adotada uma secção do tipo retangular, com uma dimensão mínima de 2,0 m de largura por 2,0 m de altura, equivalente à secção do canal recetor a jusante, de modo a facultar, sem constrangimentos, o acesso à mesma para realização de trabalhos de limpeza e desassoreamento com meios mecânicos e manuais.

O resultado hidráulico da simulação da cheia centenária em regime uniforme é apresentado nos quadros seguintes. Para além disso indica-se também o diâmetro equivalente dos blocos de enrocamento (D_{50}), assim como a extensão do tapete de proteção em enrocamento necessária a jusante.

Quadro 7 – Dimensionamento hidráulico da PH do ramo de Palmeiras

Passagem hidráulica	T (anos)	Caudal (m^3/s)	Secção	Inclinação (m/m)	Velocidade de saída (m/s)	Altura uniforme (m)	Altura crítica (m)	Tipo de regime
Ramo Palmeiras	100	4,85	1 □ 2,0x2,0	0,02	3,51	0,63	0.84	Rápido

Quadro 8 – Dimensionamento hidráulico da PH do ramo de Palmeiras (cont.)

Hw/D	Nível de água (m)	Altura de sólidos (h_s) (m)	Folga líquida (m)	Nível de água + Altura de sólidos + Folga (m)	Cota máxima admissível (m)	Enrocamento	
						D_{50} (m)	Extensão mínima (m)
0.70	191,25	0,70	0,75	192,70	194,10	0,30	3,0

Na Figura 8 apresenta-se o perfil longitudinal resultante da modelação hidráulica, que suporta a análise apresentada nos quadros acima e garante a capacidade de vazão adequada.

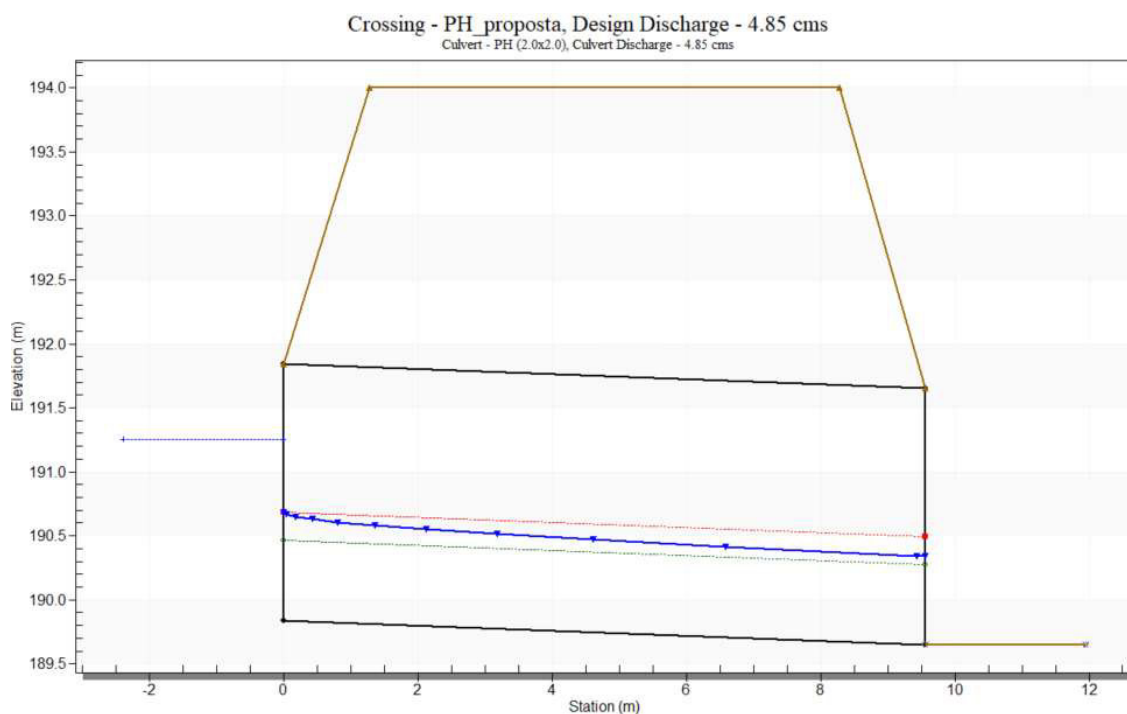


Figura 8 – Cálculo da altura de escoamento líquida na modelação da cheia centenária (secção proposta para a PH do ramo de Palmeiras - 1 x 2,0x2,0)

No desenho 31-RNSA-PE-V1T1-DRE-B é apresentada a planta geral e corte longitudinal com a implantação da nova passagem hidráulica no ramo de Palmeiras.

6.2.2 - Dimensionamento da Secção de vazão do Pontão

A única análise efetuada no âmbito da drenagem transversal corresponde à secção de vazão do pontão no ramo M2 sobre o trecho da ribeira de São João, e que conforme referido anteriormente, foram consideradas as condições de escoamento e verificação ao funcionamento para a cheia centenária (T=100 anos) constantes no estudo “Projeto de Reconstrução e Regularização da Ribeira de São João – Troço Urbano Jusante” realizado pela AQUALOGOS, em Setembro de 2017.

A análise efetuada considerou diferentes cenários de simulação hidráulica, com distinção do leito definido pelos travessões (Cenário A) e pelas cristas dos travessões (Cenário B).

No quadro seguinte são apresentadas as condições de escoamento nas secções imediatamente a montante e jusante da nova travessia, extraídas do estudo da Aqualogos (2017).

Quadro 9 – Características do escoamento e verificação ao funcionamento da ribeira de São João nas secções a montante e jusante da nova travessia para T=100 anos (Aqualogos, 2017)

Cenário A – Leito com a definição dos travessões (com degraus)							
Setor	Secção/Perfil	Distância à foz (m)	Qponta (m³/s)	Z talvegue	Hágua (m)	Fmin	Nível de água+ fmin
5	0+920	2945	290	203,78	3,97	1,02	208,77
6	0+010	2897	290	199,9	3,94	1,02	204,86
Cenário B – Leito definido pelas cristas dos travessões (sem degraus)							
Setor	Secção/Perfil	Distância à foz (m)	Q ponta (m³/s)	Z talvegue	Hágua (m)	Fmin	Nível de água+ fmin
5	0+920	2945	290	203,78	4,14	1,06	208,98
6	0+010	2897	290	199,9	3,19	1,04	204,13

Na figura seguinte é possível visualizar a implantação da nova travessia e das linhas de escoamento (T=100 anos) por interpolação linear entre as secções de cálculo, cumprindo os níveis mínimos fixados no estudo realizado (folga de 1 m).

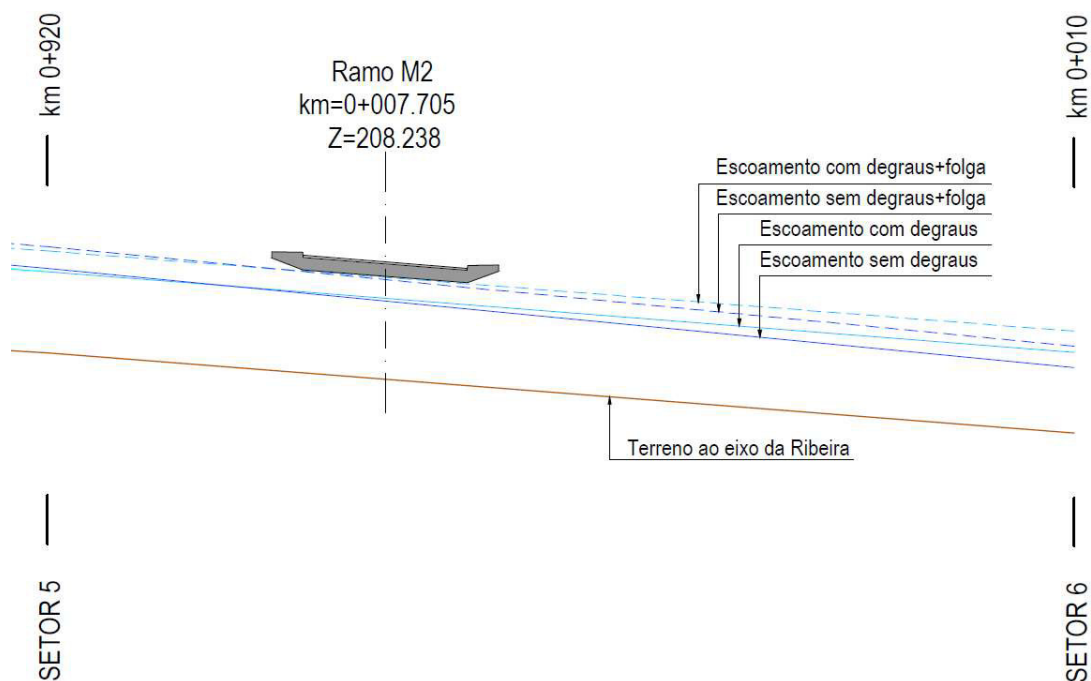


Figura 9 – Representação da nova travessia e linhas de escoamento + folga, cumprindo os níveis mínimos fixados (Cenários A e B)

6.2.3 - Dimensionamento dos órgãos de drenagem longitudinal

Ao longo de todo o traçado foram analisadas todas as áreas contribuintes para os diversos órgãos hidráulicos, afetadas do seu respetivo coeficiente de escoamento da fórmula racional, para se obter o caudal a escoar associado à intensidade de precipitação de projeto (67,8 mm/h, adotando uma chuvada de 5 min). Este caudal foi posteriormente comparado com a capacidade de transporte do elemento em estudo. Para a determinação da capacidade de transporte dos elementos utilizou-se a equação de Manning-Strickler, já apresentada nesta memória.

No quadro seguinte apresenta-se a capacidade de vazão das valetas de plataforma correntes, considerando o escoamento a efetuar-se em toda a secção.

Quadro 10 – Capacidade de vazão das valetas de plataforma correntes (1,0x0,20)

L ₁ (-)	L ₂ (-)	h (m)	S (m ²)	P (m)	K _s (m ^{1/3} /s)	i (%)	Q (m ³ /s)	v (m/s)
0,20	0,80	0,20	0,100	1,107	75	7,3%	0,408	4,08
0,20	0,80	0,20	0,100	1,107	75	1,0%	0,151	1,51
0,20	0,80	0,20	0,100	1,107	75	1,2%	0,165	1,65
0,20	0,80	0,20	0,100	1,107	75	4,4%	0,317	3,17
0,20	0,80	0,20	0,100	1,107	75	7,6%	0,416	4,16
0,20	0,80	0,20	0,100	1,107	75	6,2%	0,376	3,76
0,20	0,80	0,20	0,100	1,107	75	4,5%	0,320	3,20
0,20	0,80	0,20	0,100	1,107	75	3,6%	0,286	2,86
0,20	0,80	0,20	0,100	1,107	75	2,1%	0,219	2,19

No quadro seguinte apresenta-se a capacidade de vazão das valetas reduzidas, considerando o escoamento a efetuar-se em toda a secção (0,20 m).

Quadro 11 – Capacidade de vazão das valetas de plataforma triangulares reduzidas (0,50x0,20)

L ₁ (-)	L ₂ (-)	h (m)	S (m ²)	P (m)	K _s (m ^{1/3} /s)	i (%)	Q (m ³ /s)	v (m/s)
0,25	0,25	0,20	0,050	0,640	75	7,3%	0,185	3,70

No quadro seguinte apresenta-se a capacidade de vazão das valetas de meias canas em betão de 300 mm, considerando a inclinação e o escoamento a efetuar-se em toda a secção (h = 0,15 m).

Quadro 12 – Capacidade de vazão das valetas de bordadura em meia cana (Ø300)

D (mm)	S (m ²)	P (m)	K _s (m ^{1/3} /s)	i (%)	Q (m ³ /s)	v (m/s)
300	0,04	0,47	75	1,0%	0,047	1,33

No quadro seguinte apresenta-se a capacidade de vazão do coletor de evacuação lateral em betão de 400 mm, considerando a inclinação e o escoamento a efetuar-se a meia secção (h = 0,20 m).

Quadro 13 – Capacidade de vazão do coletor de evacuação lateral (Ø400)

D (mm)	S (m ²)	P (m)	K _s (m ^{1/3} /s)	i (%)	Q (m ³ /s)	v (m/s)
400	0,06	0,628	75	2,5%	0,160	2,55

Em anexo ao presente documento apresenta-se o quadro com a verificação hidráulica dos coletores longitudinais, tendo em conta os caudais de cheia afluentes e comparação com a capacidade de vazão a secção cheia.

Nos Desenhos 29-RNSA-PE-V1T1-DRE-B a 31-RNSA-PE-V1T1-DRE-B, encontram-se indicados e localizados os órgãos de drenagem longitudinais existentes e a construir ao longo do traçado.

7 - PAVIMENTAÇÃO

7.1 - PARÂMETROS TIDOS EM CONSIDERAÇÃO

Os principais parâmetros que afetam o comportamento estrutural dos pavimentos e que foram tomados em consideração na sua conceção e nos cálculos para o dimensionamento são os seguintes:

- As solicitações de tráfego, nomeadamente o tipo de veículos e a velocidade de circulação;
- O período de dimensionamento, em função do tipo de pavimento a considerar;
- As características climáticas da região;
- As características geotécnicas dos solos ocorrentes na região;
- A capacidade de suporte do solo de fundação;
- As características mecânicas dos materiais constituintes das diferentes camadas.

7.2 - METODOLOGIA ADOPTADA PARA O DIMENSIONAMENTO DOS PAVIMENTOS

Para avaliação da capacidade de carga utilizou-se um método racional, que tem por base a análise estrutural do pavimento, e que recorre ao cálculo dos estados de tensão e de deformação induzidos na estrutura do pavimento e na respetiva fundação quando esta é solicitada pelos eixos dos veículos.

Os estados de tensão e de deformação são determinados admitindo um modelo de comportamento em que o pavimento é assimilado a um conjunto de camadas sobrepostas assentes sobre a respetiva fundação. Admite-se que os materiais constituintes das camadas têm um comportamento elástico linear e isótropo. A ação dos eixos dos veículos pesados, durante o período de vida de projeto, é expressa em termos de um número equivalente de passagens de um eixo simples padrão.

Para a conversão do número acumulado de veículos pesados num número equivalente de passagens do eixo padrão utilizou-se um fator de agressividade com valor de acordo com o previsto no “*Manual de Conceção de Pavimentos para a Rede Rodoviária Nacional*”. O eixo padrão utilizado foi um eixo simples de 130kN.

Para avaliar a capacidade de carga dos pavimentos utilizaram-se critérios que consideram os seguintes estados limites de ruína do pavimento para fixar os respetivos critérios de dimensionamento:

- i) Fendilhamento excessivo à superfície do pavimento, resultante da rotura por fadiga, em tração, das camadas betuminosas, tendo-se limitado a extensão máxima de tração na zona inferior das camadas betuminosas;
- ii) Deformação excessiva (cavados de rodeira) à superfície da camada de desgaste, tendo-se limitado a extensão vertical de compressão no topo da fundação do pavimento.

Os valores limite das extensões são fixados em função do número de passagens do eixo padrão de 130kN durante o período de vida de projeto.

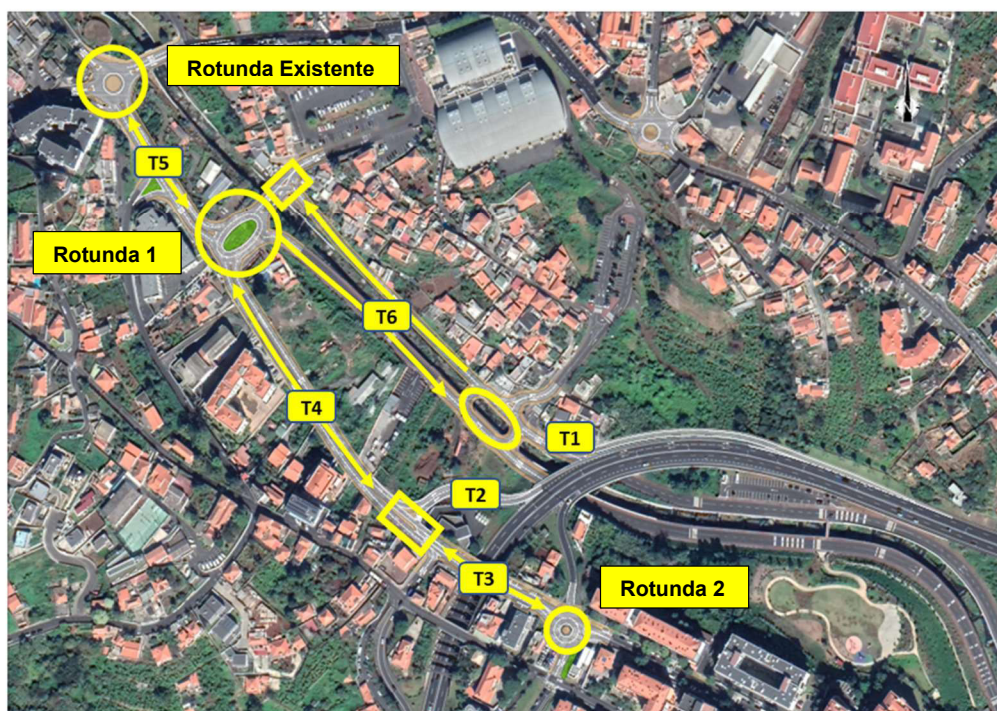
Tendo sido adotada uma metodologia baseada no cálculo dos estados de tensão e de deformação induzidos nas camadas do pavimento, e na respetiva fundação, pela passagem de eixos padrão, os estados limites adotados foram considerados, para efeitos de dimensionamento, através dos critérios que se apresentam de seguida.

7.3 - DADOS DE TRÁFEGO

Tendo por base os valores constantes do Estudo de Tráfego especificamente elaborado no âmbito do estudo, e constatando-se a existência de uma diferença pouco significativa entre a evolução dos valores de tráfego para os cenários pessimista e otimista, adotaram, para efeito de dimensionamento os valores deste último cenário que se apresentam no Quadro seguinte.

Quadro 14 - Valores de tráfego para o período de vida útil

Troço	Ano 2024				Ano 2034				Ano 2044			
	Veíc. Lig.	Veíc. Pes.	Veíc. Totais	% Pes.	Veíc. Lig.	Veíc. Pes.	Veíc. Totais	% Pes.	Veíc. Lig.	Veíc. Pes.	Veíc. Totais	% Pes.
T1	3832	142	3974	3.6%	4197	159	4356	3.7%	4448	176	4624	3.8%
T2	3654	132	3786	3.5%	4100	148	4248	3.5%	4393	161	4554	3.5%
T3	17886	597	18483	3.2%	20260	668	20928	3.2%	21561	730	22291	3.3%
T4	22785	780	23565	3.3%	25679	879	26558	3.3%	27366	960	28326	3.4%
T5	22221	1087	23308	4.7%	25160	1221	26381	4.6%	26932	1356	28288	4.8%
T6	11020	285	11305	2.5%	12354	319	12673	2.5%	13271	350	13621	2.6%
Troço Médio	13566	504	14070	3.5%	15292	566	15857	3.5%	16329	622	16951	3.6%



Troço 1 - Novo Ramo de Saída da VR1
Troço 2 - Ramo de Saída da VR1 existente
Troço 3 - Av. da Madalena (2+2)
Troço 4 - Av. da Madalena (2+2)
Troço 5 - Av. da Madalena (2+2)
Troço 6 - Av. "Max"

Para efeitos de dimensionamento do pavimento, o tráfego considerado foi para um período de 20 anos a partir da data de entrada em funcionamento da infraestrutura é o seguinte:

Quadro 15 - Valores do tráfego médio diário anual de veículos pesados

LOCAL	ANO	(TMDA) _P	(TMDA) _P / SENTIDO	(TMDA) _P / SENTIDO 90% Via Direita
Plena Via - Troço T1, T2 e T6	2024	142	71	---
Plena Via - Troço T3, T4 e T5		1087	544	489
Rotunda 1		1087	544	---
Rotunda 2		597	298	---

Conforme se pode observar no quadro 2, no caso da plena via nos troços 1, 2 e 6 admitiu-se o valor de tráfego do troço 1 e nos troços 3, 4 e 5 admitiu-se o valor de tráfego do troço 5. No caso das rotundas, admitiu-se o valor de tráfego do troço 3 para a rotunda 1, do troço 5 para a rotunda 2 e 3 e por fim o somatório do tráfego dos troços 1 e 6 para a rotunda 4.

Verifica-se ainda que as previsões indicam um crescimento do tráfego rodoviário na infra-estrutura, apresentando-se no quadro seguinte as taxas médias de crescimento anual do número de veículos.

Quadro 16 – Taxas de crescimento do tráfego de veículos pesados

	ANO	TAXA DE CRESCIMENTO PESADOS
Plena Via - Troço T1, T2 e T6	2024 – 2044	1.08%
Plena Via - Troço T3, T4 e T5		1.11%
Rotunda 1		1.11%
Rotunda 2		1.01%

7.4 - SOLICITAÇÕES DO TRÁFEGO

De acordo com as orientações transmitidas pela Infraestruturas de Portugal, o valor do Tráfego Médio Diário Anual de Veículos Pesados (TMDA_P) a considerar para a plena via corresponde ao TMDA_P por sentido, enquanto para as rotundas, deverá ser considerado, de uma forma conservativa, ao valor total do TMDA_P.

Assim, e de acordo com o “*Manual de Conceção de Pavimentos para a Rede Rodoviária Nacional (JAE, 1995)*” e tendo como base os volumes de tráfego de veículos pesados, constata-se que o valor do TMDAp a considerar para:

- Plena via - Troço T1, T2 e T6 - corresponde a 142 veículos pesados por sentido enquadrando-se na classe de tráfego T6 no ano de entrada em serviço.
- Plena via - Troço T3, T4 e T5 - corresponde a 489 veículos pesados por sentido enquadrando-se na classe de tráfego T4 no ano de entrada em serviço.
- Rotunda 1 - corresponde a 597 veículos pesados, enquadrando-se na classe de tráfego T3 no ano de entrada em serviço.
- Rotunda 2 - corresponde a 1087 veículos pesados, enquadrando-se na classe de tráfego T2 no ano de entrada em serviço.

Admitiu-se, no projeto do pavimento, que a distribuição do tráfego de veículos pesados, é unidirecional no caso das rotundas e também na plena via nos troços 1, 2 e 3 e bidirecional no caso da plena via nos troços 3, 4 e 5 e considerando que 90% da circulação do tráfego de pesados na plataforma se realiza na via da direita, pelo que, e de acordo com o exposto anteriormente obteve-se o seguinte número acumulado de eixos padrão de 130kN apresentados no Quadro seguinte.

Quadro 17 – Tráfego médio de veículos pesados e número acumulado de eixos padrão

PAVIMENTO	TMDAp	α	N_{130}^{dim}	CLASSE DE TRÁFEGO
	2024 a 2044			
Plena Via – T1, T2 e T6	142	0.29	3.30×10^5	T6
Plena Via – T3, T4 e T5	489	0.57	2.28×10^6	T4
Rotunda 1	1087	0.72	$6,33 \times 10^6$	T2
Rotunda 2	597	0.65	3.10×10^6	T3

TMDAp – tráfego médio diário anual de veículos pesados

α – fator de agressividade

N_{130}^{dim} – número acumulado de passagens de eixos padrão de 130kN para dimensionamento

7.5 - CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS A UTILIZAR

O dimensionamento de uma estrutura de pavimento implica, para além do conhecimento das características geológico-geotécnicas dos materiais que irão constituir a fundação da mesma e das solicitações de tráfego a que estará sujeita ao longo do seu período de vida útil, a definição das

características mecânicas das camadas que a constituem, nomeadamente, dos seus módulos de deformabilidade e Coeficientes de Poisson.

7.5.1 - Fundação do Pavimento

Nas zonas em escavação a estrutura do pavimento irá assentar maioritariamente em formações do Complexo Vulcânico Superior. No entanto, em zonas localizadas, nomeadamente de transição escavação-aterro, podem ser intercetados depósitos de cobertura e de aterro.

Nestas zonas, que serão em princípio em reduzido número, deverá prever-se o saneamento integral destes depósitos superficiais e a sua substituição por materiais com características idênticas às especificadas para os aterros.

Nas restantes zonas, quando forem intercetados tufos com ou sem bombas vulcânicas de más características e com valores de CBR baixos ao nível da rasante, haverá também que proceder à sua substituição numa espessura de 0,8 a 1,0 m com materiais provenientes das escavações. Estes materiais deverão ter as características especificadas para a camada de base do pavimento.

Nas zonas onde ocorrerem formações basálticas e brechóides, as superfícies de escavação apresentar-se-ão em princípio muito irregulares, pelo que se recomenda que seja colocada uma camada de transição com características de sub-base constituída por um agregado britado de granulometria extensa com 15 cm de espessura mínima sobre pontas (zonas mais salientes da escavação).

7.5.2 - Camadas granulares

Tendo em conta o referido no ponto anterior as camadas de material granulares, foram consideradas no cálculo estrutural como sendo constituídas uma camada de sub-base com 0,20m de espessura e camada de base com espessura de 0,20m.

De acordo com a metodologia proposta pela Shell, o módulo de deformabilidade de uma camada de sub-base constituída por material britado de granulometria extensa (E_{sb}) pode ser obtido a partir da espessura, em mm, da mesma (h_{sb}) e do módulo de deformabilidade da fundação (E_f), através de:

$$E_{sb} = 0,2 \times h_{sb}^{0,45} \times E_f$$

Desta forma obteve-se módulo de deformabilidade de 130MPa para camada de sub-base e 280MPa para a camada de base em agregado britado de granulometria extensa (ABGE).

No entanto, para efeitos de modelação estrutural consideraram-se duas camadas em agregado britado de granulometria extensa (ABGE), com uma espessura de 0,20m de sub-base e um módulo de deformabilidade de 120MPa e com uma espessura de 0,20m de base e um módulo de deformabilidade de 240MPa.

No que se refere ao Coeficiente de Poisson, considerou-se, para ambas as camadas, o valor de 0,40.

7.5.3 - Misturas betuminosas

A determinação das características mecânicas das camadas betuminosas teve por base a conjugação de elementos informativos sobre:

- Regime das temperaturas do ar na região e da temperatura de serviço;
- A duração da solicitação de carga;
- As características da mistura betuminosa a utilizar nas camadas, ou seja, as características do betume e a composição em termos de percentagens volumétricas de betume.

7.5.3.1 - Condições climáticas

Os fatores climáticos que mais influenciam o comportamento dos pavimentos em estudo são a pluviosidade e os fatores térmicos. O primeiro fator influencia, sobretudo, as características mecânicas das camadas não ligadas, como é caso das camadas de sub-base e base e dos solos da fundação.

No que se refere aos fatores térmicos locais, estes influenciam o comportamento mecânico das misturas betuminosas. Dado que os fatores têm variações diárias e anuais, torna-se necessário para efeitos de cálculo, de acordo com a Shell, obter uma temperatura ponderada que possa ser considerada como representativa.

A partir das temperaturas médias mensais publicadas pelo IPMA para a estação de Funchal referentes ao período de 1981-2010 obtiveram-se os fatores de ponderação indicados no Quadro seguinte.

Quadro 18 – Temperaturas ponderadas

Mês	Temp. Média Mensal (°C)	Fator de Ponderação w
Janeiro	16.70	0.63
Fevereiro	16.60	0.62
Março	17.20	0.67
Abril	17.50	0.70
Maió	18.60	0.81
Junho	20.50	1.03
Julho	22.20	1.29
Agosto	23.20	1.47
Setembro	23.20	1.47
Outubro	21.80	1.22
Novembro	19.60	0.92
Dezembro	17.90	0.74
Total dos fat. de pond. W	° w = 11.55	
Média anual de w (° w/12)	0.96	
Temperatura equivalente (°C)	20.0	

A partir da temperatura ponderada do ar, calcularam-se as temperaturas de projeto, a utilizar para efeitos de cálculo da capacidade de carga do pavimento, tendo-se para o efeito usado a metodologia da Shell.

O método proposto pela Shell, baseia-se na utilização dum ábaco (Chart RT), o qual relaciona a temperatura média anual com a espessura das camadas betuminosas, e deste modo obtém-se a temperatura do pavimento a diversas profundidades.

Nos Quadros seguintes apresentam-se as temperaturas a várias profundidades calculadas pela metodologia mencionada.

Quadro 19 – Temperaturas de cálculo às diferentes profundidades (plena via)

Plena Via	Camadas	Profundidade média da camada (mm)	Temperatura do pavimento (°C)
Troços T1, T2 e T6	Camada de Desgaste em Betão Betuminoso	25	30,8
	Camada de Base / Ligação em Macadame Betuminoso	95	29,4
Troços T3, T4 e T5	Camada de Desgaste em Betão Betuminoso	25	30,8
	Camada de Ligação em Macadame Betuminoso	90	29,5
	Camada de Base em Macadame Betuminoso	175	28,4

Quadro 20 – Temperaturas de cálculo às diferentes profundidades (rotundas)

Rotunda	Camadas	Profundidade média da camada (mm)	Temperatura do pavimento (°C)
R1	Camada de Desgaste em Betão Betuminoso	25	30,8
	Camada de Regularização em Macadame Betuminoso	80	29,7
	Camada de Ligação em Macadame Betuminoso	145	28,8
	Camada de Base em Macadame Betuminoso	215	28,0
R2	Camada de Desgaste em Betão Betuminoso	25	30,8
	Camada de Ligação em Macadame Betuminoso	95	29,4
	Camada de Base em Macadame Betuminoso	185	28,3

7.5.3.2 - Tempo de Duração da Carga

Admitiu-se que o tempo de duração da solicitação de carga correspondia a uma velocidade de 30km/h nas rotundas e 40km/h na plena via, que se assumiu como característica das condições médias de circulação de pesados.

7.5.3.3 - Características das misturas betuminosas

Prevê-se para a camada de desgaste e as camadas subjacentes à camada de desgaste da plena via e rotundas o betume puro de penetração 35/50, tem-se $pen(25^{\circ}\text{C}) = 42.5 \times 10^{-1}\text{mm}$ (valor médio). No entanto, devido ao endurecimento durante o processo de fabrico e colocação da mistura em obra, o que se traduz numa alteração das características do betume, admite-se em geral que, após entrada em serviço, a penetração do betume é de cerca de 65% do valor inicial:

$$pen_{serviço} = 0.65 \times pen_{inicial} = 27.625 \times 10^{-1} \text{ mm, para o betume 35/50}$$

Quanto à composição das misturas, considerou-se, para efeitos de dimensionamento, para o betão betuminoso uma percentagem volumétrica de betume igual a 12% e uma percentagem de vazios de 4% e para o Macadame betuminoso tradicional uma percentagem volumétrica de betume igual a 10% e uma percentagem de vazios de 6%.

7.5.3.4 - Cálculo dos módulos de deformabilidade

A determinação dos módulos de deformabilidade das misturas betuminosas implica a determinação do módulo de rigidez do betume.

A rigidez do betume depende da temperatura de amolecimento anel e bola (T_{ab}) recuperada do betume (após colocação em obra), e daquela em que provavelmente se encontrará a mistura (T), bem como, do tempo de aplicação da carga (t), que é função da velocidade de projeto (v), tendo sido considerada, no cálculo do módulo de rigidez do betume, a expressão de *Ullidtz* e *Peattie*, que traduz o ábaco de *Van de Pöel*:

$$E_{betume} = 1.157 \times 10^{-7} \times t^{-0.368} \times e^{-ip} \times (T_{ab} - T)^5$$

O índice de penetração do betume (em serviço), IP , que traduz a sensibilidade da penetração do betume à temperatura, pode ser determinado da seguinte forma:

$$IP = \frac{1952 - 500 \times \log_{10}(pen_{25}) - 20 \times T_{ab}}{50 \times \log_{10}(pen_{25}) - T_{ab} - 120}$$

O valor da temperatura de amolecimento do betume, obtido em ensaio de anel e bola, pode ser estimado a partir de:

$$T_{ab} = 98.4 - 26.4 \times \log(\text{pen}_{25})$$

Por fim, segundo a metodologia proposta pela SHELL, o módulo de deformabilidade da mistura pode ser obtido, a partir da rigidez do betume e da composição da mistura (teor volumétrico de agregado, V_a , de betume, V_b , e de vazios, V_v), da seguinte forma:

$$E_{mistura} = E_{betume} \times \left(1 + \frac{2.5 \times C_v}{n \times (1 - C_v)}\right)^n$$

em que:

$$n = 0.83 \times \log\left(\frac{4 \times 10^4}{E_{betume}}\right), C_v = \frac{V_a}{(V_a + V_b) \times (0.97 + V_v)}$$

No quadro que se apresenta de seguida incluíram-se os resultados obtidos na aplicação da metodologia de cálculo adotada.

Tendo em conta a influência das condições climáticas durante a fase de construção, admitiram-se, para efeitos de dimensionamento da solução de pavimentação proposta, as características de deformabilidade indicada no Quadro 8, considerando-se os valores obtidos no cálculo e os admitidos no dimensionamento.

Quadro 21 – Características das misturas betuminosas

Local	Velocidade Base (km/h)	Módulo de Rigidez (MPa)		
		Betão Betuminoso Desgaste (AC14Surf35/50 (BB))	Macadame de ligação (AC20bin35/50 (MB))	Macadame de Base (AC20base35/50 (MB))
Plena Via Troço T1, T2 e T6	40	3000	---	3500
Plena Via Troço T3, T4 e T5	40	3000	3500	3900

Local	Velocidade Base (km/h)	Módulo de Rigidez (MPa)			
		Betão Betuminoso Desgaste (AC14Surf35/50 (BB))	Macadame de Regularização (AC20bin35/50 (MB))	Macadame de ligação (AC20bin35/50 (MB))	Macadame de Base (AC20bin35/50 (MB))
Rotunda 1	30	2800	3200	3500	3800
Rotunda 2	30	2800	---	3300	3700

7.6 - VERIFICAÇÃO ESTRUTURAL

7.6.1 - Fadiga das camadas betuminosas

Neste caso, o critério adotado traduz-se na limitação da extensão máxima de tração no limite inferior das camadas betuminosas, o que visa impedir a rotura por fadiga em tração daquelas camadas durante o período de dimensionamento. Para este efeito, considerou-se a lei de fadiga proposta pela SHELL:

$$\varepsilon_t = (0.856 \times V_b + 1.08) \times E^{-0.36} \times N^{-0.20}$$

sendo, N o número acumulado de passagens do eixo padrão durante a vida útil do pavimento, e V_b e, respetivamente, a percentagem volumétrica de betume e o módulo de deformabilidade da camada betuminosa inferior.

7.6.2 - Deformações permanentes da fundação

Com base no critério proposto pela SHELL, impõe-se a limitação da extensão vertical de compressão no topo da fundação do pavimento, com vista a reduzir a sua contribuição para a ocorrência de deformações permanentes e a consequente formação de cavados de rodeira. O valor limite da extensão de compressão é determinado da seguinte forma:

$$\varepsilon_c = 1.8 \times 10^{-2} \times N^{-0.25}$$

em que, N é o número acumulado de passagens do eixo padrão durante o período de vida útil do projeto. O critério considerado admite uma probabilidade de ruína, antes do final do período de vida útil, por deformação permanente da fundação de 5%.

7.6.3 - Verificação da capacidade de carga

Tendo em conta as propriedades mecânicas dos materiais cuja utilização se preconiza na execução das camadas constituintes da estrutura de pavimento projetada, determinaram-se, recorrendo ao programa de cálculo **BISAR3.0**, os valores que ocorrem quando a mesma é solicitada pela ação de um eixo padrão de 130kN, designadamente as extensões máximas de tração na base das camadas betuminosas ($\epsilon_{t,máx}$) e as extensões máximas de compressão no topo da fundação ($\epsilon_{c,máx}$).

Após a análise de diversos modelos estruturais, selecionou-se a seguinte estrutura para dimensionamento do pavimento

Plena via – Troço 1, 2 e 6 e Rotunda 3 e Ramos

- Camada Desgaste em Betão Betuminoso – AC14 Surf 35/50 (BB), com espessura de 0,05 m;
- Camada de Base em Macadame Betuminoso – AC20 base 35/50 (MB), com espessura de 0,09 m;
- Camada de base em Agregado Britado de Granulometria Extensa com 0,20m de espessura;
- Camada de Sub-base em Agregado Britado de Granulometria Extensa com 0,20m de espessura;
- Camada de Fundação garantindo um CBR mínimo de 6.

A constituição do pavimento acima descrito corresponde ao Pavimento Tipo I.

Plena via – Troço 3, 4 e 5

- Camada Desgaste em Betão Betuminoso – AC14 Surf 35/50 (BB), com espessura de 0,05 m;
- Camada de Ligação em Macadame Betuminoso – AC20 base 35/50 (MB), com espessura de 0,08 m;
- Camada de Base em Macadame Betuminoso – AC20 base 35/50 (MB), com espessura de 0,09 m;
- Camada de base em Agregado Britado de Granulometria Extensa com 0,20m de espessura;
- Camada de Sub-base em Agregado Britado de Granulometria Extensa com 0,20m de espessura;

- Camada de Fundação garantindo um CBR mínimo de 6.

A constituição do pavimento acima descrito corresponde ao Pavimento Tipo II.

Rotunda 1

- Camada Desgaste em Betão Betuminoso – AC14 Surf 35/50 (BB), com espessura de 0,05 m;
- Camada de Regularização em Macadame Betuminoso – AC20 base 35/50 (MB), com espessura de 0,06 m;
- Camada de Ligação em Macadame Betuminoso – AC20 base 35/50 (MB), com espessura de 0,07 m;
- Camada de Base em Macadame Betuminoso – AC20 base 35/50 (MB), com espessura de 0,07 m;
- Camada de base em Agregado Britado de Granulometria Extensa com 0,20m de espessura;
- Camada de Sub-base em Agregado Britado de Granulometria Extensa com 0,20m de espessura;
- Camada de Fundação garantindo um CBR mínimo de 6.

A constituição do pavimento acima descrito corresponde ao Pavimento Tipo III.

Rotunda 2

- Camada Desgaste em Betão Betuminoso – AC14 Surf 35/50 (BB), com espessura de 0,05 m;
- Camada de Ligação em Macadame Betuminoso – AC20 base 35/50 (MB), com espessura de 0,09 m;
- Camada de Base em Macadame Betuminoso – AC20 base 35/50 (MB), com espessura de 0,09 m;
- Camada de base em Agregado Britado de Granulometria Extensa com 0,20m de espessura;
- Camada de Sub-base em Agregado Britado de Granulometria Extensa com 0,20m de espessura;
- Camada de Fundação garantindo um CBR mínimo de 6.

A constituição do pavimento acima descrito corresponde ao Pavimento Tipo IV.

Resumidamente, os tipos de pavimentos a considerar nas vias em estudo, apresentam-se no quadro seguinte:

Quadro 22 – Tipos de pavimento para as vias em estudo

TIPO	Camadas
I	Ramo R1.1
	Ramo R2.1
	Ramo R2.2
	Ramo R2.3
	Ramo Piscinas
	Rotunda 3
	Ramo R3.1
	Ramo R3.2
	Ramo R3.3
	Ramo R3.4
	Ramo VR1
	Ramo VR2
	Ramo VR3
	Ramo CS
	Rua Maximiano Sousa "Max" Ascendente
	Rua Maximiano Sousa "Max" Descendente
	Ramo M1
II	Av. da Madalena
	Ramo 1.2
III	Rotunda 1
IV	Rotunda 2

7.7 - ESTRUTURA DO PAVIMENTO ADOTADA PARA OS PASSEIOS

Para o pavimento dos passeios foi adotada a estrutura semelhante à dos passeios existentes, constituído pelas seguintes camadas:

- Camada Desgaste em Betão Esquartelado (0.50 x 0.50 m) com 0,02 m de espessura;
- Camada de Base em Massame de Betão com 0.10 m de espessura;
- Camada de Sub-base em Agregado Britado de Granulometria Extensa com 0,15m de espessura;

A estereiotomia do esquartelamento da camada de desgaste deverá ser semelhante ao que se apresenta na figura seguinte:

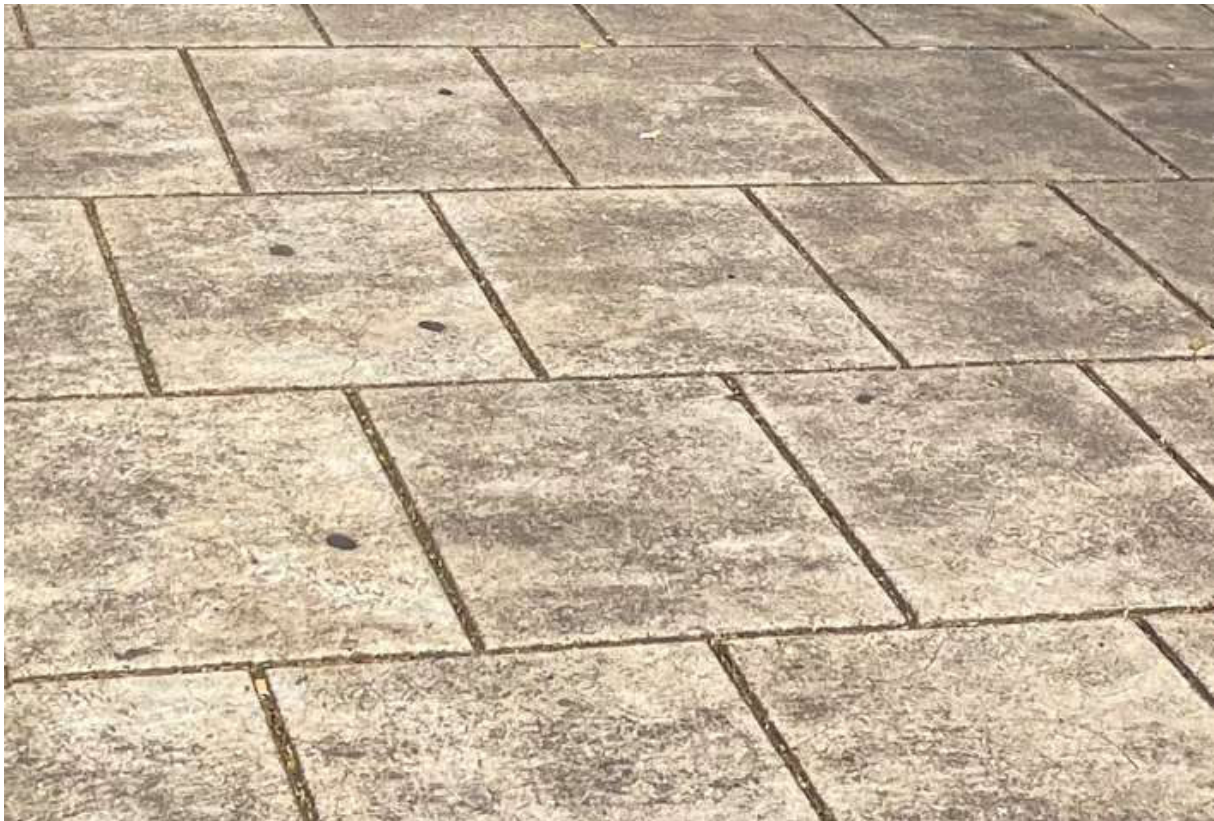


Figura 10 – Estereotomia dos passeios existentes na zona de intervenção, a conservar

7.8 - BENEFICIAÇÃO DOS PAVIMENTOS EXISTENTES

Os pavimentos existentes a serem integrados no âmbito da intervenção, serão objeto de uma melhoria das suas características superficiais, através da realização de uma microfresagem numa profundidade de 0.05 m e posterior enchimento com uma nova camada de desgaste em Betão Betuminoso – AC14

Surf 35/50 (BB), com espessura de 0,05 m após previa limpeza da superfície e aplicação previa de uma rega de colagem.

7.9 - LIGAÇÃO ENTRE AS CAMADAS

De forma a garantir uma ligação eficiente entre as diferentes camadas, torna-se necessário a aplicação de:

- Entre camadas betuminosas – rega de colagem com emulsão betuminosa (C60 BP3) aplicada à taxa de espalhamento de betume residual de 0,50 kg/m²;
- Entre uma camada betuminosa nova e uma camada fresada – rega de colagem com emulsão betuminosa (C60 BP3) aplicada à taxa de espalhamento de betume residual de 0,7 kg/m²;
- Entre uma camada betuminosa e uma camada de agregado granular britado de granulometria extensa – rega de impregnação com emulsão betuminosa C60 BF 4 aplicada à taxa de espalhamento de betume residual de 1,0 kg /m².

A sua execução deverá ser realizada em conformidade com as cláusulas do caderno de encargos e deve obedecer à norma EN13808:2013.

7.10 - RECOMENDAÇÕES

As normas construtivas e as especificações relativas aos materiais a utilizar, bem como as referentes às exigências respeitantes à execução das diversas camadas do pavimento, devem cumprir o exigido nas Cláusulas Técnicas Especiais que integram o Tomo 1 do Volume 4 deste projeto de execução.

8 - SINALIZAÇÃO E EQUIPAMENTO DE SEGURANÇA

8.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Na definição da sinalização e do equipamento de segurança a instalar, procurar-se-á obter uma solução simples, de fácil e rápida compreensão e que permita uma orientação clara dos utentes e garanta simultaneamente a sua segurança e comodidade, com especial atenção para:

- Localização dos sinais de forma a torná-los bem visíveis sem reduzir a visibilidade geral da via;
- Simplicidade dos sinais para que a sua leitura seja rápida e de fácil compreensão;
- Garantia de circulação com o máximo de fluidez e segurança;
- Uniformização da sinalização e dos equipamentos a instalar;
- Durabilidade na construção dos painéis e sinais, bem como o aspeto estético no desenho dos mesmos;
- Adequação da sinalização e dos equipamentos a instalar no carácter específico das vias em estudo;
- Durabilidade dos equipamentos a instalar e respetiva manutenção exigida, de modo que esta seja simplificada e menos espaçada no tempo.

As velocidades de projeto considerada foi de 40-60 km/h

Previu-se assim, a utilização de elementos de sinalização constituídos por:

- **Sinalização Horizontal:** Traços e outras inscrições sobre os pavimentos, designadas genericamente por marcas rodoviárias.
- **Sinalização Vertical:** Painéis de orientação e identificação, e sinais de código diversos constantes do Regulamento de Sinalização de Trânsito (RST).
- **Equipamento de Guiamento, Balizagem e Demarcação:** baias de balizamento de pontos de divergência e balizas verticais.

Por sua vez, o equipamento de segurança compreenderá os seguintes dispositivos de retenção:

- **Guardas de Segurança:** Guardas semi-flexíveis metálicas e respetivos elementos de ligação ao muro de suporte;
- **Outros Equipamentos:** Dispositivos de proteção para motociclistas e respetivos terminais.

8.2 - MARCAS RODOVIÁRIAS

Na definição da sinalização horizontal será respeitada a Norma de Marcas Rodoviárias e restante legislação em vigor, tanto no que respeita às características dimensionais das marcas aplicadas como aos critérios da sua aplicação.

A sinalização horizontal considerada compreende uma diversidade de marcas rodoviárias de diferentes larguras e relações traço / espaço, a aplicar conforme os locais e tipos de via, e outras inscrições sobre os pavimentos.

O material a utilizar corresponde ao corrente em situações de sinalização permanente, tratando-se de material termoplástico branco de aplicação a quente.

8.2.1 - Marcas longitudinais

8.2.1.1 - Guias

Linhas contínuas com 0.12 m de largura a utilizar na delimitação da faixa de rodagem.

8.2.1.2 - Linhas Longitudinais Contínuas

Linhas contínuas com 0.10 m de largura a serem utilizadas axialmente na sinalização de troços em que é interdita a mudança de via ou ultrapassagem.

8.2.1.3 - Linhas Longitudinais Descontínuas

Linha tracejada com 0.10 m de largura e relação traço/espaço 2.5/1 a aplicar como linha de aviso de aproximação de linha contínua.

Linha tracejada com 0.10 m de largura e relação traço/espço 3/4 a aplicar como linha de separação de vias.

Linha tracejada com 0.20 m de largura e relação traço/espço 1.5/2, a aplicar para a definição das vias de aceleração e abrandamento nos ramos do nó.

Linha tracejada com 0.25 m de largura e relação traço/espço 1.5/2, a aplicar para a definição das vias de aceleração e abrandamento.

Linha tracejada com 0.30 m de largura e relação traço/espço 0.40/0.30, a aplicar para a definição das zonas de cedência de passagem.

É de referir, no entanto, que as linhas aplicadas no ramo de saída da Via Rápida, designado por Ramo VR1 as larguras das linhas de 0,10 e 0.12 passam a 0.12 e 0.15 respetivamente.

8.2.2 - Marcas Transversais

8.2.2.1 - Barras de Paragem

Foi prevista a aplicação de barras de paragem, com 0.50 m de largura, de cor branca, associadas à sinalização horizontal e vertical de paragem obrigatória.

8.2.2.2 - Passadeiras para peões

Foi prevista a implantação de passagens para peões com 3,0 m e barras com 0.50 m de largura espaçadas de 0.50 m nos locais previstos para a travessia de peões.

8.2.3 - Outras Marcas

8.2.3.1 - Triângulos de Cedência de Prioridade

Foi prevista a utilização de símbolo triangular, com 2.0 e 4.0 m (no Ramo VR1) de altura, a aplicar associado a linha tracejada de cedência de passagem nas vias com perda de prioridade, afetando unicamente as vias sobre as quais estão pintados.

8.2.3.2 - Inscrições “STOP”

Foi prevista a utilização da inscrição “STOP” de cor branca, com 1.60 m de altura, associadas em geral a barras de paragem, a aplicar associada à sinalização vertical de paragem obrigatória, afetando unicamente as vias sobre as quais estão pintadas.

8.2.3.3 - Setas de seleção

Foi prevista a utilização de setas de seleção simples e duplas com 5 m de comprimento para a informação da aproximação da zona onde com duas vias.

8.2.4 - Implantação das Marcas Rodoviárias

A implantação das marcas rodoviárias mencionadas apresenta-se no Desenhos 36-RNSA-PE-V1T1-SIN-B a 38-RNSA-PE-V1T1-SIN-B (à escala 1:500) e os respetivos pormenores encontra-se no desenho 45-RNSA-PE-V1T1-SIN-B.

8.3 - SINALIZAÇÃO VERTICAL

A sinalização vertical a incluir no projeto divide-se em dois grupos:

- Painéis urbanos de orientação e identificação e de afetação de vias
- Sinais diversos constantes do Regulamento de Sinalização do Trânsito (RST).

8.3.1 - Sinalização de código

A sinalização de código a utilizar terá uma classe de retroreflexão RA2 e respeitará a Norma de Sinalização Vertical bem como demais legislação em vigor (Código da Estrada e Regulamento de Sinalização do Trânsito), prevendo-se a utilização da dimensão de 0,70 m, com exceção do Ramo VR1 onde serão instalados sinais com a dimensão de 0,90 m

A implantação destes sinais no perfil transversal e longitudinal das vias deverá obedecer às disposições normativas em vigor, de modo a garantir em geral uma distância mínima de 0.50 m entre a placa do

signal e a guia ou lancil, conforme aplicável, ou de 0.40 m entre a placa de sinal e a guarda de segurança quando esta existir.

A sua colocação deverá permitir uma altura útil entre a placa do sinal e pavimento de 2.40 m, uma vez que é permitida a circulação de peões.

8.3.2 - Sinalização de informação e orientação

Quanto ao sistema informativo propriamente serão seguidas as indicações da Norma de Sinalização Vertical de Orientação, bem como do R.S.T em vigor.

Todas as setas de direção e painéis laterais de pré-aviso gráfico serão colocados a uma altura de 2.40 m da base ao solo.

O dimensionamento dos painéis (de tipo urbano) de pré-aviso de direção a colocar, foi efetuado de acordo com o estabelecido nas normas e na legislação em vigor

Estes sinais serão refletorizados com tela do tipo H.I. e terão as dimensões definidas com base na legislação em vigor.

A implantação destes sinais no perfil transversal e longitudinal das vias deverá obedecer às disposições normativas em vigor.

8.3.3 - Semaforização da via

No sentido de minorar risco de acidentes foi considerado um sistema de semaforização que permitirá, uma maior acalmia de tráfego, através de limitação de velocidade, e disciplina nas deslocações pedonais.

Para apoio dos fluxos pedonais previu-se a implantação de passadeiras de peões que estarão equipadas com semáforos com botoneiras para peões. Existem 4 tipos distintos de conjuntos de semaforização dependente das plataformas em estudo, nomeadamente vias bidirecionais com ou sem separador e vias unidirecionais.

Os referidos conjuntos apresentam-se no anexo 4 da presente memória onde são apresentados os diagramas de implantação.

O sistema a implementar compreende cabos, equipamentos de superfície, armários e controladores. Os armários dos controladores deverão cumprir as especificações da entidade fornecedora de energia elétrica.

Quando em passeio, as colunas dos semáforos, deverão estar colocados a 60 cm do limite da faixa de rodagem e a 70 cm, no caso dos báculos. Qualquer alteração do posicionamento, só poderá ser efetuada após validação da fiscalização.

Os postes e as caixas do sistema de sinalização na cor RAL 7033 – cinzento-esverdeado.

A localização do sistema de semaforização pode ser observado nos desenhos 36-RNSA-PE-V1T1-SIN-B a 38-RNSA-PE-V1T1-SIN-B.

8.4 - GUIAMENTO E BALIZAGEM

Será considerado, no projeto, a instalação dos seguintes elementos do sistema de guiamento e balizagem:

- Baias de balizamento de ponto de divergência;
- Balizas verticais;
- Chevrons múltiplos.

8.5 - DISPOSITIVOS DE RETENÇÃO

Também aqui serão seguidas as disposições normativas em vigor para a instalação dos dispositivos de retenção de veículos e de dispositivos de proteção de motociclistas.

Optou-se pela utilização de um sistema de retenção de veículos do tipo semi-flexível, da classe N2-W3-A isto é, barreira de segurança metálicas cujos elementos se deformam com o embate do veículo e conservam uma deformação permanente.

Nas guardas de segurança serão colocados dispositivos de proteção para motociclistas.

9 - INTEGRAÇÃO PAISAGÍSTICA

A zona intervencionar está localizada maioritariamente nos taludes a executar e no interior das rotundas, cuja intervenção será compatibilizar as áreas novas ou alteradas com as mesmas características das existentes.

Assim, as hidrossementeiras a aplicar para os taludes de escavação e aterro serão feitas com espécies vegetais autóctones, tendo em vista uma rápida estabilização biológica dos mesmos sem necessidade de grandes cuidados de manutenção.

Previamente à aplicação da hidrossementeira, pretende-se modelar o terreno permitindo a estabilização biológica dos taludes. Desta forma os taludes deverão apresentar um boleamento suficientemente largo e um adoçamento na base, adaptando-se suavemente ao relevo natural, sem quebrar a sua continuidade. A transição entre taludes de aterro e de escavação deverá ser disfarçada gradualmente, de forma que haja uma suave ligação entre eles ou ao terreno natural.

A execução da modelação deverá ter em conta o sistema de drenagem superficial dos terrenos marginais e a sua ligação à plataforma da estrada. Após a modelação do terreno deverá ser aplicada uma camada uniforme de terra viva com 0,15 m nos taludes de aterro e escavação e de preferência antes do Outono, para que a sua aderência ao solo base se faça nas melhores condições.

O projeto de drenagem já deverá estar implantado antes das primeiras chuvas, protegendo a terra viva que já estará espalhada sobre os taludes.

No sentido de atingir todos os objetivos atrás enumerados selecionaram-se espécies vegetais a utilizar, privilegiando-se as espécies autóctones nos taludes.

De acordo com os vários condicionamentos a que as várias espécies vegetais irão ficar sujeitas estabeleceram-se um conjunto de misturas de sementes (herbáceas e arbustivas), um módulo de plantação (de trepadeiras).

As áreas que estarão sujeitas a menor manutenção conterão apenas espécies vegetais adaptadas às condições edafo-climáticas da região com vista à sua melhor adaptação inicial e manutenção futura.

Propõe-se que a distribuição da vegetação seja feita do seguinte modo:

- Os primeiros 3 a 4 metros junto à berma pavimentada sejam apenas semeados com a mistura de herbáceas pioneiras, de modo que o seu desenvolvimento futuro não vá perturbar as faixas de rodagem;
- O restante espaço do talude seja preenchido com a mistura arbustiva proposta para o local, conforme indicado no plano de plantações e sementeiras para o talude adjacente.

Para assegurar a cobertura do solo (taludes) logo após a execução dos aterros e escavações, recorrer-se-á à sementeira de espécies de crescimento rápido, misturadas com outras de crescimento mais lento que no futuro irão substituir progressivamente as anteriores.

O método proposto para a realização destas sementeiras é a hidrossementeira, dadas a extensão e características da obra e a rapidez e facilidade de execução.

O revestimento será feito em duas aplicações sucessivas intervaladas de 4 a 6 semanas, aplicando-se em primeiro lugar a mistura de espécies herbáceas e depois a de espécies arbustivas.

As misturas de sementes a aplicar nos locais assinalados nas peças desenhadas serão constituídas por espécies autóctones e outras igualmente adaptadas às condições edafo-climáticas locais.

Mistura

A composição do lote de sementes das plantas arbustivas a aplicar nos taludes e interior dos nós, em percentagem de peso é a seguinte:

<i>Coronilla valentina</i> ssp. <i>Glauca</i>	12,0%
<i>Cytisus scoparius</i>	10,0%
<i>Erica scoparia</i> ssp. <i>Mandericola</i>	0,2%
<i>Genista tenera</i>	5,0%
<i>Globularia saliciana</i>	2,0%
<i>Helichrysum melaleucum</i>	10,0%
<i>Hypericum inodorum</i>	2,0%
<i>Jasminum odorotissimum</i>	25,0%
<i>Lavandula pinnata</i> ssp. <i>Pinnata</i>	3,0%

<i>Nerium oleander</i>	12,0%
<i>Phyllis nobla</i>	1,8%
<i>Satureja varia ssp. thymoides var. thymoides</i>	2,0%
<i>Sideroxylon marmulano var. marmulano</i>	7,0%
<i>Tamarix gallica</i>	8,0%

A sementeira será feita à razão de 1,7 kg/ha

A sementeira anterior será aplicada sobre prévio revestimento herbáceo de:

<i>Dactylis glomerata</i>	15,0%
<i>Festuca rubra</i>	13,0%
<i>Lolium perenne</i>	20,0%
<i>Phleum pratense ssp. pratense</i>	5,0%
<i>Trifolium repens</i>	7,0%
<i>Trifolium subterraneum</i>	40,0%

Densidade de sementeira de 36 g/m².

Relativamente à rede de rega, nas zonas verdes afetadas pela intervenção, nomeadamente VR1 com o Ramo das Palmeiras e entre o Caminho da Ponte e a Av. da Madalena (a norte do Centro de Saúde), com a atual intervenção, haverá a necessidade de reposicionar a rede de rega existente devidamente compatibilizada com os novos limites dos espaços verdes.

Para as restantes zonas verdes, nomeadamente o interior das rotundas e ramos dos nós, foram considerados um conjunto de equipamentos que pretendem dotar estas zonas de rede de rega permitindo assim a manutenção dos espaços verdes.

10 - SERVIÇOS AFETADOS

10.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Foram contactadas diversas entidades, de forma a obter elementos referentes às suas redes de infraestruturas existentes ou projetadas, potencialmente afetadas com a intervenção nas vias que fazem parte da reformulação do nó.

Estas entidades foram essencialmente as entidades responsáveis pelas infraestruturas elétricas, telecomunicações, abastecimento de água, saneamento doméstico e pluvial, e equipamentos associados à Via Rápida.

De seguida apresenta-se uma lista as entidades responsáveis pela exploração das infraestruturas afetadas e as respostas obtidas de modo resumido:

Entidade	Elementos Recolhidos
EEM – Eletricidade da Madeira	Cadastro rede afetada
MEO	Cadastro da rede existente
NOS	Cadastro rede existente
VIA LITORAL	Cadastro rede e equipamentos existentes, vedações e Ponte de São João
ARM	Cadastro rede existente
CM do Funchal	Cadastro rede existente

Conforme é possível observar no quadro anterior, as entidades contactadas através de troca de correspondência, responderam às informações solicitadas para avaliação da afetação.

Aquando do início dos trabalhos deverão ser novamente contactadas todas as entidades a fim de se proceder a eventuais atualizações à informação agora apresentada, conforme prática corrente em empreitadas semelhantes.

A identificação dos serviços afetados, associados às entidades anteriormente referidas podem ser observadas no desenho 50-RNSA-PE-V1T1-SAF-B e 51-RNSA-PE-V1T1-SAF-B para as redes húmidas, e 52-RNSA-PE-V1T1-SAF-B e 53-RNSA-PE-V1T1-SAF-B para as secas.

10.2 - TIPIFICAÇÃO DAS INFRAESTRUTURAS

De acordo com a informação recolhida e os serviços afetados identificados, tipificaram-se as redes de infraestruturas que poderão ser afetadas pela obra com indicação das respetivas entidades (proprietárias ou concessionárias), do seguinte modo:

- **Infraestruturas Elétricas:** Infraestruturas de Energia Elétrica (baixa) – EEM – Encontram-se em praticamente todas as vias em estudo e são maioritariamente subterrâneas com alguns troços aéreos;
- **Infraestruturas de Abastecimento de Água:** Conduatas de abastecimento de água (CMF) e adutor (ARM) – Tal como a rede elétrica, encontram-se em praticamente todas as vias em estudo;
- **Infraestruturas de Drenagem:** Redes de Drenagem Pluvial – CM Funchal e Via Litoral – encontram-se em praticamente todas as vias em estudo (CMF) e nas ligações da Av. da Madalena à VR1 (Via Litoral);
- **Infraestruturas de Saneamento:** Ramal de Saneamento CM Funchal – Encontram-se em praticamente todas as vias em estudo (CMF)
- **Iluminação Pública** – EEM e Via Litoral;
- **Vedações e muros existentes:** Muros ao longo da Av. da Madalena com especial afetação do lado da Ribeira se São João e Centro de Saúde devido ao rebaixamento da Avenida.
- **Fontanário no Caminho dos Álamos.**
- **Depósito de Gás** junto à Rotunda da Av. da Madalena com o Caminho dos Álamos.

10.3 - REPOSIÇÃO DOS SERVIÇOS AFECTADOS

10.3.1 - Pressupostos de Conceção

Em termos de reposição de serviços afetados estão envolvidos dois tipos de pressupostos que dependem da entidade de exploração das redes de interesse público a repor.

Assim, para as infraestruturas de abastecimento de água e iluminação pública afetada pela zona em estudo, as entidades exploradoras concebem em parceria com o projetista, soluções de acordo com os estatutos das entidades exploradoras, havendo lugar à sua contabilização com o projeto apresentado no presente Volume 1 – Tomo 5 e Tomo 6 correspondentemente.

As Infraestruturas Elétricas (baixa tensão) e de Telecomunicações são na sua generalidade subterrâneas. Há, no entanto, pequenos troços que envolvem traçados aéreos que deverão ser removidos e transitados para redes subterrâneas.

Entre o ramo CS e a Rotunda 1, deverão prever-se infraestruturas subterrâneas novas, considerando os trabalhos a realizar.

Nos dois subcapítulos seguintes apresentam-se uma breve descrição dos trabalhos recomendados

10.3.1.1 -Infraestruturas Elétricas

A rede de iluminação pública afetada está representada nas plantas de iluminação, com as respetivas intervenções necessárias.

Na Avenida da Madalena, entre a rotunda existente e a rotunda 2, todas as infraestruturas de média e baixa tensão deverão ser ajustadas ao novo traçado da via, devendo as caixas de visita existentes na via passar para o novo passeio a construir. A rede de tubagem deverá ser enterrada à profundidade regulamentar.

Na rotunda 1, o armário de distribuição da rede de distribuição de baixa tensão (SA 0620) tem de ser reposicionado para a berma de forma a não entrar em conflito com a rotunda.

Na rotunda 2, as caixas de visita que ficam na via deverão passar para o passeio/berma, com o ajuste das respetivas redes de tubagens e cabos.

Na rotunda 3, a rede de distribuição de baixa tensão aérea existente deverá ser substituída por uma rede enterrada. A rede de distribuição deverá ser composta por 2 tubos de 125 mm no troço subterrâneo. A rede subterrânea existente deverá ser ajustada para que as caixas de visita fiquem instaladas no passeio ou berma.

10.3.1.2 -Infraestruturas de Telecomunicações

Na Avenida da Madalena, entre a rotunda existente e a rotunda 2, todas as infraestruturas de telecomunicações deverão ser ajustadas ao novo traçado da via, devendo as caixas de visita existentes no meio da via passar para o novo passeio a construir. A rede de tubagem deverá ser enterrada à profundidade regulamentar. Deverá averiguar-se a necessidade dos cabos dos traçados aéreos da operadora MEO, com o objetivo de retirar esses troços em conflito com o novo traçado da via.

Na rotunda 2, dever-se-á criar uma rede de caixas e tubagem para passar a rede aérea existente da operadora MEO para subterrâneo.

Na rotunda 3, as câmaras de visita deverão passar para o centro da rotunda e para os passeios ou bermas com o respetivo ajuste da rede de tubagem existente.

Nas redes subterrâneas a construir, deverão ser previstas caixas de passagem do tipo CVR2 interligadas por 3 tubos de diâmetro 110mm e um tritubo de 40mm.

10.3.1.3 -Infraestruturas de Gás

Conforme referido anteriormente, existe um depósito de gás junto à rotunda existente entre a Av. da Madalena e o Caminho dos Álamos. Este depósito deverá ser protegido para materialização do passeio conforme com a largura definida no projeto.

Caso não seja possível, deverá ser proposto um local alternativo para instalação do mesmo.

10.3.1.4 -Outros serviços afetados

Para os restantes serviços identificados, os pressupostos a ter em conta são os que normalmente se adotam, mas que requerem de validação das entidades exploradoras e cujo presente projeto apresenta uma estimativa orçamental para reposição dos referidos serviços.

Os desvios dos serviços afetados terão, sempre que possível, soluções sem necessidade de desvios provisórios. Serão privilegiadas as soluções em que as redes executadas no início da obra possam constituir os desvios definitivos.

No que diz respeito às infraestruturas de abastecimento de água e de energia elétrica, salienta-se a necessidade de manter o serviço de fornecimento sem interrupções significativas, pelo que a construção do desvio, de caráter definitivo, deverá ser efetuada com a atual serviço em funcionamento. Após construção do desvio, deverá proceder-se à ligação com existente, de modo que a interrupção do serviço seja pontual.

As soluções apresentadas, devem dar maior importância aos custos sociais associados às intervenções, nomeadamente o tempo de interrupção de serviço nas redes ou localização dos traçados em locais de passagem de pessoas ou veículos.

Sem prejuízo das indicações e recomendações de cada entidade exploradora, indicam-se nos capítulos seguintes os pressupostos genéricos para a reposição dos serviços afetados.

10.3.2 - Reposição em Planta

Os princípios básicos que deverão orientar a reposição dos traçados em planta dos serviços afetados são os seguintes:

- Os atravessamentos serão preferencialmente efetuados perpendicularmente às vias;
- Os traçados deverão ser evitados em zonas de escavação;
- Sempre que se afigurar mais conveniente serão efetuados traçados paralelos às vias procurando uma zona de atravessamento mais favorável;
- Serão preferencialmente escolhidos os traçados coincidentes com os restabelecimentos;
- Será sempre feita a compatibilização com as infraestruturas existentes e a construir;
- Levar-se-á em conta outros aspetos particulares, inerentes a cada caso.

10.3.3 - Reposição em Perfil Longitudinal

A reposição dos traçados dos serviços afetados terá em consideração nas condições de instalação em perfil o seguinte:

- Minimizar alturas de escavação e de aterro;
- Ter atenção às situações com grandes recobrimentos de terreno ou sobrecargas, obrigando a reforçar e proteger os tubos;
- Ter atenção às situações com sobrecargas face a recobrimentos pequenos, obrigando a proteger os tubos;
- Estudar o traçado em perfil de modo a minimizar a instalação de órgãos acessórios ou complementares;
- Outros aspetos particulares.

10.3.4 - Condicionalismos Técnicos

Os condicionalismos técnicos das condutas, coletores e cablagem a restabelecer deverá ter em consideração os seguintes aspetos:

- Manter ou aumentar o diâmetro das condutas a desviar;
- Garantir a viabilidade das ligações atuais e permitir ligações futuras;
- Garantir a inclinação mínima de 0,5% e um recobrimento mínimo da ordem de 1 m. Se o recobrimento for inferior, deverá ser prevista uma proteção da conduta dimensionada de acordo com a carga exterior no pavimento;
- Os materiais preconizados serão, em princípio, os definidos pelas entidades envolvidas;
- Manter a capacidade de escoamento dos coletores existentes.

11 - MEDIÇÕES DETALHADAS E RESUMO GERAL DE MEDIÇÕES

No Anexo II são apresentados os mapas das medições detalhadas das especialidades a que se refere a presente Memória Descritiva e Justificativa, integrando o Anexo III o Resumo Geral de Medições.

No Tomo 5 do Volume 4 – Diversos, são apresentadas as medições detalhadas de todas as especialidades que integram o Projeto de Execução, assim como o respetivo Resumo Geral de Medições global.

12 - PRAZO DE DURAÇÃO DA EMPREITADA

Estima-se que o período de execução dos trabalhos previstos no Resumo Geral de Medições tenha uma duração máxima 720 dias a contar da data de consignação da empreitada.

13 - VIDA ÚTIL DA OBRA

O período de vida útil estimado é o seguinte para a diferentes especialidades:

- Terraplenagens, Órgãos de Drenagem Longitudinal,
Sinalização e Equipamento de Segurança 20 anos
- Pavimentação – Pavimentos Novos 20 anos
Beneficiação de Pavimentos Existentes 10 anos
- Infraestruturas Elétricas, de Iluminação e de Telecomunicações 20 anos
- Obras de Contenção e Órgãos de Drenagem Transversal 50 anos
- Obras de arte 50 anos

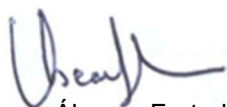
14 - SEGURANÇA EM PROJETO

Com o objetivo de garantir a futura segurança e a proteção da saúde de todos os intervenientes no estaleiro, bem como na utilização da obra e noutras intervenções posteriores, o Autor do Projeto / Equipa de Projeto teve desde já em consideração a necessidade de implementação dos princípios gerais de prevenção de riscos profissionais consagrados no regime aplicável em matéria de segurança, higiene e saúde no trabalho, nomeadamente:

- Evitar os riscos.
- Planificar a prevenção como um sistema coerente que integre a evolução técnica, a organização do trabalho, as condições de trabalho, as relações sociais e a influência dos fatores ambientais;
- Identificação dos riscos previsíveis em todas as atividades da empresa, estabelecimento ou serviço, na conceção ou construção de instalações, de locais e processos de trabalho, assim como na seleção de equipamentos, substâncias e produtos, com vista à eliminação dos mesmos ou, quando esta seja inviável, à redução dos seus efeitos;
- Integração da avaliação dos riscos para a segurança e a saúde do trabalhador no conjunto das atividades da empresa, estabelecimento ou serviço, devendo adotar as medidas adequadas de proteção;
- Combate aos riscos na origem, por forma a eliminar ou reduzir a exposição e aumentar os níveis de proteção;
- Assegurar, nos locais de trabalho, que as exposições aos agentes químicos, físicos e biológicos e aos fatores de risco psicossociais não constituem risco para a segurança e saúde do trabalhador;
- Adaptação do trabalho ao homem, especialmente no que se refere à conceção dos postos de trabalho, à escolha de equipamentos de trabalho e aos métodos de trabalho e produção, com vista a, nomeadamente, atenuar o trabalho monótono e o trabalho repetitivo e reduzir os riscos psicossociais;
- Adaptação ao estado de evolução da técnica, bem como a novas formas de organização do trabalho;
- Substituição do que é perigoso pelo que é isento de perigo ou menos perigoso;

- Priorização das medidas de proteção coletiva em relação às medidas de proteção individual;
- Elaboração e divulgação de instruções compreensíveis e adequadas à atividade desenvolvida pelo trabalhador.

Lisboa, maio de 2023



Óscar Álvares Furtado
(Eng.º Civil)
Membro n.º 22575 da OE



Diogo Bernardo do Carmo
(Eng.º Civil)
Membro n.º 16209 da OET