

***PROJETO DE EXECUÇÃO PARA REQUALIFICAÇÃO E VALORIZAÇÃO
DO “SÍTIO” DA BARRINHA DE ESMORIZ***



Vol. 1 - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

Tomo 4 – PERCURSOS E ZONAS DE ESTADA E LAZER

3ª FASE – PROJETO DE EXECUÇÃO

DOCUMENTO PRA.007.PAI.PE.MM_PZ

PROJECTO DE EXECUÇÃO PARA REQUALIFICAÇÃO E VALORIZAÇÃO DO “SÍTIO” DA BARRINHA DE ESMORIZ

Vol. 1 - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

Tomo 4 – PERCURSOS E ZONAS DE ESTADA E LAZER

3ª FASE – PROJECTO DE EXECUÇÃO

ÍNDICE



PEÇAS ESCRITAS

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. PERCURSOS E ZONAS DE ESTADA E LAZER.....	1
2.1 Enquadramento e objetivos do projeto	1
2.2 Critérios adotados.....	2
2.3 Percursos	3
2.4 Zonas de Estada e Lazer	4
3. PONTES - ESTRUTURAS.....	6
3.1 Pontes Curvas	6
3.2 Ponte sobre a Barrinha	7
3.3 Fundações	8
3.4 Demonstração de que as pontes a efetuar sobre a Barrinha e as linhas de água afluentes não prejudicam as normais condições de escoamento das massas de água em causa,	13
4. CAIS FLUTUANTE	13
5. MOBILIÁRIO URBANO E SINALÉTICA	14
6. INFRAESTRUTURAS DE APOIO – PARQUES DE ESTACIONAMENTO.....	18
6.1 Parque de estacionamento de Espinho	18
6.2 Parque de estacionamento da estação de caminho-de-ferro	18
6.3 Parque de estacionamento do recinto da feira	19
6.4 Drenagem	20

ANEXO 1 – Estudo das condições de propagação de cheias na Barrinha de Esmoriz e linhas de água afluentes

ANEXO 2 – Cálculos relativos ao dimensionamento da rede de drenagem

PEÇAS DESENHADAS

- Planta de Condicionantes em Obra. Planta PRA.007.PAI.PE.PL-000
- Plano Geral. Planta PRA.007.PAI.PE.PL-001
- Plano de Modelação. Planta (folhas 1 a 4). PRA.007.PAI.PE.PL-002
- Planta Geral de Pavimentos e Pormenores. Planta e Pormenores PRA.007.CLV.PE.PM-001
- Plano de Mobiliário Urbano e Sinalética. Planta e Pormenores PRA.007.MUR.PE.PL-001
- Estruturas - Cais flutuante, Observatório e Telheiros. Planta e Pormenores PRA.007.MUR.PE.PL-002
- Estruturas - Pontes. Planta e Pormenores PRA.007.PON.PE.PL-001
- Pontes. Bases de assentamento. Localização e Pormenores PRA.007.PON.PE.PL-002
- Pontes. Perfis PRA.007.PON.PE.PF-001
- Plano Geral dos Estacionamentos. Planta PRA.007.EST.PE.PL-001
- Plano de Pavimentos, Remates, Mobiliário urbano e Pormenores. Planta e Pormenores .. PRA.007.EST.PE.PL-002
- Plano de Plantação de árvores e arbustos (Estacionamentos). Pormenores PRA.007.EST.PE.PM-003
- Iluminação dos Parques de Estacionamento. Planta e Pormenores PRA.007.RIL.PE.PL-001
- Drenagem dos Parques de Estacionamento. Pormenores PRA.007.RAP.PE.PM-001

1. INTRODUÇÃO

O presente Projeto de Execução diz respeito à construção de percursos e de zonas de apoio e de estadia ao longo da BARRINHA DE ESMORIZ, incluindo o seu correto enquadramento paisagístico, com a introdução das componentes educacional e ambiental, quanto aos recursos florísticos e faunísticos aí existentes, bem como a disponibilização de informação referente ao Património Cultural de forma a valorizar a identidade do local.

2. PERCURSOS E ZONAS DE ESTADA E LAZER

2.1 Enquadramento e objetivos do projeto

A área de intervenção está inserida no Sítio de Importância Comunitária (SIC) da Barrinha de Esmoriz. Pretende-se com os percursos e áreas de estada e lazer propostos sensibilizar e educar a população para os valores naturais e patrimoniais presentes e para a sua preservação. Este objetivo será potenciado pela presença destas infraestruturas ao longo da Barrinha de Esmoriz, articuladas com as áreas urbanas e passadiços existentes. Assim, pretende-se promover e valorizar as utilizações de recreio, valor cultural e de fruição ambiental.

A prossecução desses objetivos é alcançada com a execução das intervenções/ações seguintes:

- Percurso pedonal e ciclável em torno da zona húmida, com potencial para observação da avifauna e de outros valores biológicos e paisagísticos, interligando-se com a rede de ciclovias existentes e previstas pelos Municípios onde se insere o presente projeto (Espinho e Ovar);
- Mobiliário urbano e estruturas de observação da Avifauna;
- Pontes de atravessamento da Barrinha, da vala de Maceda e Rio Lamas;
- Pequeno cais para uma embarcação não motorizada, para monitorização/visitação da zona húmida;
- Espaço de estadia e estacionamento – a Norte (Concelho de Espinho), que permita a estada das pessoas com a instalação de estrutura de ensombramento e equipamentos de informação e acolhimento dos visitantes;
- Espaço de estacionamento – na zona da estação de comboios (Concelho de Ovar), que permita a estada das pessoas e instalação de equipamentos de informação e acolhimento dos visitantes;
- Espaço de estadia e estacionamento – a Sul (Concelho de Ovar), que permita a estada das pessoas com a instalação de estrutura de ensombramento e equipamentos de informação e acolhimento dos visitantes.

2.2 Critérios adotados

O projeto de percursos visa uma articulação do Programa Polis Litoral Ria de Aveiro com os percursos e estratégias definidos neste domínio pelos concelhos onde está integrada a área de intervenção, concretamente, concelhos de Ovar e de Espinho.

A rede de percursos articular-se-á com a rede municipal de ciclovias e com a estação de comboio. Os percursos são mistos e combinam a circulação pedonal e ciclável, variando entre pavimento assente sobre o terreno, ou estruturas sobrelevadas, nomeadamente passadiços em madeira, dependendo da cota de implantação e dos níveis de máxima cheia. Estas estruturas serão mais dominantes na área húmida da Barrinha de Esmoriz.



Foto 1 - Exemplo de passadiço em madeira com guarda em corda de sisal

Os percursos estão articulados com estruturas existentes e previstas, nomeadamente com 1 observatório de avifauna, e 2 pátios, localizados a Norte e a Sul, no início dos percursos propostos. Ao longo dos percursos propõe-se a instalação de mobiliário urbano de apoio, incluindo painéis informativos. Propõe-se, ainda, um pequeno cais para uma embarcação não motorizada, para monitorização/visitação da zona húmida.

Na zona de atravessamento da Barrinha, a passagem será feita através de uma ponte em madeira, que liga as duas margens.

Os percursos propostos serão enquadrados na iniciativa nacional do ICNF – Iniciativa Natureza para Todos – onde se pretende que todos os cidadãos tenham acesso, mesmo os de mobilidade reduzida. Os percursos serão “contidos” de modo a dissuadir os seus utilizadores de ocupação/pisoteio das áreas naturais presentes.

Os percursos terão uma largura de 2,0m.

Foram ainda criadas três áreas de estacionamento, junto ao aeródromo de Espinho, na rua junto à estação e no local de feiras do Concelho de Ovar. As áreas de estacionamento pretendem potenciar a circulação pedonal, ordenar o estacionamento automóvel e diminuir a pressão automóvel sobre as praias.

2.3 Percursos

2.3.1 Rede Fundamental

Os percursos propostos têm como objetivo a vivência do espaço e a circulação na área de intervenção. Os percursos serão executados em materiais com a máxima capacidade de permeabilidade e de durabilidade, adaptadas à topografia do local, tendo em conta a utilização.

A rede fundamental de percursos, mista, é constituída pelos seguintes troços:

- Ligação à ciclovia proposta de Ovar, com um percurso paralelo à zona da feira, contornando a zona urbana, e que se estende à Travessa da Barrinha, confinando com um percurso já existente. O presente percurso é em passadiço de madeira sobrelevado, com guarda em corda de sisal, e com cotas sempre acima da cota de cheia quando ocorre o fecho do dique-fusível, à cota proposta no Plano de Gestão Controlada daquela infraestrutura- 3,2m NMM. É proposto também um pequeno troço junto às habitações em saibro estabilizado com tom areia, de modo a integrar-se melhor na paisagem envolvente, reduzir a emissão de poeiras e a sua manutenção. O remate desse pavimento será em ripas de madeira, de modo a favorecer uma melhor integração do mesmo na envolvente. A presente solução dá resposta às condicionantes nº 19 e 23 da Declaração de Impacte Ambiental (DIA);
- Passadiço sobrelevado a ladear a zona poente da Barrinha, no concelho de Ovar, que articula a zona de praia, passadiço existente, com a zona de atravessamento da Barrinha pelo lado poente, sempre ao longo da sua margem, próxima do dique fusível. O presente percurso é em passadiço de madeira sobrelevado, com guarda em corda de sisal, e com cotas sempre acima das cotas de cheia (quando ocorre o fecho do dique-fusível, à cota proposta no Plano de Gestão Controlada daquela infraestrutura);
- Percurso sobrelevado que liga, através de uma ponte de atravessamento da Barrinha, a um percurso no concelho de Espinho. O presente percurso é em passadiço de madeira sobrelevado, com guarda em madeira, e com cotas sempre acima das cotas de cheia. A ponte que atravessa a Barrinha consiste num equipamento fixo em estrutura lamelada, com um vão de 38m sem pilares, assente nas margens em fundações de betão cravadas com micro-estacas. O assentamento da referida ponte apresenta um afastamento de 4 m face às estruturas da antiga ponte, de 1854, de modo a manter a sua preservação e não interferir com a tipologia da REN - lagoa. A presente solução dá resposta às condicionantes nº 17 e 18 da Declaração de Impacte Ambiental (DIA);

- Percurso de acesso à praia no Concelho de Espinho, constituído por um passadiço sobrelevado em madeira, com guarda em corda de sisal e guarda de madeira, e que prevê a ligação do passadiço existente e construído do Concelho de Espinho à praia. Este passadiço é perpendicular à linha de costa e tem, entre outros objetivos, evitar o pisoteio das dunas. A presente solução dá resposta à condicionante nº 14 da Declaração de Impacte Ambiental (DIA);

Como referido anteriormente, ao longo do percurso será efetuado um atravessamento sobre a vala de Maceda, através de 1 ponte em arco lamelada pré-fabricada, com 13.5m de comprimento, assente nas margens em fundações de betão cravadas com micro-estacas.

2.3.2 Troço a nascente da Barrinha

Propõe-se ainda um percurso no troço nascente da Barrinha, sempre em passadiço sobrelevado, com guarda em corda de sisal, e com cotas sempre acima das cotas de cheia (quando ocorre o fecho do dique-fusível, à cota proposta no Plano de Gestão Controlada daquela infraestrutura- 3,2m NMM), que estabelece ligação entre os dois concelhos e a zona de estação de caminho de ferro. Este percurso incluirá duas pontes curvas, que atravessam a vala de Maceda e o Rio Lamas.

À semelhança dos percursos da Rede Fundamental, trata-se de um percurso misto, com uma largura de 2,0m.

2.4 Zonas de Estada e Lazer

2.4.1 Zonas de acolhimento

Nesta fase, optou-se por marcar as entradas nos percursos, através da colocação de Pórticos de Entrada. Estes elementos são constituídos por 2 telheiros, pretendendo que funcionem como estruturas de acolhimento e de ensombramento e que marcam a entrada, norte e sul, da Barrinha, em articulação com os percursos.



Foto 2 - Exemplo de telheiro de duas águas em madeira

2.4.2 Observatório de Aves

No âmbito da presente proposta é considerado como elemento adicional aos percursos, um observatório de aves, no Concelho de Ovar.

A referida estrutura será em madeira maciça de pinho, tratada em autoclave e acabada com velatura pigmentada. Constitui uma estrutura fechada com um acesso através de 2 degraus e inclui janelas para observação.

Está a uma cota mais elevada do que o passadiço de modo a ser mais funcional, atendendo à altura da vegetação presente na Barrinha.



Figuras 3 – Observatório de aves em madeira

O caminho de acesso a esta estrutura será em passadiço sobrelevado, com guarda em corda de sisal e com paliçadas laterais em caniços, com cotas sempre acima da cota de 3,2m NMM, com largura de 2,0m. O referido revestimento tem como objetivo a proteção visual das espécies face aos utilizadores e um melhor enquadramento do espaço em que se insere.

3. PONTES - ESTRUTURAS

3.1 Pontes Curvas

Para as pontes curvas, propõe-se uma estrutura em madeira pré-fabricada, com 13,5m de comprimento entre apoios, composta por vigas em arco, em madeira de Pinho Nórdico (casquinha vermelha), que se caracteriza por uma grande estabilidade dimensional, do tipo “Toscca”, ou equivalente, com dimensão de 200 x 1350 cm.

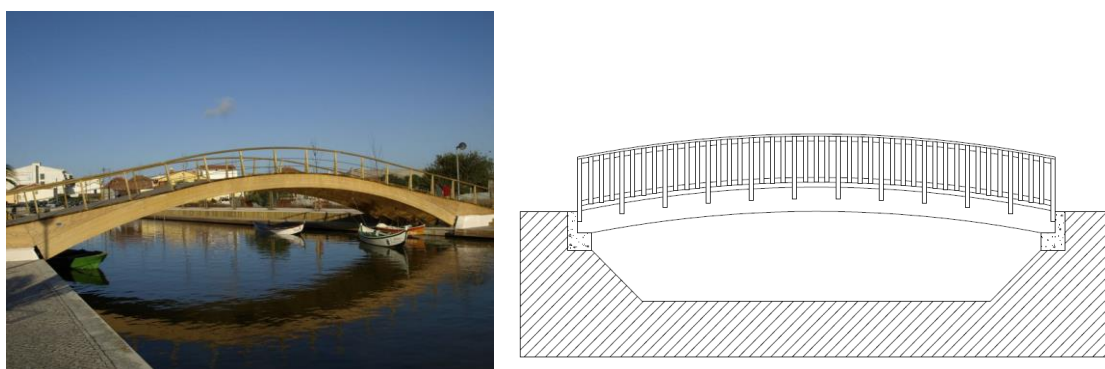


Figura 4 – Exemplo de ponte curva em madeira

As secções da madeira a utilizar nas vigas em curva são calculadas de acordo com o Eurocódigo 5, dimensão da ponte, e tipo de passagem (pedonal). Estas vigas serão em madeira lamelada GL 24 H. A fixação das vigas ao betão é feita por intermédio de conetores metálicos galvanizados estudados para garantir um bom desempenho.

Para reforçar a estrutura pelo interior das vigas são colocados barrote em madeira maciça 14 x 6.5 cm de travamento e evitando a flexão das peças. Por cima das vigas e barrote referidos, é aplicado o deck em madeira maciça de 14 x 2.8 cm.

Os pilares da guarda serão em madeira maciça, de 9 x 9cm numa extremidade e na outra com 6 x 6 cm, e superiormente aos pilares será colocado um corrimão com 9 x 4.5 cm. As fundações são do tipo descrito no ponto 3.3.

3.2 Ponte sobre a Barrinha

Propõe-se uma estrutura de ponte com 38m de comprimento entre apoios, composta por duas vigas em arco de madeira lamelada colada de casquinha vermelha tratada, classe de resistência GL28h, e travessas, travamentos e longarinas em madeira maciça de pinho nacional tratado, classe de resistência C18. O piso é em deck, com largura de 1,40m, de pinho nacional tratado, com junta aberta. A guarda é composta por prumos, travessas e corrimão em madeira maciça de pinho nacional tratado.

As características principais da ponte são:

Secções

Elemento	Secção (mm)
Vigas Principais	210x720
Travessas, afastamento 2,0m	160x320
Travamentos	160x320
Longarinas	100x200
Prumos da guarda, afastamento 1,0m	120x120
Travessas da guarda	30x100
Corrimão da guarda	50x150
Deck	35x140

Ações na Estrutura

- Peso próprio dos elementos de madeira: 420kg/m³
- Sobrecarga de utilização no passadiço: 4,00kN/m² aplicados sobre as travessas
- Vento lateral: 0,97kN/m aplicados ao longo da viga principal
- Sobrecarga de utilização na guarda: 1,50kN/m aplicados ao longo do corrimão



Figuras 5 – Ponte de atravessamento da Barrinha de Esmoriz

3.3 Fundações

3.3.1 *Maciço de betão armado fundado em micro-estacas*

A solução é composta por maciços de fundação, em betão armado, fundados em micro-estacas verticais e inclinadas. A geometria dos maciços e o número de micro-estacas vai ao encontro das dimensões de cada tipo de ponte e do sistema de instalação proposto.

A solução estrutural passa por equilibrar as cargas verticais com micro-estacas verticais, e as cargas horizontais com inclinadas. Dado que todas as pontes apresentadas são em curva, a componente horizontal é significativamente superior à vertical, razão pela qual o número de micro-estacas inclinadas também é superior ao de micro-estacas verticais. Para otimizar a comportamento das micro-estacas inclinadas propõe-se que estas possuam uma inclinação de 45 graus.

Tendo em conta a informação presente no relatório geotécnico, quando ocorre “nega” nas sondagens efetuadas, o número de pancadas SPT obtidas é de 10 pancadas, valor este que se considera baixo. Este facto limita de forma expressiva o atrito lateral que se pode mobilizar nas micro-estacas, levando à colocação de comprimentos elevados nestas.

Nas duas figuras seguintes estão presentes as secções transversais tipo consideradas.

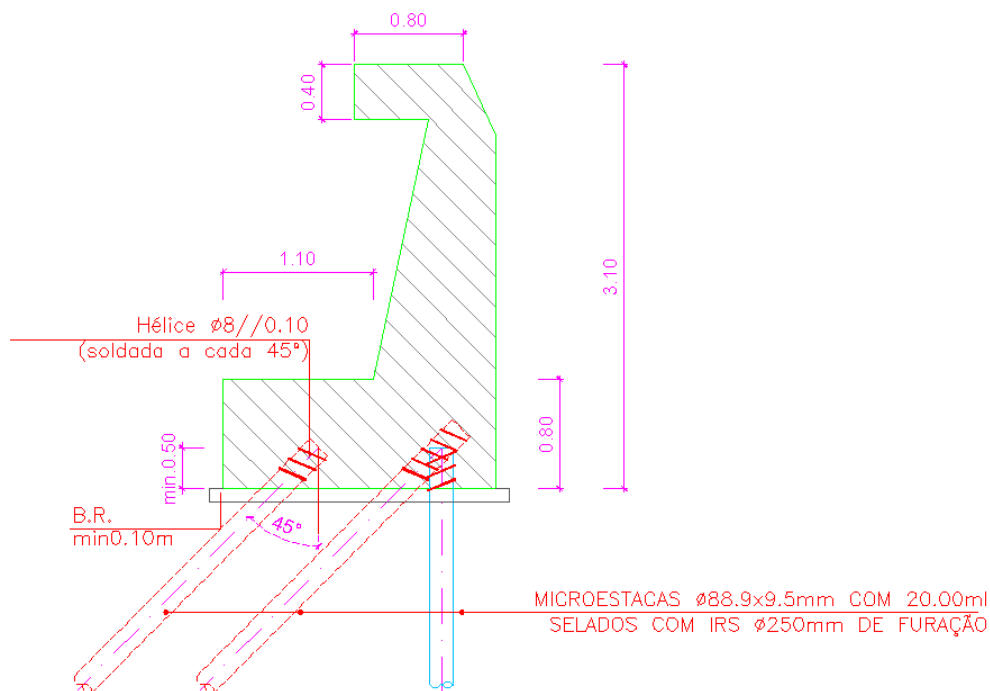


Figura 6 – Corte transversal para fundações indiretas da ponte pedonal até 14,0m de vão

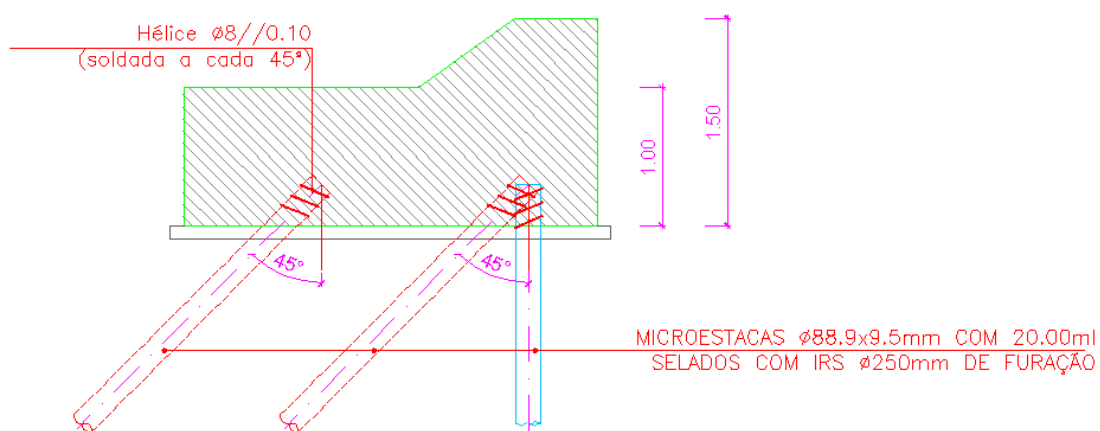


Figura 7 – Corte transversal para fundações indiretas da ponte pedonal até 40m de vão

3.3.2 Faseamento Construtivo

Maciços de betão armado fundados em micro-estacas

Para a construção dos maciços de betão armado, fundados em micro-estacas, propõe-se o seguinte faseamento:

- a) Realização de vistorias e eventual desvio de infraestruturas enterradas localizadas nas zonas de intervenção;
- b) Execução de furos de sondagens complementares, uma por encontro, até ser assegurada uma penetração de 4m no substrato competente (NSPT superior a 40 pancadas).
- c) Execução da plataforma de trabalho para a colocação do equipamento de furação;
- d) Execução das micro-estacas verticais e inclinadas, materializadas por perfis tubulares, em aço N80 (API 5A) Ø88,9x9,5mm, com uniões exteriores na ligação entre troços e hélice na zona de amarração do maciço. Os furos para colocação das micro-estacas deverão apresentar diâmetro mínimo de Ø250mm (10"). A selagem das micro-estacas deverá realizar-se com calda de cimento de características apropriadas, com recurso ao sistema de injeção IRS, recorrendo a válvulas anti-retorno e a obturador duplo;
- e) Execução dos maciços de betão armado;
- f) Instalação e compatibilização das pontes em madeira com os maciços de betão armado.

3.3.3 Materiais

Os materiais que se prevê aplicar na execução da obra são os seguintes:

- **Betão:**

- Regularização e enchimento: EN206-1; C12/15;X0(Pt);S3; Dmax25mm; Cl1.0;
- Maciço de betão armado: EN206-1; C35/45;XC4(Pt);S3; Dmax25mm; Cl0.4;

- **Aço em elementos de betão armado:**

- Armaduras ordinárias, em geral: A500NR
- Tubos metálicos de micro-estacas: N-80 – API5A

- **Aço em elementos de construção metálica:**

- Perfis e chapas: S275 JR (EC3)

No caso particular das soldaduras de elementos de construção metálica, a sua preparação e execução deverá obedecer ao estipulado no REAE (Art. 26º a 37º, 60º e 65º), NP 1515 e Eurocódigo 3.

- **Calda de cimento:**

A calda de cimento que constitui o bolbo de selagem dos perfis metálicos deverá ser injetada através da técnica adequada: IRS (válvulas anti-retorno e obturador duplo) e dispor das seguintes características:

- Injeção de selagem: $A/C = 1/2.5$
- Injeção a alta pressão (>4.0 MPa) $A/C = 1/2.3$
- Resistência à compressão simples (7 dias) 27 MPa
- Cimento CEM I 42.5 R

- **Recobrimento de armaduras:**

- Em geral: 4 cm

3.3.4 Ações

Os maciços de fundação foram dimensionados de acordo com os planos de carga fornecidos pelos respetivos projetistas das pontes com estrutura em madeira, nomeadamente as referidas no ponto 3.2.

3.3.5 Verificação da Segurança

3.3.5.1 Generalidades

Na verificação da segurança dos elementos estruturais e de fundação dimensionados foi adotada a regulamentação nacional e internacional em vigor ou em situações não previstas regulamentarmente, metodologias de cálculo reconhecidamente comprovadas. Este procedimento permitiu a aferição das dimensões médias dos elementos dimensionados, cujos valores se encontram, naturalmente, condicionados pela validade das premissas consideradas.

No caso particular dos bolbos de selagem das micro-estacas, a verificação da segurança associada ao dimensionamento da capacidade de carga do terreno foi efetuada através do método de Bustamente. Trata-se de um método de cálculo que permite quantificar o comprimento de selagem necessário para a mobilização da resistência de atrito que equilibrará as solicitações a transmitir ao terreno. A credibilidade deste método é comprovada pela sua vasta aplicação a nível internacional e pelo facto de ter sido desenvolvido a partir de um grande número de resultados experimentais.

3.3.5.2 Estados Limites Considerados

Com vista ao dimensionamento dos diversos elementos estruturais e de fundação, as ações foram agrupadas nas seguintes combinações:

- Estados limites últimos: Combinações fundamentais de ações;
- Estados limites de utilização: Combinações raras de ações.

Para a verificação da segurança aos estados limites referidos, foram considerados valores dos coeficientes parciais de segurança relativos às ações, de acordo com o estipulado no RSA, e aos materiais, segundo os regulamentos correspondentes a cada um destes. Neste âmbito, foram efetuadas as verificações a seguir indicadas:

Verificações da estabilidade interna do maciço de betão armado:

- Estado limite último de resistência à flexão;
- Estado limite último de resistência ao esforço transversal.

Micro-estacas (perfis metálicos verticais e inclinados)

- Estado limite último de resistência ao esforço normal;
- Estado limite último de resistência ao esforço transversal;
- Estado limite último de resistência à flexão;
- Estado limite último de capacidade de carga do terreno.

3.3.6 Regulamentação

No presente estudo foi adotada a regulamentação e especificações em vigor, nomeadamente:

- RSA: Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes;
- R.E.B.A.P.: Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado;
- NP EN 206 – Norma Europeia – Betão – Comportamento, Produção, Colocação e Critérios de Conformidade;
- EN 1992: Eurocódigo 2 – Projeto de Estruturas de Betão Armado;
- EN 1993: Eurocódigo 3 – Projeto de Estruturas Metálicas;
- EN 1997: Eurocódigo 7 – Projeto de Estruturas Geotécnicas;
- EN 14199 – Execution of Special Geotechnical Work – Micropiles;

3.3.7 **Considerações Finais**

Conforme prática corrente em intervenções com o enquadramento, a complexidade e o histórico da presente, todos os pressupostos e todos os elementos de base considerados no presente projeto documento deverão ser confirmados em fase de obra. Caso algum destes pressupostos ou elementos não se venha a confirmar, deverão ser averiguadas as suas consequências na segurança da obra e das zona envolventes e, se justificável, deverão ser efetuadas as necessárias revisões às soluções agora apresentadas. Neste âmbito, consideram-se importantes os seguintes aspetos:

- a) Face à existência de zonas com baixa resistência em profundidade, recomenda-se que em fase de obra se confirmem as características do terreno nas zonas efetivamente interessadas para as fundações indiretas, de preferência através da realização de uma campanha de prospeção que inclua a realização de furos de sondagem, até à intersecção do maciço competente, sob cada encontro.
- b) Atendendo ao carácter semi-empírico do cálculo das micro-estacas, o comprimento dos respetivos bolbos de selagem deve apenas ser considerado como indicativo e confirmado durante os trabalhos de furação. O comprimento total das micro-estacas deverá permitir que os respetivos bolbos de selagem se localizem em terrenos competentes e geologicamente estáveis.

3.4 **Demonstração de que as pontes a efetuar sobre a Barrinha e as linhas de água afluentes não prejudicam as normais condições de escoamento das massas de água em causa,**

Na sequência do solicitado nos Elementos a apresentar, nº 6, da Declaração de Impacte Ambiental (DIA), apresenta-se, no Anexo 1, o Estudo das condições de propagação de cheias na Barrinha de Esmoriz e linhas de água afluentes.

Os resultados deste estudo serviram de base ao estabelecimento das cotas dos encontros das pontes previstas, no pressuposto de salvaguarda de submersão destas estruturas (à exceção da ponte de ligação ao parque de estacionamento de Ovar), tal como representado na peça desenhada PRA.007.PON.PE.PF-001.

4. **CAIS FLUTUANTE**

É proposto um cais flutuante, para uma pequena embarcação, não motorizada, para monitorização/visitação da zona húmida. Trata-se de uma estrutura em madeira de pinho nórdico, com passadiço de 400 x 225 cm, ponte de acesso de 500 x 100 cm, com corrimão, e sistema de amarração.



Figura 8 – Cais flutuante e pontão de acesso

5. MOBILIÁRIO URBANO E SINALÉTICA

Em termos de mobiliário urbano são propostos os seguintes equipamentos:

Estacionamento de Bicicletas, que consiste num suporte de bicicletas em madeira do tipo "Carmo", ou equivalente, Refª 2450 (295x50x40cm), conforme desenho abaixo.



Figura 9 – Exemplo de Estacionamento de bicicletas

Papeleiras, que consiste numa Papeleira rústica em madeira de pinho (cor natural), do tipo “Fundicion ductil Benito”, ou equivalente.



Figura 10 – Exemplo de Papeleira

Ecoponto, que consiste numa Papeleira em madeira de pinho (“pinus yellow pine”), do tipo “Bricatel”, ou equivalente.



Figura 11 – Exemplo de Ecoponto

Propõe-se ainda bancos nórdicos em madeira de pinho, do tipo “Fundicion ductil Benito, ou equivalente.



Figura 12 – Exemplo de Banco

A sinalética proposta teve em atenção a localização do projeto e a Portaria nº 257/2011, de 12 de julho, que refere que a "sinalização para efeitos de identificação e informação relativa à conservação da natureza e da biodiversidade no âmbito das áreas protegidas consta de modelos próprios a aprovar por portaria do membro do Governo responsável pela área do ambiente".

Assim, de modo a dar resposta à respetiva portaria propõe-se a seguinte sinalética:

- ✓ Borne MISTRAL e Bornes de interpretação, em madeira de pinho tratada em autoclave, conforme desenho:



Figura 13 – Exemplos de sinalética

- ✓ Setas e postes em madeira de pinho tratada em autoclave.



Figura 14 – Exemplos de sinalética (setas e postes)

- ✓ Mesas de orientação em madeira de pinho tratada em autoclave.



Figura 15 – Exemplos de sinalética (mesas de orientação)

Refere-se que os painéis informativos terão um conteúdo que versa não só os valores naturais da Barrinha, mas também os valores patrimoniais, dando assim resposta à medida 37 da DIA. A localização destes painéis obedece também ao aí referido.

6. INFRAESTRUTURAS DE APOIO – PARQUES DE ESTACIONAMENTO

As áreas de estacionamento pretendem potenciar a circulação pedonal, ordenar o estacionamento automóvel e diminuir a pressão automóvel sobre as praias. Assim, como infraestruturas de apoio, foram estudadas áreas de estacionamento junto ao pórtico de entrada no Concelho de Espinho, na rua junto à estação e no local de feiras, no Concelho de Ovar. De seguida são apresentados os três parques de estacionamento propostos. As soluções adotadas pretendem dar resposta às condicionantes nº 20, 21 e 22 da DIA.

6.1 Parque de estacionamento de Espinho

No Concelho de Espinho, na proximidade do aeródromo, propõe-se a criação de uma área de estacionamento, para 8 automóveis, bem como uma zona de estar sobre-elevada em deck, de madeira com a colocação de uma estrutura de ensombramento e sinalética.

Os estacionamentos serão em grelhas de enrelvamento, com enchimento em material drenante. No referido espaço propõe-se a marcação de lugares de estacionamento, com fiada simples de cubo de granito.

Propõe-se ainda a plantação de árvores - Amoreira - que estão bem adaptadas ao local, dando um maior enquadramento paisagístico ao presente espaço.

O projeto de iluminação teve em atenção a localização do presente projeto e assegura uma iluminação enquadrada e pouco intrusiva. A solução estudada, e proposta, baseia-se num nível de iluminação, aconselhado para este tipo de espaços exteriores, de cerca de 10 Lux.

Assim, propõe-se a instalação de colunas metálicas, com 8m de altura útil, equipadas no topo com luminárias adequadas.

6.2 Parque de estacionamento da estação de caminho-de-ferro

No Concelho de Ovar propõe-se a criação de uma zona de acesso, estadia e estacionamento, na Rua da Estação de Caminho-de-ferro, para 10 automóveis.

O troço de acesso ao estacionamento será num pavimento Unidecor desativado, que tem uma cor idêntica ao terreno existente, permitindo uma melhor integração do mesmo.

Os estacionamento serão em grelhas de enrelvamento, com enchimento em material drenante. No referido espaço propõe-se a marcação de lugares de estacionamento, com fiada simples de cubo de granito.

Propõe-se ainda a plantação de árvores - Amoreira - que estão bem adaptadas ao local, dando um maior enquadramento paisagístico ao presente espaço.

Para a iluminação do parque de estacionamento, o respetivo projeto teve em atenção a zona onde se localiza, assegurando uma iluminação enquadrada e pouco intrusiva.

A solução proposta baseia-se num nível de iluminação, aconselhado para este tipo de espaços exteriores, de cerca de 10 Lux. Assim, propõe-se a instalação de colunas metálicas, com 8m de altura útil, equipadas no topo, com luminárias adequadas.

6.3 Parque de estacionamento do recinto da feira

No Concelho de Ovar propõe-se a demolição de uma parte do recinto da feira, mais próximo da via principal, e mais afastado da Barrinha, e a execução de uma via de acesso e estacionamento. Propõe-se ainda uma ligação pedonal, sobre a Vala da Maceda, através de uma ponte curva, que liga esta zona de estacionamento ao percurso proposto e ao Pórtico de entrada no Percurso sobre a Barrinha de Esmoriz.

O troço de acesso e a zona de estacionamento de autocarros será num pavimento Unidecor desativado, que tem uma cor idêntica ao terreno existente, permitindo uma melhor integração do mesmo.

Os estacionamento serão em grelhas de enrelvamento, com enchimento em material drenante. No referido espaço propõe-se a marcação de lugares de estacionamento, com fiada simples de cubo de granito.

Propõe-se ainda a plantação de árvores - Amoreira e Bétulas - que estão bem adaptadas ao local e darão um maior enquadramento paisagístico ao presente espaço. É também prevista a plantação de sub-arbustos em canteiros, de forma a por um lado introduzir um elemento de cor nesta área e por outro aumentar a permeabilidade desta zona.

Para a iluminação do parque de estacionamento, o projeto de iluminação teve em atenção a zona onde se localiza, assegurando uma iluminação enquadrada e pouco intrusiva.

A solução proposta baseia-se num nível de iluminação, aconselhado para este tipo de espaços exteriores, de cerca de 10 Lux. Assim, propõe-se a instalação de colunas metálicas, com 8m de altura útil, equipadas no topo, com luminárias adequadas.

A coluna metálica proposta, mais próxima da coluna existente que se pretende manter, poderá ser prescindida. Parte-se do pressuposto de que, apesar da altura da coluna existente ser maior, os projetores nela instalados garantirão um nível de iluminação local homogéneo.

A coluna metálica existente, a manter-se, será integrada na rede de iluminação pública agora proposta.

6.4 Drenagem

6.4.1 Considerações prévias

Os estacionamento propostos para o Concelho de Ovar serão alvo de uma drenagem recorrendo à colocação de sumidouros que serão ligados a caixas de visita que, por sua vez, farão a descarga do efluente diretamente na linha de água mais próxima, ou com ligação ao coletor municipal pluvial mais próximo, com exceção do parque de estacionamento de Espinho que será munido de uma drenagem natural.

Para a elaboração deste estudo tomaram-se como dados de base:

- *O projeto de Arquitetura Paisagista;*
- *Regulamentação – Dec. Regulamentar 23/95 de 23 de Agosto de 1995 + R.G.C.E;*
- *Informações disponibilizadas pelos Serviços Municipalizados.*

Em tudo o que for omissos, deverá cumprir-se o estipulado nas Normas e Regulamentos oficiais em vigor.

6.4.2 Descrição geral da Rede de Águas Residuais Pluviais

O presente projeto destina-se a drenar os estacionamento acima citados, obedecendo aos seguintes condicionamentos:

- Na presente fase, prevê-se um sistema de infraestruturas de drenagem, de funcionamento separativo, para recolha e condução dos caudais pluviais drenados;
- O sistema para os caudais residuais pluviais tem por objetivo drenar estes caudais, gerados na área de construção dos parques de estacionamento;
- O traçado da rede em planta tem de respeitar as outras infraestruturas subterrâneas, tais como as do sistema de distribuição de água, gás, eletricidade, telefones, etc.
- A limitação da velocidade de escoamento tem o objetivo de impedir a erosão das caixas de visita e da soleira dos coletores. Como se verificará mais adiante, é, ainda, usual impor, limites máximos e mínimos para as inclinações dos coletores por razões construtivas e funcionais.

6.4.3 Implantação da Rede

- Nos arruamentos urbanos a implantação dos coletores deve fazer-se no eixo da via pública;
- Para minimizar os riscos de ligações indevidas de redes ou ramais, sempre que for o caso, deve adotar-se a regra de implantar o coletor pluvial à esquerda do coletor doméstico, no sentido do escoamento.

6.4.4 Dimensionamento da Rede

6.4.4.1 Opções Fundamentais e Princípios Utilizados

Esta rede é composta por um sistema de drenagem constituído por uma rede de coletores intercalados por câmaras de visita, às quais estão ligados os ramais dos sumidouros de drenagem dos arruamentos e pavimentos.

Admite-se que os ramais sejam executados durante a construção das redes de drenagem, para evitar posteriores intervenções nos pavimentos.

Em função da topografia, da modulação projetada para as áreas a drenar, prevê-se que os caudais pluviais tenham como ponto de desembarçamento as diversas linhas de água existentes nas imediações ou caixas de redes já existentes.

O sistema de drenagem de águas residuais pluviais projetado funcionará de forma gravítica em toda a sua extensão.

Em termos gerais, a rede de drenagem adotada constitui um sistema separativo, constituído por uma série de coletores definidos em alinhamentos retos, ligados entre caixas de visita que lhes garantem um fácil acesso para observação, manutenção e exploração da rede.

A profundidade mínima de assentamento dos coletores adotada, de 1,00m (este valor representa a distância entre o extradorso superior do coletor e o pavimento), é estabelecida em função das ações dinâmicas induzidas pelo tráfego rodoviário e pela legislação em vigor. Dentro da medida do possível, as rasantes manter-se-ão paralelas ao terreno (rasante de projeto da rede viária), por motivos, tanto de funcionamento hidráulico do sistema, como construtivos.

A limitação da velocidade de escoamento tem por objetivo impedir a erosão das caixas de visita e da soleira dos coletores (mais sensível, no entanto, aos caudais permanentes). Finalmente, é usual impor limites máximos e mínimos para as inclinações dos coletores que se respeitam nas alterações introduzidas.

Com a presente rede de drenagem de águas pluviais, prevê-se recolher e canalizar as águas caídas na faixa de rodagem e nos passeios. As águas pluviais de escorrência superficial serão recolhidas por sumidouros, em betão e grelha de ferro ligados ao coletor central que ligará por sua vez à linha de água mais próxima. Os sumidouros serão colocados na bordadura da faixa de rodagem e ligados ao coletor central através de um ramal em PP SN8 CORRUGADO, com inclinação mínima de 2%. Na intersecção do ramal com o coletor existirá uma caixa de visita, constituída por anéis em betão ou em betão armado (consoante o diâmetro do coletor principal e a profundidade da caixa) e tampa em ferro fundido. Quando não seja possível ligar os ramais a estas caixas, dever-se-ão construir caixas cegas.

6.4.4.2 Dimensionamento do Sistema de Coletores

Neste capítulo descreve-se toda a metodologia que serve de base do dimensionamento hidráulico dos coletores da rede de drenagem pluvial.

Entende-se por dimensionamento, o conjunto de procedimentos, ou etapas de cálculo, cuja finalidade é a determinação dos diâmetros e inclinações, de cada um dos coletores que constituem a rede, de forma a assegurar o transporte dos caudais de cálculo previstos, de acordo com determinados critérios hidráulicos pré-estabelecidos e devidamente enunciados.

No dimensionamento podem considerar-se, em regra, três etapas fundamentais:

- Definição dos elementos de base.
- Cálculo dos caudais de projeto.
- Verificação do comportamento hidráulico dos coletores.

As duas últimas são abordadas em conjunto, uma vez que as condicionantes impostas no dimensionamento compreendem a verificação do comportamento hidráulico dos coletores.

Para a estimativa dos caudais, recorreu-se ao Estudo Hidrológico efetuado para a zona em causa, obtendo-se as seguintes fórmulas de cálculo para períodos de retorno de 10 e 5 anos, respetivamente:

$$I = 290,58 \times t^{(-0.549)} \quad (\text{Período de retorno de 10 anos})$$

$$I = 259,26 \times t^{(-0.562)} \quad (\text{Período de retorno de 5 anos})$$

Consequentemente, adotando-se um tempo de concentração de 10min, obteve-se os seguintes valores de caudais:

Período de Retorno [anos]	Tempo Concentração [min]	Caudal [l/s/m²]
10	10	0,0228
5	10	0,0197

Deste modo, para o dimensionamento dos coletores optou-se desfavoravelmente por um período de retorno de 10 anos.

No Anexo 2 são apresentados os cálculos relativos ao dimensionamento da rede de drenagem.

ANEXO 1

Estudo das condições de propagação de cheias na Barrinha de Esmoriz e linhas de água afluentes

PROJETO DE EXECUÇÃO PARA REQUALIFICAÇÃO E VALORIZAÇÃO DO “SÍTIO” DA BARRINHA DE ESMORIZ

ANEXO 1 – Condições de Propagação de Cheias

ÍNDICE

1. ENQUADRAMENTO E METODOLOGIA.....	1
2. CONDIÇÕES DA SIMULAÇÃO E RESULTADOS	1
2.1 Caudais de cheia afluentes	1
2.2 Cotas das pontes previstas inicialmente.....	2
2.3 Condições de jusante	2
3. CONCLUSÕES.....	7

APÊNDICE – Estudo Hidrológico

1. ENQUADRAMENTO E METODOLOGIA

A presente Nota técnica tem por objeto a análise das condições de propagação de cheia no Rio Lamas e Vala da Maceda nos troços interessados pelo projeto em referência. Visa, nomeadamente, dar resposta ao ponto nº 6 da Declaração de Impacte Ambiental, elementos a entregar em sede de RECAPE.

As condições de propagação foram avaliadas através da aplicação de um modelo de simulação em regime variável, baseado nas equações de Saint-Venant, sendo as equações resolvidas com um método implícito de diferenças finitas do tipo Preissmann. Em cada ponto da malha, são calculados o caudal, altura de água e velocidade do escoamento.

Os cenários de simulação incluíram uma análise das condições de escoamento na situação atual e nas condições futuras de implementação do projeto para cheias com período de retorno de 100 anos e de 20 anos.

2. CONDIÇÕES DA SIMULAÇÃO E RESULTADOS

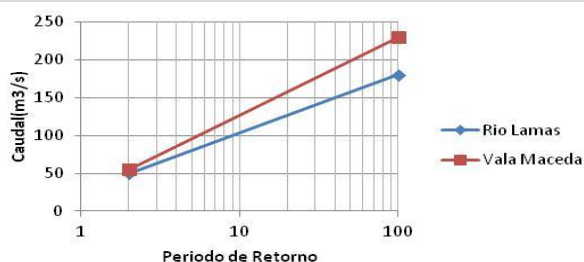
2.1 Caudais de cheia afluentes

A análise foi efetuada tendo por base os hidrogramas de cheia adotados em Ecossistemas - Estudo para a Requalificação e Valorização da Barrinha de Esmoriz. Relatório (VER. 2). Como apêndice a este documento, apresenta-se o estudo hidrológico (capítulo 3) elaborado no âmbito do Estudo acima referido.

Foi simulada a propagação dos caudais centenários e os correspondentes à propagação de uma cheia com período de retorno de 20 anos.

Período de retorno	Caudais de ponta de cheia [m³/s]	
	Vala Maceda	Rio de Lamas
100 anos	230	180
20 anos (1)	150	125
2 anos	55	50

(1) – O caudal para T=20 anos foi interpolado tendo por base os valores dos caudais para T=2 anos e T=100 anos



2.2 Cotas das pontes previstas inicialmente

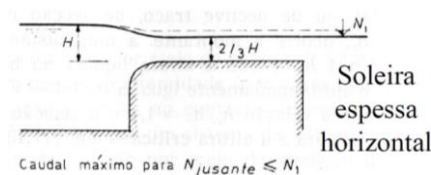
As cotas que se apresentam seguidamente correspondem às cotas dos encontros previstas inicialmente.

Local	Cotas propostas pontes [m]
Ponte de Ovar (estacionamento)	3.9
Ponte de Ovar	3.5
Ponte de Espinho	4.0
Ponte na Barrinha	3.5

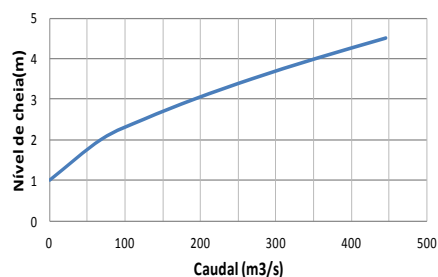
2.3 Condições de jusante

As condições de fronteira de jusante do modelo correspondem à cota máxima de preia-mar conhecida, 1,90m (Zero Topográfico-ZT), condicionadas pela existência do dique fusível.

O dique fusível cuja cota de soleira de fixação de fundo se estabelece a 1,0m (ZT), com um comprimento de 40m, foi simulado considerado que as condições de vazão se aproximam das condições impostas por um descarregador de soleira espessa do tipo Bélanger, tendo-se verificado que as condições de jusante não provocam o afogamento do descarregador.



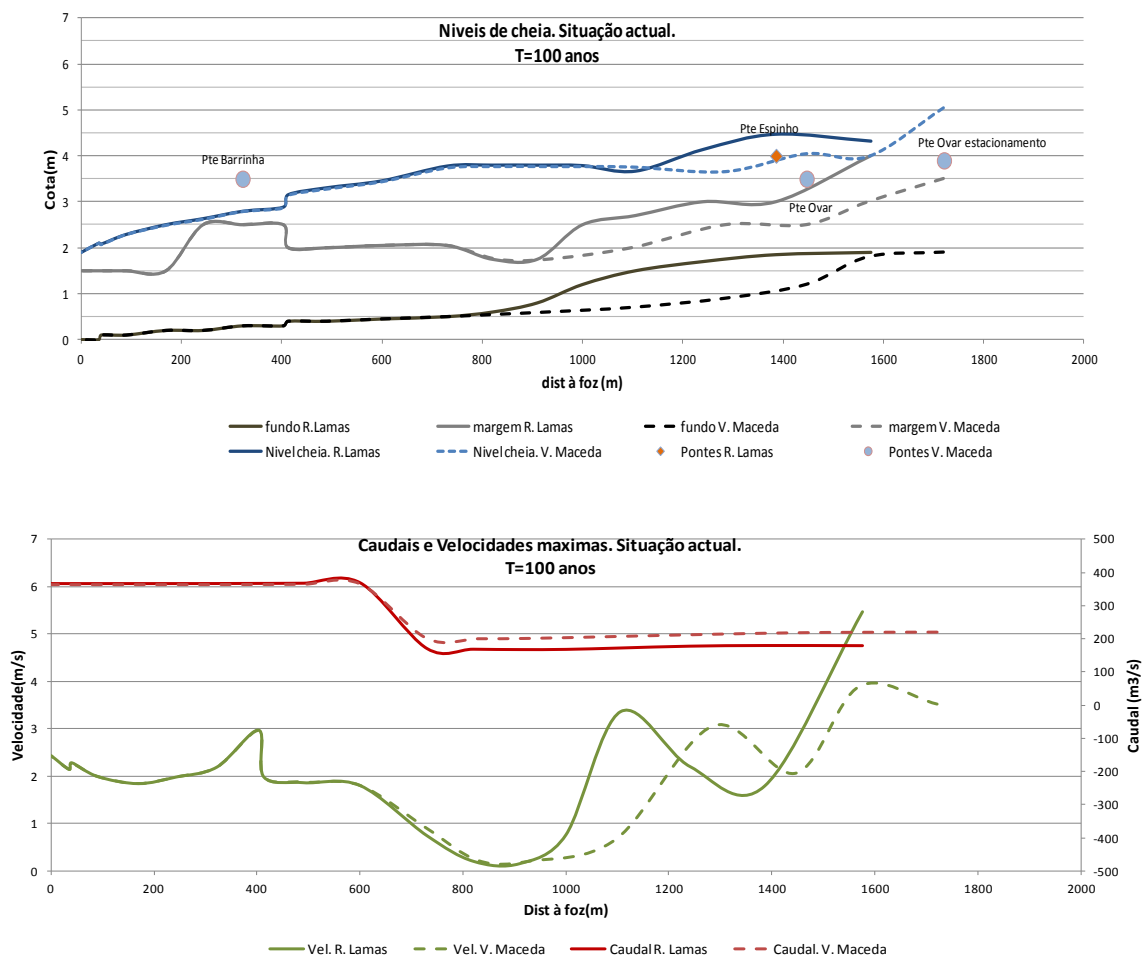
Curva de vazão



$$Q = 0,385 b \sqrt{2gH^3}$$

Cenário A - Situação atual. Condições de escoamento para T=100 anos na Vala da Maceda e no Rio Lamas

- Hidrogramas de cheias no Rio Lamas e Vala da Maceda com período de retorno de 100 anos
- Nível a jusante correspondente à cota de preia-mar: 1,9m (ZT)



Resultados:

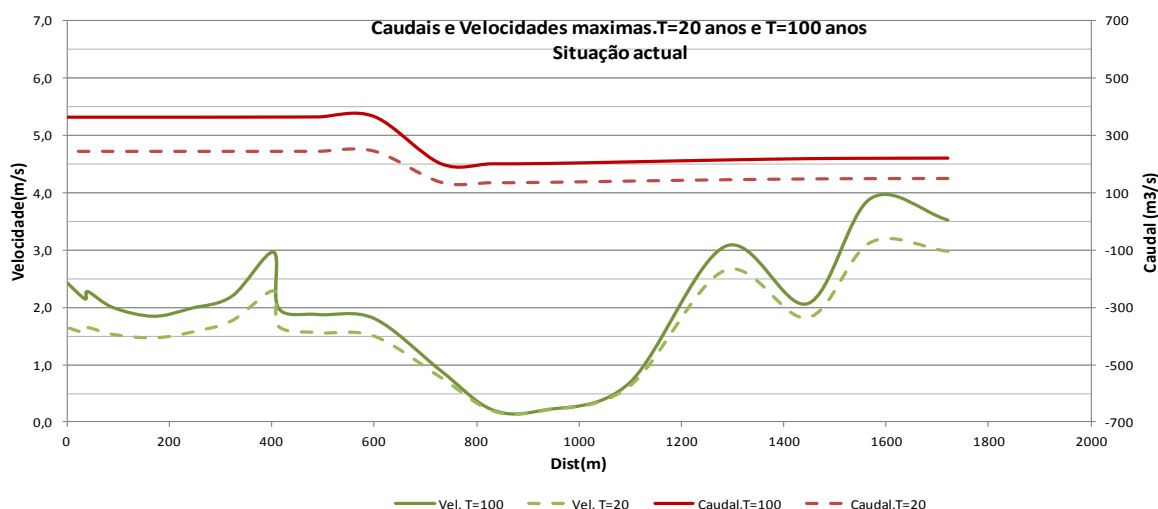
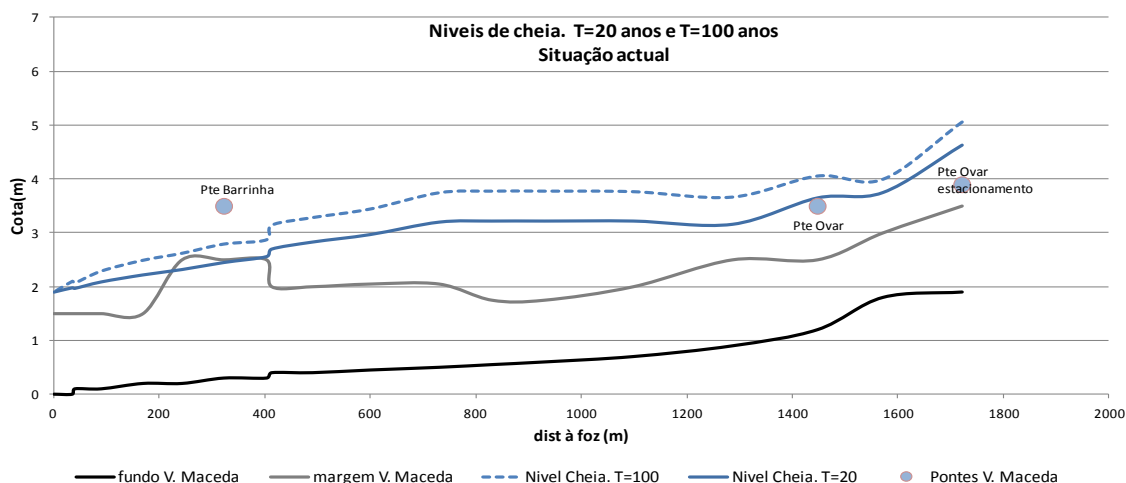
Para T = 100 anos estima-se que toda a Barrinha fique inundada pondo em situação crítica as habitações situadas na margem direita da Vala da Maceda e da margem esquerda do Rio Lamas.

As pontes previstas, com excepção da ponte da Barrinha, serão atingidas: na ponte de Espinho o nível de cheia será de 4,5m; na ponte de Ovar de cerca de 4,0m e na ponte de Ovar estacionamento, cerca de 5,0m.

Os resultados aconselham que se estude as condições de vazão para uma cheia mais frequente.

Cenário A - Situação atual. Condições de escoamento para T = 100 anos e para T = 20 anos na Vala da Maceda

- As condições de escoamento da cheia com período de retorno de 20 anos, para efeitos de comparação com a cheia centenária, foram simuladas para a vala da Maceda, à qual se juntaram, na lagoa da barrinha de Esmoriz, os caudais do Rio Lamas.
- Nível a jusante correspondente à cota de preia-mar: 1,9m (ZT).



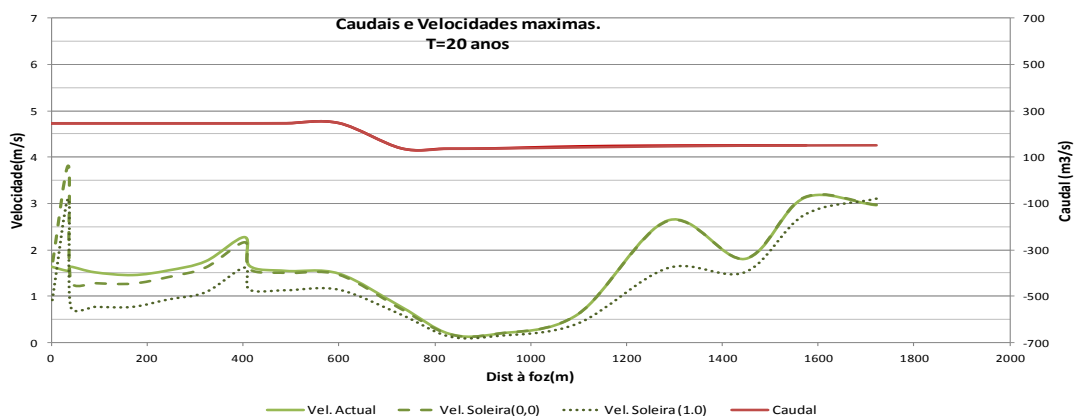
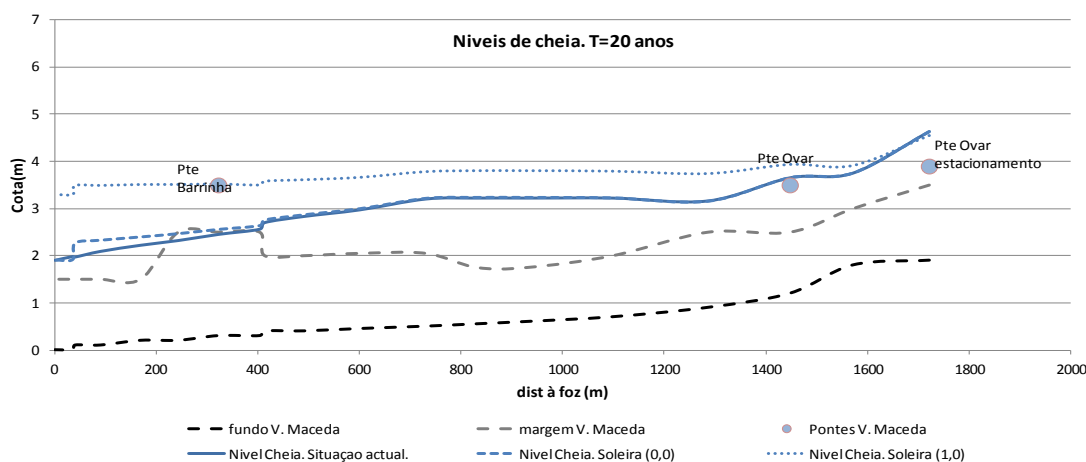
Resultados:

Para T= 20 anos estima-se que toda a Barrinha fique inundada, pondo em situação ainda crítica as habitações situadas na margem direita da Vala da Maceda.

As pontes previstas, com excepção da ponte da Barrinha, continuam a ser atingidas: na ponte de Ovar o nível de cheia é de cerca de 3,6m e na ponte de Ovar estacionamento, cerca de 4,5m.

Cenário B - Situação Projeto. Condições de escoamento para T = 20 anos na Vala da Maceda

- A situação de projeto corresponde à consideração das condições impostas pelo dique fusível, pelo que foi simulada a soleira à cota prevista no projeto - 1,0m (ZT). Para estimativa do efeito nas condições de escoamento em situação de rompimento parcial do dique por ocasião de cheias importantes, também se considerou uma simulação com a cota da soleira mais baixa 1.0m - cota 0,0m (ZT).
- As condições de escoamento da cheia com período de retorno de 20 anos foram simuladas para a vala da Maceda, à qual se junta, na lagoa da barrinha de Esmoriz, os caudais do Rio Lamas.
- O nível a jusante corresponde à cota de preia-mar- 1,9m (ZT) - para o dique fusível à cota de 0,0m (ZT) e à curva de vazão do descarregador para a cota de soleira do dique fusível de 1,0m (ZT).



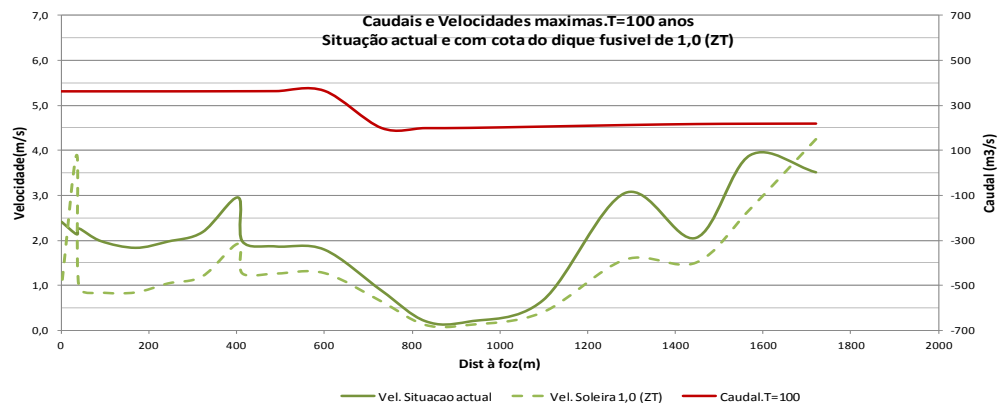
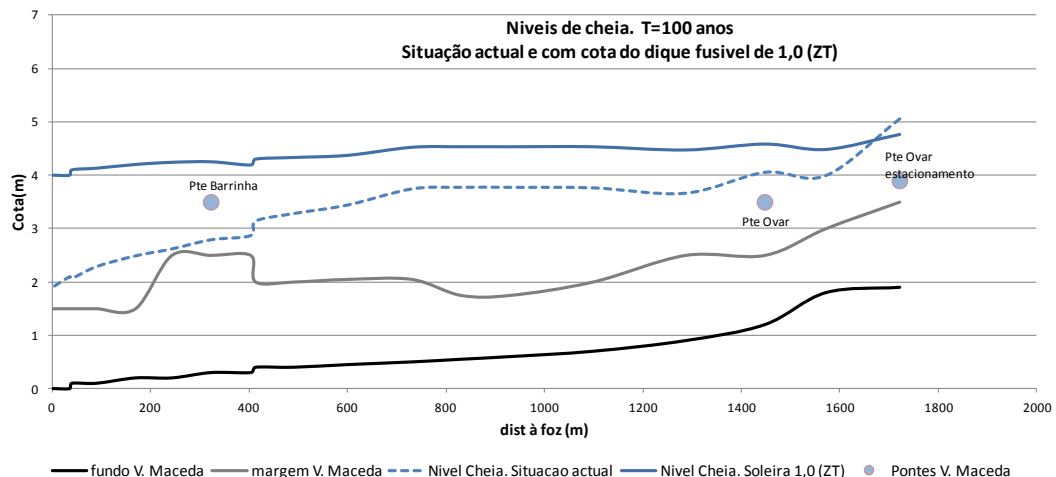
Resultados:

As condições de escoamento da cheia são, para o caso da cota de soleira do dique fusível de 1,0m (ZT), ditadas fundamentalmente pelas condições de vazão do dique e correspondem a uma sobrelevação significativa que se faz sentir praticamente em todo o troço em análise. Salienta-se, contudo, que a manutenção da estabilidade do dique nestas condições dificilmente se verificará (note-se que as velocidades médias de escoamento são superiores a 3m/s, valor este que corresponde ao início da instabilização do geotubo por ação das correntes de cheia), fazendo com que as condições mais prováveis de escoamento se aproximem da situação atual e da situação do dique fusível com soleira à cota 0,0m (ZT). Para esta cota de soleira do dique fusível, as condições de escoamento são próximas das existentes, fazendo-se sentir uma sobrelevação dos níveis apenas nos últimos 400m do troço.

Cenário B - Situação Projeto. Condições de escoamento para T = 20 anos na Vala da Maceda

Cenário B - Situação Projeto. Condições de escoamento para T = 100 anos na Vala da Maceda

- A situação de projeto corresponde à consideração das condições impostas pelo dique fusível com cota de soleira de 1,0m (ZT).
- As condições de escoamento da cheia com período de retorno de 100 anos foram simuladas para a vala da Maceda, à qual se junta, na lagoa da barrinha de Esmoriz, os caudais do Rio Lamas.
- O nível a jusante corresponde à curva de vazão do descarregador.



Resultados:

Continua-se a verificar a tendência de agravamento das condições de escoamento da cheia. No caso da cota de soleira do dique fusível de 1,0m (ZT) as condições de escoamento são ditadas fundamentalmente pela capacidade de vazão do dique e corresponde a uma sobrelevação significativa que se faz sentir praticamente em todo o troço em análise. Salienta-se, contudo, que a manutenção da estabilidade do dique nestas condições dificilmente se verificará (note-se que as velocidades médias de escoamento são de cerca de 4m/s), fazendo com que as condições mais prováveis de escoamento sejam próximas da situação actual e da situação do dique fusível com soleira à cota 0,0m (ZT).

3. CONCLUSÕES

A Barrinha de Esmoriz comunica com o mar de forma intermitente em resultado da abertura periódica da sua barra localizada imediatamente a norte da Praia de Esmoriz. A abertura e fecho do canal dependem da ação do mar e/ou da intervenção humana, neste caso com recurso a meios mecânicos e das condições de erosão do leito que possam ser impostas pelos níveis e velocidades de escoamento no sistema lagunar em períodos de cheia.

O fecho artificial da Barrinha será reforçado por ação de um dique fusível e de um cordão dunar na zona adjacente. Tendo em consideração o Estudo para a Requalificação e Valorização da Barrinha de Esmoriz (página 229 e 230) prevê-se que o fecho do dique seja feito à cota de 3.2m (ZT), dado que acima deste nível de água na Barrinha existe risco de inundação de algumas habitações e vias de comunicação a montante. A destruição da parte fusível por galgamento far-se-á até à cota de soleira do dique fusível, mantendo-se a soleira de fixação de fundo para condições de escoamento normais de inverno ($T = 2$ anos).

As condições de escoamento da cheia centenária, admitindo como provável a destruição da soleira de fixação de fundo do dique fusível, serão próximas das condições de escoamento na situação atual. Neste contexto, espera-se que os níveis de cheia ponham em situação crítica de inundação as habitações situadas na margem direita da Vala da Maceda e da margem esquerda do Rio Lamas.

Apesar da sobrelevação relativamente às margens, os encontros das pontes previstas, com exceção da ponte da Barrinha, serão atingidos: na ponte de Espinho o nível de cheia será de 4,5m; na ponte de Ovar de cerca de 4,0m e na ponte de Ovar estacionamento, cerca de 5,0m.

Embora não se preveja que as pontes possam constituir um obstáculo significativo à passagem do escoamento, subindo o risco de inundação das zonas a montante (note-se que a condicionante é a capacidade de vazão do próprio troço), entende-se que devem ser salvaguardadas para a cheia centenária, pelo que foram subidas as cotas dos encontros da ponte de Ovar e da ponte de Espinho, em cerca de 0,5m, resultando nos seguintes valores:

Local	Cota proposta encontros das pontes (final) [m]
Ponte de Ovar	4,0
Ponte de Espinho	4.5

Salienta-se que os tabuleiros das pontes ficarão a cotas superiores, de acordo com o apresentado no quadro seguinte:

Local	Cota do tabuleiro das pontes [m]
Ponte de Ovar	5,60
Ponte de Espinho	6,10
Ponte sobre a Barrinha	4,85

APÊNDICE

Estudo Hidrológico

3. CAUDAIS FLUVIAIS AFLUENTES

3.1. Considerações prévias

O estudo hidrológico da Barrinha de Esmoriz tem como principal objectivo identificar e caracterizar a bacia hidrográfica drenante para a Barrinha de Esmoriz e as sub-bacias das linhas de água afluentes. Foi também determinado o escoamento médio anual e médio mensal, para ano médio, seco e húmido das linhas de água afluentes.

A determinação dos hidrogramas de cheia afluentes foi realizada para os períodos de retorno de 2 e 100 anos, tendo em conta o tipo de estrutura e sua finalidade.

A determinação dos caudais de cheia afluentes foi efectuada através de modelos baseados na transformação da precipitação em escoamento e utilizando directamente registos hidrométricos, identificando-se previamente os postos udométricos com influência na bacia hidrográfica da Barrinha de Esmoriz e as estações hidrométricas com maior proximidade e semelhança à bacia hidrográfica da Barrinha de Esmoriz e com um número e qualidade de registos disponíveis adequada.

Deste modo, procedeu-se à organização e tratamento estatístico das séries de precipitações diárias máximas anuais e, seguidamente, estimou-se a precipitação com período de retorno de 100 anos, a partir da qual se calcularam as precipitações com igual período de retorno e com durações igual e tripla do tempo de concentração da bacia. Por fim, com base nestas precipitações, determinaram-se os diferentes hietogramas, de acordo com o procedimento proposto por Portela (2006a e 2006b), tendo em conta as curvas intensidade-duração-frequência referentes ao posto udográfico, de entre os estudados por Brandão *et al.* (2001), mais próximo da bacia hidrográfica da Barrinha de Esmoriz.

Os caudais de ponta de cheia afluentes à Barrinha de Esmoriz foram, assim, estimados com base nos referidos hietogramas de projecto, utilizando a fórmula racional e o modelo do hidrograma unitário sintético, HUS, do Soil Conservation Service, SCS (Portela, 2000).

Complementarmente, aplicou-se a análise estatística à série de caudais instantâneos máximos anuais na bacia hidrográfica de uma estação hidrométrica localizada tão próxima quanto possível do local em estudo e transpôs-se o caudal assim obtido para esta última bacia por aplicação da fórmula de Meyer.

Por fim, identificou-se o hidrograma de cheia que traduz as condições de exploração mais desfavoráveis, ou seja, o que conduz aos maiores caudais de ponta de cheia.

3.2. Caracterização da bacia hidrográfica

3.2.1. Localização

A bacia hidrográfica da Barrinha de Esmoriz localiza-se no distrito de Aveiro, sendo dividida pelo concelho de Espinho (freguesia de Paramos), a norte e pelo concelho de Ovar (freguesia de Esmoriz), a sul, como se ilustra no Desenho 6.

Esta área é alimentada por duas ribeiras que aqui desaguam: Rio de Lamas, do lado de Espinho e Vala de Maceda, do lado de Esmoriz. Sendo a Barrinha de Esmoriz uma lagoa costeira, actualmente não se encontra sob a influência das marés. A comunicação com o mar não é permanente pois a abertura e fecho do canal dependem do nível de água atingido na barrinha ou da intervenção humana.

3.2.2. Fisiografia

Com o objectivo de determinar o tempo de concentração da bacia da Barrinha de Esmoriz, procedeu-se ao traçado e caracterização fisiográfica das sub-bacias hidrográficas da secção da Barrinha de Esmoriz, sobre a Carta Militar de Portugal (Série M888- FL. 143 Espinho) à escala 1:25 000, tendo-se obtido uma área de 85,5 km².

De modo a verificar a influência que o relevo das sub-bacias tem no escoamento, procedeu-se ao traçado da curva hipsométrica representando as áreas drenantes de cada sub-bacia para diferentes cotas (Figura 3.2.1 e Figura 3.2.2). Da análise realizada, verificou-se que a altura média da sub-bacia hidrográfica de Vala de Maceda é 85 m e a altitude média é 105 m, para a bacia hidrográfica do rio de Lamas verificou-se uma altura média de 121,6 e uma altitude média de 141,6.

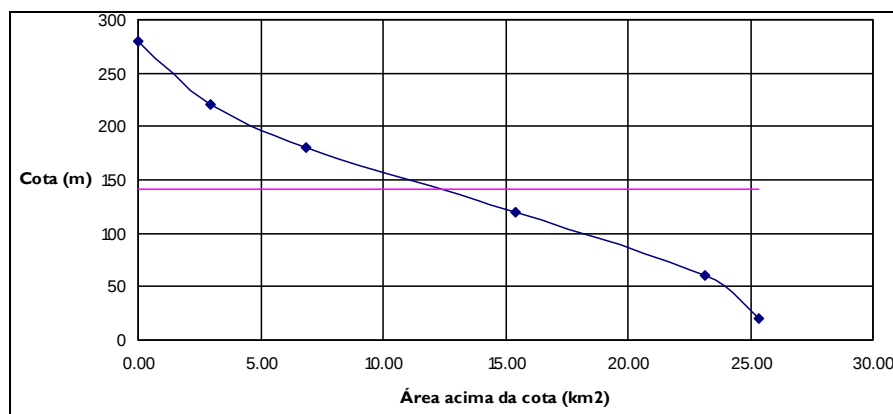


Figura 3.2.1 - Sub-bacia rio Lamas. Curva hipsométrica e altitude média

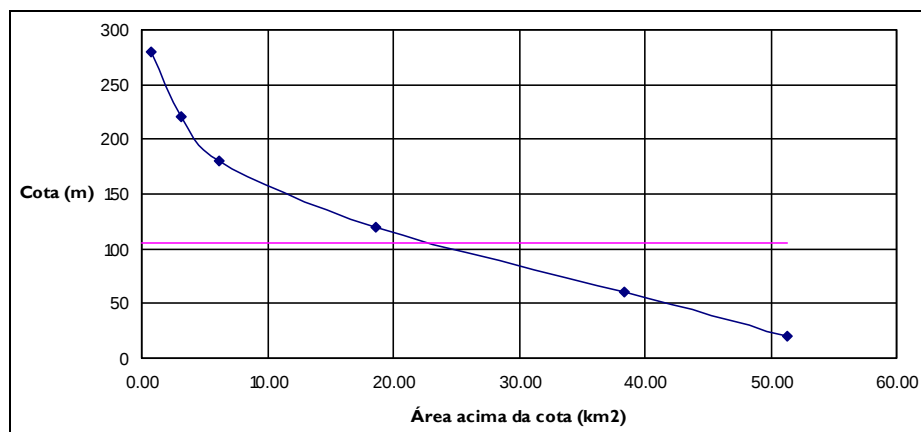


Figura 3.2.2 - Sub-bacia Vala Maceda. Curva hipsométrica e altitude média

Os principais cursos de água afluentes à bacia hidrográfica, que se encontra subdividida em duas sub-bacias, são o Rio de Lamas afluente ao extremo norte e a Vala de Maceda, afluente ao extremo sul. As duas sub-bacias contactam entre si e, na proximidade da laguna ao extremo oeste, há uma exposição desta bacia à costa atlântica, que engloba cerca de 3,2 km².

Deste modo, os tempos de concentração a adoptar na análise de cheias deverão ser iguais ao menor dos tempos de concentração, obtidos por diversos métodos, por cada um dos respectivos cursos de água, de modo a assegurar a contribuição de toda a bacia hidrográfica para o escoamento na secção terminal.

No Quadro 3.2.1 sintetizam-se as características fisiográficas do meio lagunar, significado e unidades, com interesse para a determinação do tempo de concentração.

Quadro 3.2.1 - Características fisiográficas da Barrinha de Esmoriz

Área da bacia hidrográfica, A (km ²)	85,47
Área da sub-bacia hidrográfica de Rio de Lamas, A (km ²)	25,38
Área da sub-bacia hidrográfica da Vala de Maceda, A (km ²)	51,43
Área da Costa Atlântica mesotidal exposta, A (km ²)	3,18
Altura média da sub-bacia hidrográfica, de Rio de Lamas, hm (m)	121,62
Altura média da sub-bacia hidrográfica, da Vala de Maceda, hm (m)	84,99
Desenvolvimento do curso de água da sub-bacia (Rio de Lamas, L (km)	9,94
Desenvolvimento do curso de água da sub-bacia (Vala de Maceda, L (km)	10,23
Declive médio de Rio de Lamas, dm (%)	3,00
Declive médio da Vala de Maceda, dm (%)	3,00

3.2.3. Tempo de concentração

O tempo de concentração (t_c , em h) da bacia hidrográfica foi estimado por aplicação das fórmulas de Temez, Giandotti e Kirpich, a seguir indicadas, e de acordo com os dados apresentados no Quadro 3.2.1.

3.2.3.1. Fórmula de Temez

$$t_c = 0.3 \left(\frac{L}{d_m^{0.25}} \right)^{0.76}$$

em que:

- L - desenvolvimento do curso de água principal (km)
- d_m - declive médio do curso de água principal a montante da secção de referência.

3.2.3.2. Fórmula de Giandotti

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{h_m}}$$

em que:

- A – Área da bacia hidrográfica (km²)
- h_m – altura média da bacia hidrográfica (m).

3.2.3.3. Fórmula de Kirpich

$$t_c = 0.0663L^{0.77}d_m^{-0.385}$$

No Quadro 3.2.2 resumem-se os valores estimados para o tempo de concentração do meio lagunar.

Quadro 3.2.2 - Sub-Bacia hidrográfica de Vala Maceda. Tempo de concentração (h) avaliado por diferentes fórmulas.

Temez	Giandotti	Kirpich
4	6	2

Quadro 3.2.3 - Sub-Bacia hidrográfica de rio de Lamas. Tempo de concentração (h) avaliado por diferentes fórmulas.

Temez	Giandotti	Kirpich
3	4	2

O Quadro 3.2.2 revela que a fórmula de Giandotti conduz a tempos de concentração superiores, o que leva a menores intensidades das precipitações de projecto e, consequentemente, a menores caudais de ponta de cheia. A fórmula de Kirpich, pelo contrário, conduz a menores tempos de concentração, maiores intensidades das precipitações de projecto e, logo, estimativas mais elevadas dos caudais de ponta de cheia.

Com o intuito de estimar os caudais de ponta de cheia do lado da segurança, optou-se por prosseguir o estudo hidrológico com o tempo de concentração de 3 h, próximo da média dos tempos de concentração apresentados no Quadro 3.2.2 e Quadro 3.2.3, excluindo o tempo decorrente da fórmula de Giandotti no caso da sub-bacia de Vala Maceda.

3.3. Registos de variáveis hidrológicas

3.3.1. Considerações prévias

Os modelos a aplicar na caracterização das condições de cheia fazem intervir registos de dois tipos de variáveis hidrológicas: precipitações diárias máximas anuais em postos udométricos localizados no interior ou nas proximidades da bacia hidrográfica, para avaliar a precipitação crítica a considerar em modelos de precipitação-escoamento; caudais instantâneos máximos anuais em estações hidrométricas localizadas no interior ou tão próximas quanto possível da bacia em estudo, para avaliar o caudal de ponta de cheia mediante a aplicação de técnicas de transposição.

3.3.2. Registos utilizados. Análise de qualidade

Os registos utilizados no estudo hidrológico, isto é, as séries de precipitações diárias máximas anuais e as séries de caudais instantâneos máximos anuais, foram directamente recolhidos, via internet, através do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH) (data de recolha dos registos:10/2010).

O cálculo das precipitações na bacia hidrográfica da Barrinha de Esmoriz utilizou o método das áreas de influência, através do traçado dos polígonos de Thiessen (ou de Voronoi), definidos tendo por base os postos udométricos de Espargo (08F/02UG) e Fiães (08F/01U).

Os postos udométricos que, segundo o método de Thiessen, têm influência sobre a bacia são os indicados no Quadro 3.3.1

Quadro 3.3.1 - Características dos postos udométricos que influenciam a precipitação na bacia

Código	Nome	Latitude (°N)	Longitude (°W)	Coord. X (m)	Coord.Y (mm)	Altitude (m)	Bacia
08F/02UG	ESPARGO (FEIRA)	40,915	-8,601	160548,9	438594,4	70	VOUGA/RIBEIRAS COSTEIRAS
08F/01U	FIÃES	40,982	-8,518	167601,8	445964,0	191	DOURO

As correspondentes séries de precipitações diárias máximas anuais, para os postos identificados no quadro anterior, apresentam-se no Anexo 2, assim como os respectivos descritores estatísticos das séries de dados: média, desvio-padrão, coeficiente de variação e coeficiente de assimetria. Apesar de não intervirem na análise de cheias, recolheram-se também as precipitações anuais naqueles postos de modo a apreciar globalmente a qualidade das medições efectuadas. As respectivas séries constam do Anexo 3.

A selecção da estação hidrométrica a utilizar atendeu à proximidade e semelhança de área da sua bacia hidrográfica relativamente às sub-bacias de Vala Maceda e Rio de Lamas e ao número e qualidade dos registos disponíveis. Com base nestes critérios, seleccionou-se a estação hidrométrica de Ponte Minhoteira (09F/01H) e de Ponte Vale Maior (09G/01H), cujas características se indicam no Quadro 3.3.2. No Anexo 4 e no Anexo 5 apresentam-se as correspondentes séries de caudais instantâneos máximos anuais assim como os correspondentes descritores estatísticos média, desvio-padrão, coeficiente de variação e coeficiente de assimetria, para cada estação.

Quadro 3.3.2 - Características da estação hidrométrica de Ponte Minhoteira (09F/01H) e Ponte de Vale Maior (09G/01H)

Código	Nome	Coord.X (m)	Coord.Y (m)	Bacia	Linha de água	Área (km²)	Período de registos (anos)
09F/01H	PONTE MINHOTEIRA	168191,7	423467,2	VOUGA/RIBEIRAS COSTEIRAS	RIO ANTUÃ	113,15	77/78 a 90/91
09G/01H	PONTE VALE MAIOR	172263,5	413867,8	VOUGA/RIBEIRAS COSTEIRAS	RIO CAIMA	189,71	34/35 a 99/00

Para a apreciação da qualidade da série de caudais instantâneos máximos anuais na estação de Ponte Minhoteira e Ponte de Vale Maior, utilizou-se o teste de valores simplesmente acumulados, cujos resultados são apresentados no Anexo 6. Os gráficos apresentados neste anexo evidenciam flutuações pouco acentuadas em torno do segmento de recta que se obtém unindo os dois pontos extremos representados no gráfico.

Verificou-se, assim, não ocorrerem alterações no comportamento da série de caudais instantâneos máximos anuais que pudessem indiciar a sua não homogeneidade, considerando-se a série adequada ao prosseguimento do estudo hidrológico.

3.3.3. Análise estatística das séries de precipitações diárias máximas anuais

O procedimento aplicado para estimar os caudais de ponta de cheia fez intervir a precipitação crítica, ou seja, a precipitação correspondente aos períodos de retorno de 2 e 100 anos e com duração igual ao tempo de concentração da bacia hidrográfica. Além disso, considerou-se relevante analisar o seu comportamento na ocorrência de uma precipitação com duração tripla do tempo de concentração, para o mesmo período de retorno, por lhe corresponder uma onda de cheia com um volume superior.

Dado que os registos disponíveis no SNIRH não incluem precipitações com durações inferiores ao dia, o cálculo da precipitação crítica processou-se a partir da “repartição”, para a duração igual e tripla do tempo de concentração da bacia hidrográfica em estudo, da precipitação diária máxima anual com os períodos de retorno adoptados registada nos postos udométricos com influência na bacia, após o tratamento estatístico.

Para tanto, postularam-se como leis com adaptabilidade a averiguar a lei Normal, a lei de Gumbel, a lei de Pearson III e a lei de Galton com vista a seleccionar a função com melhor ajustamento às séries. Sendo de referir que, tal tratamento foi também aplicado à série de caudais instantâneos máximos anuais por esta constituir também uma série de uma variável hidrológica independente e identicamente distribuída (variável aleatória).

A apreciação da adaptabilidade das funções de distribuição de probabilidade postuladas às amostras de precipitações diárias máximas anuais apoiou-se no ajustamento visual, pelo que se graduou o eixo das abcissas em valores da normal reduzida, Z , e se verificou visualmente qual das curvas estabelecidas para as diversas leis, através da média, do desvio-padrão e do coeficiente de assimetria das séries em análise, se adequam melhor aos pontos de cada série.

A selecção da lei que evidencia melhor ajustamento à série em estudo foi feita com base nas seguintes figuras:

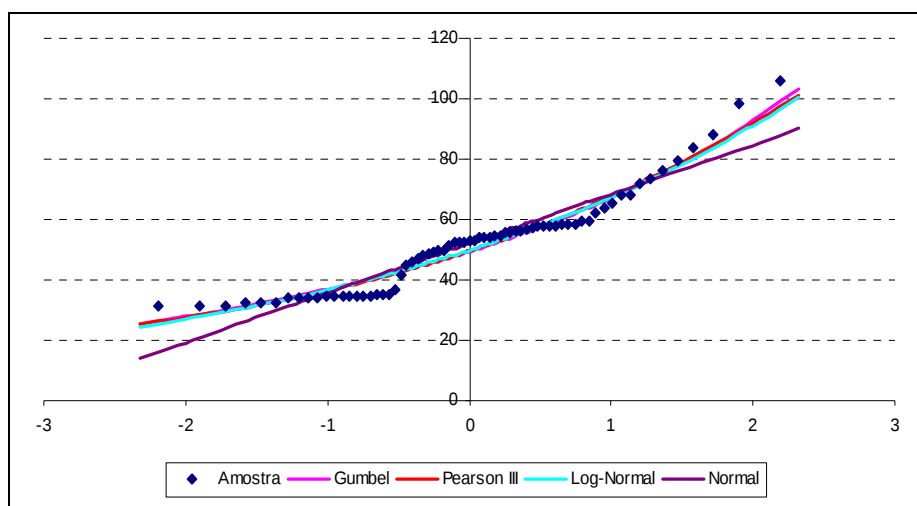


Figura 3.3.1 - Precipitações diárias máximas anuais no posto de Espargo (08F/02UG). Ajustamento de leis estatísticas

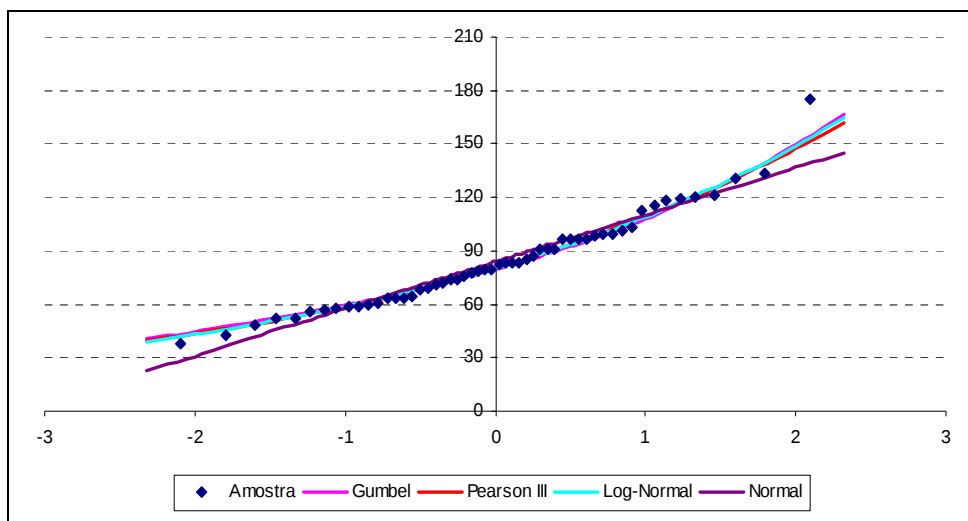


Figura 3.3.2 - Precipitações diárias máximas anuais no posto de Fiães (08F/01U). Ajustamento de leis estatísticas

Da análise da Figura 3.3.1 verificou-se que a lei que exibe melhor ajustamento é a lei de Gumbel, e para a Figura 3.3.2 verificou-se melhor ajustamento para a lei log-Normal. Em conformidade, estimaram-se os valores de 103 mm e 164 mm, para a precipitação diária máxima anual com período de retorno de 100 anos, para os postos udométricos de Espargo (08F/02UG) e Fiães (08F/01U), respectivamente, e de 49 mm e 80 mm para os respectivos postos Espargo e Fiães para o período de retorno de 2 anos.

Tendo em conta as áreas de influência dos postos udométricos nas sub-bacias hidrográficas de Vala Maceda e Rio de Lamas, avaliadas utilizando o método dos polígonos de Thiessen, determinou-se a precipitação diária máxima anual nas sub-bacias hidrográficas em estudo, tal como indicado no Quadro 3.3.3.

Quadro 3.3.3 - Precipitação diária máxima anual nas sub-bacias hidrográfica da barrinha de Esmoriz, para o período de retorno de 100 e 2 anos. Ponderação do peso dos postos udométricos influentes.

Posto udométrico	Área de influência (km ²)	Precipitação diária máxima anual (mm)	Peso (%)	Precipitação diária máxima anual ponderada (mm)
VALA MACEDA				
T=100 anos				
Espargo (08F/02UG)	42,23	103	0,82	84,84
Fiães (08F/01U)	9,20	164	0,18	29,38
Precipitação diária máxima anual na sub-bacia de Vala Maceda				114,22
T=2 anos				
Espargo (08F/02UG)	42,23	49	0,82	40,54
Fiães (08F/01U)	9,20	80	0,18	14,31
Precipitação diária máxima anual na sub-bacia de Vala Maceda				54,84
RIO DE LAMAS				
T=100 anos				
Espargo (08F/02UG)	8,50	103	0,33	34,59
Fiães (08F/01U)	16,88	164	0,67	109,20
Precipitação diária máxima anual na sub-bacia Rio de Lamas				143,79
T=2 anos				
Espargo (08F/02UG)	8,50	49	0,33	16,53
Fiães (08F/01U)	16,88	80	0,67	53,18
Precipitação diária máxima anual na sub-bacia Rio de Lamas				69,71

3.3.4. Correlação precipitação-escoamento. Determinação do caudal modular

De modo a avaliar os correspondentes escoamentos, partindo das séries de precipitações dos postos com influência nas sub-bacias hidrográficas apresentadas no Anexo 3 e estimadas de acordo com o peso atribuído a cada posto segundo o método de Thiessen, estabeleceu-se uma equação de correlação entre as precipitações e os escoamentos anuais.

Da pesquisa efectuada às estações hidrométricas mais próximas do local, entre Ponte Minhoteira e Ponte de Vale Maior, seleccionou-se a estação hidrométrica de Ponte de Vale Maior (09G/01H) (Abh = 189,71 km²), por ser aquela que possui a série de registos de escoamento anual mais longa.

Apesar da estação hidrométrica de Ponte Minhoteira apresentar muito poucos anos comuns entre precipitação-escoamento, no Anexo 7 apresentam-se também os resultados obtidos para esse posto (valores das precipitações e dos escoamentos anuais nos postos udométricos e na estação hidrométrica, bem como a respectiva recta de correlação).

A relação precipitação-escoamento nesta estação foi estabelecida com 57 anos que correspondem ao período comum de registos de precipitações e de escoamentos. No Anexo 8, indicam-se os valores das precipitações e dos escoamentos anuais considerados nos postos udométricos e na estação hidrométrica de Ponte Vale Maior.

Com base nos registos anuais de precipitação das estações udométricas e dos escoamentos, obtidos através da análise das séries apresentadas no Anexo 8, obteve-se a recta de correlação que se apresenta na Figura 3.3.3, bem como a respectiva recta de regressão e o coeficiente de correlação. A precipitação média obtida é de, aproximadamente, 1652 mm e o escoamento anual médio de 813 mm.

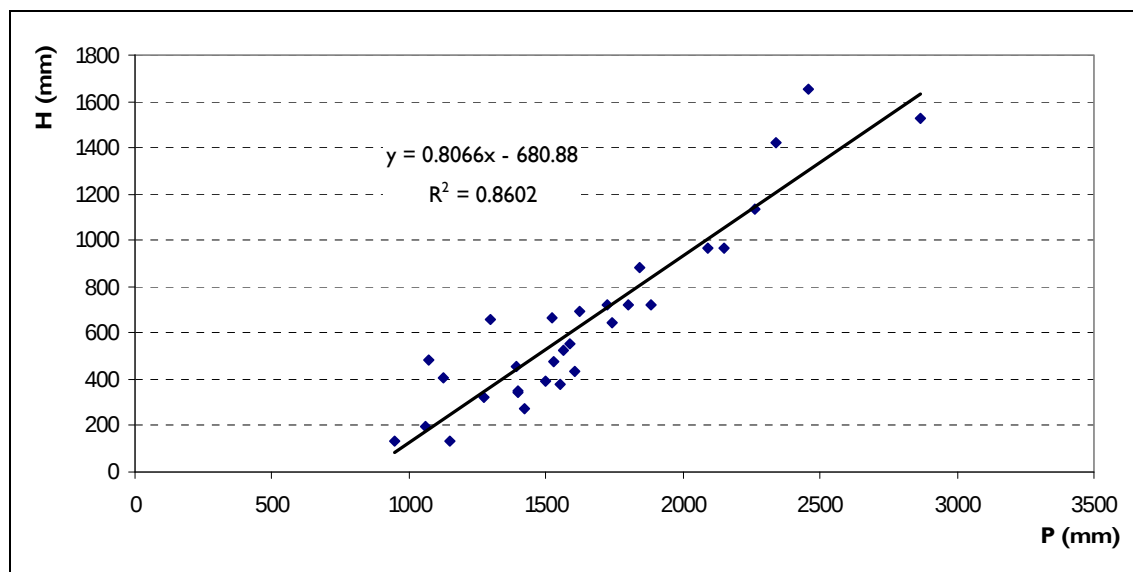


Figura 3.3.3 - Correlação entre precipitação e escoamento anual, para o posto hidrométrico de Ponte de Vale Maior

De acordo com o valor do factor de correlação, verifica-se que a relação precipitação-escoamento é satisfatório, procedendo-se à relação entre precipitações do posto hidrométrico Ponte de Vale Maior com as respectivas precipitações dos postos udométricos utilizados (Figura 3.3.4 e Figura 3.3.5).

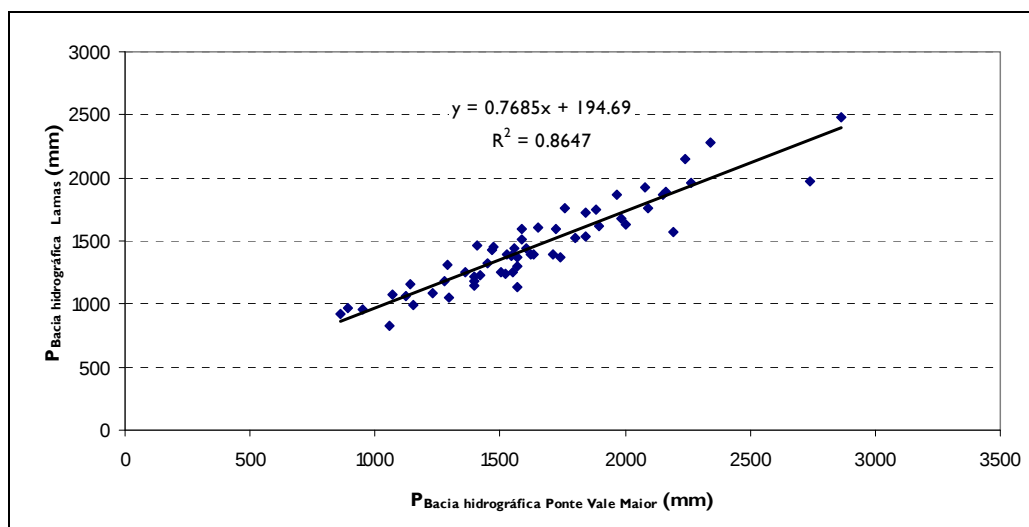


Figura 3.3.4 - Correlação entre precipitação-precipitação, referente ao posto hidrométrico de Ponte de Vale Maior e sub-bacia de Rio de Lamas

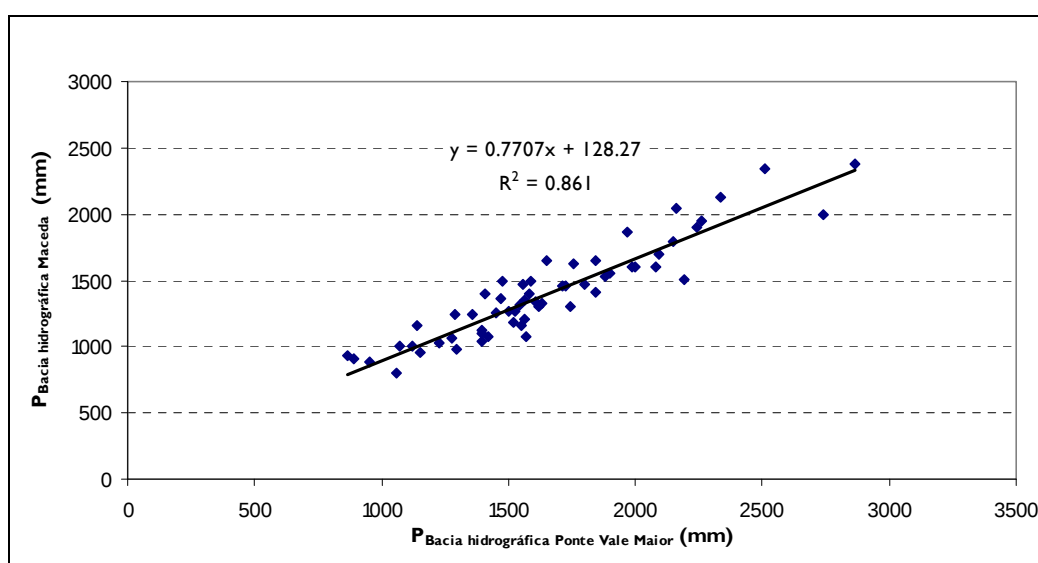


Figura 3.3.5 - Correlação entre precipitação-precipitação, referente ao posto hidrométrico de Ponte de Vale Maior e sub-bacia de Vala Maceda.

Relativamente às séries de precipitação anual, para a bacia hidrográfica da estação hidrométrica de Ponte de Vale Maior, utilizaram-se as estações de Espargo e Fiães, para a bacia hidrográfica da estação de Ponte Minhoteira, seleccionaram-se os postos udométricos não só de Espargo e Fiães, como também de Albergaria a Velha (09G/01UG) e de Barragem de Castelo Burgães (08G/01C) (Quadro 3.3.4), uma vez que têm influência nas bacias destas estações hidrométricas.

Quadro 3.3.4 - Características dos postos udométricos utilizados para determinação da precipitação na bacia hidrográfica da estação hidrométrica de Ponte Minhoteira

Código	Nome	Latitude (°N)	Longitude (°W)	Coord. X (m)	Coord.Y (mm)	Altitude (m)	Bacia
09G/01UG	ALBERGARIA-A-VELHA	40,698	-8,482	170492,3	414455,3	131	VOUGA/RIBEIRAS COSTEIRAS
08G/01C	BARRAGEM DE CASTELO BURGÃES	40,853	-8,379	179250,0	431546,0	306	VOUGA/RIBEIRAS COSTEIRAS

Para a bacia hidrográfica deste posto hidrométrico, obtiveram-se valores de precipitação média e de escoamento de 1708 mm e 1093 mm, respectivamente. Na Figura 3.3.6, apresenta-se a relação precipitação-escoamento, bem como a recta de regressão e correspondente coeficiente de correlação associado.

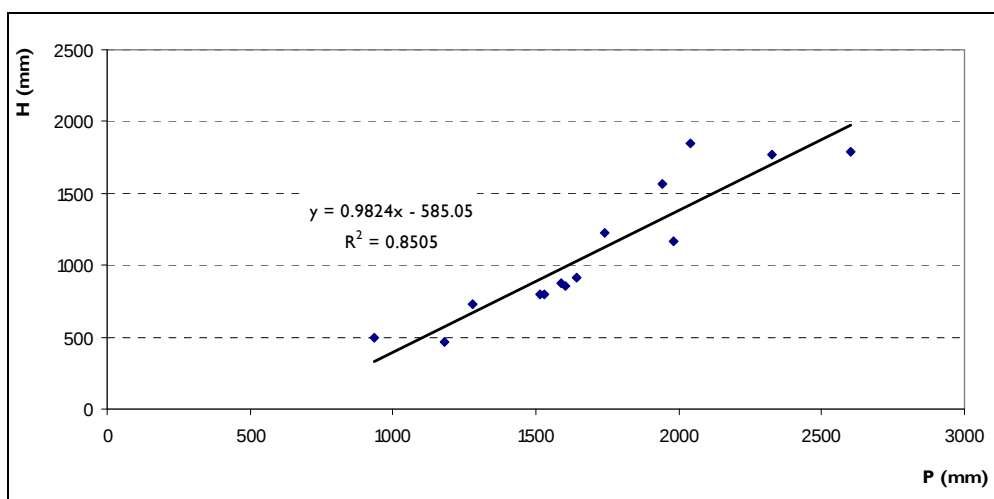


Figura 3.3.6 - Correlação entre precipitação e escoamento anual, da bacia hidrográfica do posto hidrométrico de Ponte Minhoteira

Analisando os dois postos hidrométricos, considerou-se o posto hidrométrico de Ponte Vale Maior por ser aquele que traduz uma melhor correlação entre precipitação-escoamento, por abranger um maior número de anos hidrológicos, desde 1939/40 a 1999/00, e por contabilizar anos mais recentes que a estação hidrométrica de Ponte Minhoteira.

Para determinar o caudal modular, utilizou-se a expressão:

$$Q_{\text{mod}} = \frac{\overline{H} \times A \times 1000}{365 \times 24 \times 3600}$$

onde:

- escoamento anual médio (mm) que neste caso é 1652 mm (Bacia de Ponte Vale Maior).
- A – área da sub-bacia hidrográfica de Vala Maceda, ou seja, 51,4 km², e/ou Rio de Lamas, 25,4 km²,

respectivamente.

Donde se obteve os valores do caudal modular de 0,65 e 1,33 m³/s para as duas sub-bacias de Rio de Lamas e Vala Maceda, respectivamente.

3.4. Escoamentos afluentes à secção da Barrinha de Esmoriz

De forma a estabelecer as aflúências em regime natural à secção da Barrinha de Esmoriz, seleccionou-se a estação hidrométrica anteriormente definida e caracterizada (Ponte de Vale Maior (09G/01H). No Anexo 8 apresentam-se os escoamentos anuais da estação hidrométrica.

Através da equação de regressão estabelecida para a estação hidrométrica de Ponte Vale Maior determinaram-se os valores de escoamento anual para as sub-bacias de Vala Maceda e rio Lamas. O Quadro 3.4.1 apresenta as precipitações anuais e escoamentos anuais relativos às sub-bacias hidrográficas.

Quadro 3.4.1 - Precipitação anual para as sub-bacias em estudo

Ano hidrológico	Precipitação anual (mm)		Escoamento anual (mm)	
	Vala Maceda	Rio de Lamas	Vala Maceda	Rio Lamas
1939/40	2041	1885	291	367
1940/41	2000	1971	177	272
1941/42	1490	1597	95	122
1942/43	1205	1299	568	624
1943/44	1063	1181	609	869
1944/45	962	996	160	302
1945/46	1548	1618	31	91
1946/47	1599	1922	184	307
1947/48	1042	1219	550	726
1948/49	883	956	259	333
1949/50	1072	1225	-32	-18
1950/51	1526	1744	206	246
1951/52	1165	1257	374	426
1952/53	804	822	763	827
1953/54	1100	1149	131	179
1954/55	1308	1373	342	439
1955/56	1790	1870	493	603
1956/57	1007	1066	1130	1831
1957/58	1268	1389	1031	1156
1958/59	1455	1592	452	557
1959/60	2245	3114	503	544
1960/61	2122	2278	693	742
1961/62	1405	1534	226	268

	Precipitação anual (mm)		Escoamento anual (mm)	
Ano hidrológico	Vala Maceda	Rio de Lamas	Vala Maceda	Rio Lamas
1962/63	1468	1519	1240	1321
1963/64	1703	1764	398	481
1964/65	1124	1177	342	333
1965/66	2381	2482	892	899
1966/67	1337	1440	411	424
1967/68	1269	1256	445	541
1968/69	1949	1959	278	315
1969/70	1353	1370	368	445
1970/71	1396	1515	633	741
1971/72	1189	1235	318	333
1972/73	1301	1396	72	65
1973/74	1629	1763	1209	1310
1974/75	1238	1257	823	824
1975/76	934	924	849	1054
1976/77	2343	2468	501	484
1977/78	1864	1866	259	251
1978/79	1897	2151	519	489
1979/80	1465	1444	649	615
1980/81	1165	1156	493	444
1981/82	1488	1450	607	630
1982/83	1649	1607	383	437
1983/84	1455	1395	113	165
1984/85	1596	1625	305	358
1985/86	1319	1386	48	100
1986/87	984	1048	419	473
1987/88	1222	1288	388	442
1988/89	904	968	133	185
1989/90	1363	1431	447	502
1990/91	1325	1392	651	708
1991/92	1009	1073	328	381
1992/93	1398	1466	531	587
1993/94	1651	1722	185	237
1994/95	1250	1317	638	695
1995/96	1503	1572	146	198
1996/97	1073	1138	322	375
1997/98	1636	1706	291	367

Ano hidrológico	Precipitação anual (mm)		Escoamento anual (mm)	
	Vala Maceda	Rio de Lamas	Vala Maceda	Rio Lamas
1998/99	1026	1090	177	272
1999/00	1243	1309	95	122

O Quadro 3.4.2 apresenta os escoamentos anuais nas sub-bacias em hm³.

Quadro 3.4.2 - Escoamentos anuais nas sub-bacias Vala Maceda e Rio de Lamas nos anos 1942/1943 a 1999/2000

Ano hidrológico	Escoamento anual na sub-bacia Vala Maceda (mm)	Escoamento anual na sub-bacia Vala Maceda (hm ³)	Escoamento anual na sub-bacia Rio de Lamas (mm)	Escoamento anual na sub-bacia Rio de Lamas (hm ³)
1942/43	291	15	367	9
1943/44	177	9	272	7
1944/45	95	5	122	3
1945/46	568	29	624	16
1946/47	609	31	869	22
1947/48	160	8	302	8
1948/49	31	2	91	2
1949/50	184	9	307	8
1950/51	550	28	726	18
1951/52	259	13	333	8
1952/53	0	0	0	0
1953/54	206	11	246	6
1954/55	374	19	426	11
1955/56	763	39	827	21
1956/57	131	7	179	5
1957/58	342	18	439	11
1958/59	493	25	603	15
1959/60	1130	58	1831	46
1960/61	1031	53	1156	29
1961/62	452	23	557	14
1962/63	503	26	544	14
1963/64	693	36	742	19
1964/65	226	12	268	7
1965/66	1240	64	1321	34
1966/67	398	20	481	12
1967/68	342	18	333	8
1968/69	892	46	899	23

Ano hidrológico	Escoamento anual na sub-bacia Vala Maceda (mm)	Escoamento anual na sub-bacia Vala Maceda (hm³)	Escoamento anual na sub-bacia Rio de Lamas (mm)	Escoamento anual na sub-bacia Rio de Lamas (hm³)
1969/70	411	21	424	11
1970/71	445	23	541	14
1971/72	278	14	315	8
1972/73	368	19	445	11
1973/74	633	33	741	19
1974/75	318	16	333	8
1975/76	72	4	65	2
1976/77	1209	62	1310	33
1977/78	823	42	824	21
1978/79	849	44	1054	27
1979/80	501	26	484	12
1980/81	259	13	251	6
1981/82	519	27	489	12
1982/83	649	33	615	16
1983/84	493	25	444	11
1984/85	607	31	630	16
1985/86	383	20	437	11
1986/87	113	6	165	4
1987/88	305	16	358	9
1988/89	48	2	100	3
1989/90	419	22	473	12
1990/91	388	20	442	11
1991/92	133	7	185	5
1992/93	447	23	502	13
1993/94	651	33	708	18
1994/95	328	17	381	10
1995/96	531	27	587	15
1996/97	185	9	237	6
1997/98	638	33	695	18
1998/99	146	8	198	5
1999/00	322	17	375	10

Para determinar a série de escoamentos mensais de cada sub-bacia foi necessário proceder à desagregação do escoamento anual determinado em escoamento mensal a partir da relação precipitação mensal - precipitação anual correspondente a cada sub-bacia. Deste modo, obtiveram-se ano a ano, as correspondentes séries de escoamentos mensais (Quadro 3.4.3 e Quadro 3.4.4), para cada sub-bacia.

Quadro 3.4.3 - Escoamentos mensais e anuais, obtidos por desagregação do escoamento anual pela aplicação da relação precipitação mensal (precipitação anual na sub-bacia Rio de Lamas)

Ano Hid.	Escoamento (mm)												Ano
	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	
1942/43	49,92	19,22	67,33	119,72	12,28	38,23	9,50	3,64	9,76	14,60	5,76	17,17	367,15
1943/44	81,76	12,14	44,82	9,15	9,78	15,01	35,78	7,68	9,87	19,66	17,42	8,51	271,59
1944/45	15,94	15,15	26,81	19,35	5,93	4,07	10,70	13,89	2,09	1,85	4,98	1,44	122,20
1945/46	57,96	117,42	83,78	39,21	29,56	51,98	68,82	72,16	30,22	0,49	30,42	41,93	623,95
1946/47	53,93	87,57	83,91	87,98	259,52	180,84	36,17	32,21	24,08	2,41	3,37	17,02	869,01
1947/48	14,39	23,78	54,17	98,50	14,24	30,88	22,08	29,10	0,63	0,13	9,82	4,39	302,10
1948/49	9,81	6,10	36,23	8,07	3,66	4,08	2,15	3,51	0,86	0,64	0,15	15,33	90,59
1949/50	25,89	56,09	14,42	14,53	68,22	25,50	8,02	46,02	33,96	2,65	5,36	6,56	307,21
1950/51	10,83	86,09	76,50	119,68	156,42	112,61	25,71	73,84	22,92	9,64	14,95	16,81	726,01
1951/52	19,10	80,08	31,76	27,76	17,67	51,84	27,93	40,59	11,71	1,77	12,58	10,17	332,96
1952/53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1953/54	23,80	30,00	12,42	22,34	38,70	63,10	13,37	18,25	8,89	0,81	10,64	3,96	246,27
1954/55	38,29	62,25	35,34	127,26	70,44	26,05	7,88	26,34	27,70	0,15	0,00	4,68	426,37
1955/56	17,73	131,50	112,24	110,82	17,22	112,45	67,42	103,38	6,66	32,55	29,70	85,43	827,11
1956/57	19,61	8,76	29,56	8,81	41,56	24,62	2,58	18,36	8,75	4,54	6,07	5,49	178,71
1957/58	5,55	41,59	47,50	58,63	45,42	77,76	29,67	29,23	49,29	15,62	20,29	18,61	439,14
1958/59	34,92	1,59	119,26	109,05	20,81	129,56	88,42	42,95	12,17	0,58	13,71	29,83	602,85
1959/60	112,09	269,75	427,86	196,77	306,21	286,29	37,86	89,84	7,30	3,30	49,21	44,27	1830,72
1960/61	263,25	269,41	151,07	125,25	49,94	10,26	121,86	67,56	30,60	25,77	7,75	33,51	1156,23
1961/62	79,13	56,13	123,31	70,22	11,58	95,97	66,65	12,14	4,03	21,11	0,16	16,35	556,78

Ano Hid.	Escoamento (mm)												Ano
	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	
1962/63	23,94	53,41	24,28	107,94	125,18	70,75	63,60	18,55	35,49	0,24	2,35	18,32	544,06
1963/64	40,26	195,90	105,39	17,80	149,42	122,88	22,77	13,05	42,61	3,19	8,84	19,46	741,58
1964/65	27,42	7,11	21,74	49,44	18,01	59,08	13,97	12,41	4,36	1,92	2,28	50,49	268,23
1965/66	132,31	208,35	177,51	242,73	325,07	0,62	144,06	19,93	34,29	0,93	16,12	18,99	1320,91
1966/67	103,93	33,47	47,49	64,90	44,90	59,19	14,66	57,19	4,86	0,20	17,27	32,57	480,62
1967/68	24,31	40,85	10,16	6,68	87,14	19,60	57,28	50,10	1,72	0,10	9,53	25,05	332,51
1968/69	76,52	126,63	125,70	119,16	92,44	90,81	59,81	121,13	31,40	0,12	2,02	53,24	898,99
1969/70	18,64	55,22	42,61	147,36	33,24	10,47	12,61	50,10	42,08	2,99	3,77	5,19	424,28
1970/71	2,64	81,81	19,02	117,81	24,15	51,33	36,27	52,57	67,99	54,76	27,26	5,51	541,10
1971/72	8,29	9,43	21,46	61,20	93,01	46,23	20,72	17,94	6,39	1,05	6,89	22,75	315,37
1972/73	52,79	56,73	72,96	67,88	20,08	29,69	15,88	76,57	10,16	17,95	0,26	24,40	445,33
1973/74	65,16	21,79	54,99	192,86	110,56	37,70	23,90	58,48	135,22	0,50	0,18	39,78	741,13
1974/75	7,35	91,46	9,81	62,69	44,75	65,25	12,95	10,49	2,53	0,62	0,11	24,70	332,70
1975/76	6,28	9,19	4,12	6,33	6,38	7,80	9,38	0,18	0,00	0,38	6,13	8,41	64,60
1976/77	240,62	111,75	178,98	218,33	279,90	93,82	57,13	46,94	29,52	8,83	29,24	14,66	1309,73
1977/78	79,07	70,79	172,68	86,13	175,10	95,43	73,65	31,83	34,28	0,03	0,00	4,97	823,96
1978/79	37,52	15,12	323,17	90,37	276,28	133,90	72,29	73,74	6,21	18,77	1,39	5,01	1053,78
1979/80	107,88	13,25	65,05	53,82	42,59	73,76	27,43	41,53	25,37	16,80	7,58	9,05	484,09
1980/81	24,77	45,70	18,16	1,40	21,75	40,88	21,99	34,08	10,50	0,14	0,44	31,51	251,33
1981/82	95,36	0,15	171,27	36,94	48,96	4,93	21,76	38,90	20,58	6,04	4,17	39,47	488,54
1982/83	59,87	106,52	89,34	10,15	64,09	7,09	130,68	97,73	19,37	10,32	8,77	11,04	614,94
1983/84	16,41	38,14	71,18	99,67	19,49	54,65	45,63	42,37	24,10	5,47	13,75	13,13	443,99

Ano Hid.	Escoamento (mm)												Ano
	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	
1984/85	65,91	152,70	71,96	80,67	70,56	74,80	71,93	18,50	14,72	7,05	1,09	0,13	630,02
1985/86	11,85	60,23	79,87	67,73	92,59	28,32	22,14	16,47	13,64	1,43	11,83	31,27	437,36
1986/87	10,15	20,51	22,43	17,82	29,69	15,85	18,63	3,68	6,07	2,15	5,52	18,17	170,67
1987/88	95,24	16,23	33,03	48,95	38,79	13,73	32,76	38,08	29,39	18,55	0,96	4,29	369,99
1988/89	18,42	12,82	7,81	5,12	18,56	10,89	20,41	5,52	0,97	0,30	2,70	1,20	104,71
1989/90	32,06	114,62	103,24	83,13	43,14	15,27	25,77	14,89	8,43	2,25	6,83	19,99	469,64
1990/91	98,39	50,00	54,92	45,82	55,13	69,34	18,90	4,88	5,97	6,10	7,04	23,94	440,42
1991/92	24,33	39,23	14,52	13,21	8,65	12,11	21,40	17,20	15,78	3,25	8,23	13,39	191,28
1992/93	65,76	43,22	67,99	31,14	12,96	27,86	71,44	89,16	17,40	1,09	3,43	85,44	516,89
1993/94	125,90	83,25	77,49	148,39	78,50	17,12	40,33	84,15	12,42	2,91	13,92	29,44	713,84
1994/95	41,39	61,13	52,96	67,53	58,26	22,29	19,07	30,09	2,42	8,16	2,44	21,68	387,42
1995/96	47,06	104,55	78,90	114,26	80,06	46,68	28,31	33,77	4,56	6,26	8,44	30,50	583,35
1996/97	13,59	30,29	55,28	33,53	14,25	7,65	12,39	39,01	20,45	2,34	11,13	1,32	241,23
1997/98	63,05	154,02	90,83	75,81	22,19	24,86	138,65	35,39	11,19	5,51	1,26	74,48	697,24
1998/99	12,29	22,32	23,93	20,31	9,81	24,22	17,58	21,04	6,54	2,71	15,20	29,46	205,41
1999/00	68,10	25,21	59,50	13,44	18,91	19,83	95,21	38,01	5,49	18,21	7,88	16,24	386,03
Média	51,36	64,79	74,14	70,72	67,82	50,82	39,58	37,70	18,38	6,86	8,94	21,73	512,83
Desvio Padrão	51,41	62,29	74,30	57,49	79,35	50,80	34,75	28,71	21,17	9,92	9,47	19,27	338,77

Quadro 3.4.4 - Escoamentos mensais e anuais, obtidos por desagregação do escoamento anual pela aplicação da relação precipitação mensal (precipitação anual na sub-bacia Vala Maceda)

Ano Hid.	Escoamento (mm)												Ano
	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	
1942/43	37,18	13,65	59,25	93,82	5,69	29,86	8,41	4,62	2,35	13,50	5,07	17,98	291,38
1943/44	53,17	7,07	30,02	5,44	6,95	10,56	24,09	5,40	6,63	12,29	9,87	5,03	176,52
1944/45	13,16	11,19	19,57	17,40	5,06	3,29	7,09	9,34	2,26	1,06	4,60	0,92	94,94
1945/46	54,83	87,90	95,33	35,45	22,15	69,50	58,20	68,12	21,03	0,18	19,20	35,99	567,89
1946/47	33,93	59,48	61,43	66,87	188,07	126,27	19,16	21,94	18,21	0,55	1,99	11,15	609,05
1947/48	7,25	14,05	25,75	54,40	7,56	17,92	10,23	16,75	0,24	0,02	3,94	1,49	159,61
1948/49	3,52	1,91	13,11	2,03	1,01	1,25	0,61	0,82	0,43	0,07	0,04	6,35	31,13
1949/50	15,36	34,42	10,97	9,91	41,21	13,36	4,13	28,99	16,34	1,01	2,92	5,11	183,74
1950/51	12,33	62,32	58,09	88,44	120,13	82,73	18,48	55,46	18,83	10,52	10,39	12,45	550,17
1951/52	15,09	64,16	28,15	22,05	9,05	40,93	20,33	31,34	9,36	3,52	7,16	7,69	258,83
1952/53													
1953/54	21,10	24,23	12,32	19,06	28,25	53,85	12,24	14,26	8,12	0,82	8,45	3,31	206,03
1954/55	29,05	54,10	30,04	122,63	64,28	23,51	3,08	19,53	24,34	0,16	0,00	3,33	374,05
1955/56	16,99	113,59	113,02	111,78	16,55	103,73	64,45	82,56	4,84	26,63	29,69	79,03	762,86
1956/57	14,47	6,52	18,87	6,03	33,18	18,91	1,85	12,05	6,88	4,15	4,11	4,22	131,25
1957/58	5,26	32,77	34,25	48,35	32,94	66,19	21,64	20,23	34,38	12,46	18,77	14,88	342,11
1958/59	30,63	1,92	97,62	85,16	17,78	106,43	66,08	36,43	10,06	1,18	10,87	28,72	492,87
1959/60	92,18	153,44	240,77	124,78	163,16	155,55	32,12	76,76	8,16	3,63	36,94	42,42	1129,91
1960/61	234,70	219,89	142,84	117,88	43,18	10,81	112,53	57,08	30,17	20,13	7,25	34,19	1030,65
1961/62	71,04	45,45	111,09	53,38	8,08	78,07	37,94	10,85	4,00	17,32	0,34	14,73	452,29
1962/63	26,36	58,38	24,87	95,93	109,19	59,34	52,56	21,97	34,25	0,06	2,64	17,80	503,35
1963/64	36,79	170,93	108,87	20,18	134,39	118,30	19,28	13,12	36,63	2,56	10,69	21,00	692,74

Ano Hid.	Escoamento (mm)												Ano
	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	
1964/65	22,38	6,35	18,37	41,18	16,44	48,87	12,16	10,57	3,23	3,57	1,89	40,54	225,55
1965/66	128,29	194,16	164,12	217,67	309,25	0,89	129,78	20,20	33,12	1,77	14,94	25,51	1239,68
1966/67	84,36	28,75	39,80	55,26	38,68	43,35	15,23	48,48	3,01	0,31	14,47	26,07	397,78
1967/68	27,96	40,51	10,90	8,82	89,55	20,63	59,83	48,94	1,36	0,13	9,15	24,67	342,43
1968/69	68,55	130,76	121,79	121,13	104,14	92,24	50,77	110,93	34,43	0,03	2,61	54,19	891,57
1969/70	18,62	54,09	46,79	137,11	33,25	9,90	10,42	52,14	38,38	2,39	3,01	4,54	410,63
1970/71	2,45	64,56	17,56	113,24	18,23	35,51	29,91	44,34	56,90	38,94	19,21	4,52	445,36
1971/72	7,58	8,92	21,47	54,37	77,48	39,81	20,49	16,11	6,53	0,43	5,97	18,76	277,92
1972/73	41,23	44,72	55,40	58,50	20,44	27,62	13,69	63,97	10,23	9,96	0,31	22,24	368,30
1973/74	52,07	19,83	53,29	164,92	98,68	36,43	24,84	47,59	104,89	0,47	0,19	30,12	633,31
1974/75	7,61	84,83	9,64	55,24	44,76	61,33	14,29	14,09	2,93	0,69	0,07	22,61	318,07
1975/76	6,98	9,93	4,54	7,90	6,40	9,15	10,50	0,25	0,00	0,54	6,85	9,09	72,13
1976/77	223,34	108,94	166,51	194,23	252,25	87,16	56,70	42,61	27,15	9,36	28,21	12,85	1209,32
1977/78	85,07	72,32	172,88	95,32	176,05	92,27	66,51	26,46	32,67	0,07	0,00	3,01	822,63
1978/79	29,12	12,82	266,84	77,39	196,99	108,61	61,72	67,19	6,17	17,61	1,16	3,82	849,43
1979/80	101,05	32,54	55,55	54,82	46,04	76,00	31,61	45,92	24,47	14,75	8,88	9,08	500,72
1980/81	25,92	46,54	14,26	1,60	22,46	44,00	20,44	42,84	10,87	0,04	1,09	28,68	258,74
1981/82	69,98	0,22	182,43	53,75	54,42	6,04	27,40	37,94	23,09	5,77	5,17	53,28	519,49
1982/83	61,79	105,73	85,67	11,35	73,63	11,72	136,98	106,96	18,94	15,28	9,30	11,48	648,83
1983/84	19,95	72,85	72,83	106,79	17,49	54,35	48,08	49,30	26,98	2,80	14,04	7,60	493,06
1984/85	63,75	160,98	64,42	75,28	58,64	70,48	74,14	16,94	14,52	6,03	1,12	0,31	606,60
1985/86	8,90	52,57	72,75	59,75	85,16	20,74	19,51	13,10	11,68	0,84	11,16	26,80	382,96

Ano Hid.	Escoamento (mm)												Ano
	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	
1986/87	6,68	13,14	14,49	11,90	21,08	9,69	13,25	1,87	4,04	1,46	4,11	12,43	114,15
1987/88	85,02	8,67	24,75	41,59	32,85	6,12	28,59	32,41	26,98	17,40	0,30	2,82	307,50
1988/89	9,36	5,78	2,74	2,12	9,36	4,83	10,45	2,50	0,18	0,06	1,40	0,41	49,18
1989/90	27,97	108,31	97,32	74,54	37,54	6,40	23,01	11,64	6,42	1,64	6,15	16,85	417,78
1990/91	90,06	42,17	46,90	39,44	49,02	64,59	16,56	2,41	3,98	5,47	6,34	20,29	387,24
1991/92	17,94	29,20	7,97	8,78	5,02	6,44	15,95	12,23	12,24	2,41	6,54	9,43	134,16
1992/93	60,07	35,06	60,47	25,91	8,05	19,73	65,61	81,09	15,49	0,46	2,68	76,04	450,67
1993/94	119,87	76,39	70,07	139,24	73,21	6,15	37,46	77,98	10,26	2,22	13,59	25,89	652,31
1994/95	36,12	53,26	44,91	58,80	51,47	14,83	16,48	25,38	0,59	7,43	1,74	18,03	329,04
1995/96	42,65	98,71	71,90	105,27	74,34	39,72	25,73	29,48	2,27	5,68	7,83	26,65	530,24
1996/97	10,12	22,51	45,47	26,08	9,84	1,70	9,73	31,03	17,20	1,74	9,61	0,43	185,49
1997/98	58,50	151,19	84,49	69,04	16,62	14,85	131,28	31,14	8,99	4,90	0,33	67,61	638,93
1998/99	8,73	15,08	16,21	14,53	5,99	17,37	13,35	15,50	4,60	2,00	12,67	21,83	147,87
1999/00	60,60	17,45	51,55	9,47	14,14	12,30	84,94	32,51	3,62	17,17	7,11	13,25	324,12
Média	45,88	57,32	64,79	63,04	58,01	42,32	35,47	33,71	15,89	5,85	7,62	19,64	449,55
Desvio Padrão	47,10	52,76	58,59	50,57	65,14	37,91	33,02	26,53	17,46	7,84	7,76	18,30	285,34

A última caracterização do regime natural de aflúências nas sub-bacias em estudo tem por base a série de caudais médios mensais, identificando os caudais que se admite poderem representar condições secas e condições húmidas. Para tal, considerou-se que o caudal relativo a um dado ano traduz as condições referidas se, no período para o qual foi estabelecida a série, ocorrerem caudais anuais inferiores, respectivamente, em apenas 20% dos anos e em 80% dos anos. As aflúências mensais médias, para cada sub-bacia, estão apresentadas no Quadro 3.4.5 e Quadro 3.4.6.

Quadro 3.4.5 - Aflúências mensais médias na sub-bacia Rio de Lamas

RIO de LAMAS													
Mês		OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
Aflúências mensais médias (m³/s)	Aflúências Mensais Ano Médio	0,487	0,634	0,703	0,692	0,643	0,498	0,375	0,369	0,174	0,067	0,085	0,213
	Aflúências Mensais Ano Seco	0,260	0,070	0,206	0,484	0,171	0,579	0,132	0,122	0,041	0,019	0,022	0,494
	Aflúências Mensais Ano Húmido	1,193	0,815	0,734	1,453	0,744	0,168	0,382	0,824	0,118	0,028	0,132	0,288

Quadro 3.4.6 - Aflúências mensais médias na sub-bacia Vala Maceda

VALA MACEDA													
Mês		OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
Aflúências mensais médias (m³/s)	Aflúências Mensais Ano Médio	0,881	1,137	1,244	1,251	1,114	0,840	0,681	0,669	0,305	0,116	0,146	0,390
	Aflúências Mensais Ano Seco	0,194	0,447	0,873	0,518	0,189	0,034	0,187	0,616	0,330	0,035	0,185	0,009
	Aflúências Mensais Ano Húmido	1,123	3,000	1,622	1,370	0,319	0,295	2,521	0,618	0,173	0,097	0,006	1,341

De modo a validar a escolha da estação hidrométrica, procedeu-se ainda à comparação entre os valores obtidos para a estação hidrométrica de Ponte Minhoteira e Ponte de Vale Maior. Esta análise é apresentada no Anexo 9.

3.5. Estimativa do caudal de ponta de cheia

3.5.1. Cálculo da precipitação máxima anual com duração igual e tripla do tempo de concentração. Hietogramas de projecto

De acordo com os postos udométricos com registos de precipitações diárias máximas anuais, que têm influência na Barrinha de Esmoriz, estimou-se que a precipitação diária máxima anual com período de retorno de 100 e 2 anos, P_{24}^t , toma o valor de 114,2 mm e 54,8 mm para Vala Maceda, e 143,8 mm e 69,7 mm para rio de Lamas, respectivamente. Contudo, a partir deste resultado, é necessário estimar a precipitação máxima anual na Barrinha de Esmoriz para cada período de retorno adoptado e com a duração, não de 24 h, mas igual e tripla do tempo de concentração da bacia, t_c , estimado em 3h, P_t^T , multiplicando P_{24}^t pelo quociente P_t/P_{24} obtido de acordo com o procedimento desenvolvido por Portela (2006a).

Com base nos postos udométricos para os quais Brandão *et al.* (2001) estabeleceu as curvas intensidade-duração-frequência (curvas IDF), utilizou-se a curva referente ao posto mais próximo da Barrinha, designadamente o posto de Aveiro (Universidade).

Uma curva IDF relaciona a duração da precipitação intensa com a respectiva intensidade através de uma equação do tipo:

$$i = a \times t^b$$

em que i representa a intensidade da precipitação, t , a respectiva duração e a e b são parâmetros adimensionais.

Os parâmetros a e b , em função da duração da precipitação, das curvas IDF relativas ao posto udográfico de Aveiro (Universidade) para o período de retorno, T , de 100 e 2 anos, para i expresso em mm/h e t em min, são apresentados no Quadro 3.5.1.

Quadro 3.5.1 - Curvas IDF do posto de Aveiro – Universidade
(parâmetros correspondentes ao período de retorno de 100 e 2 anos)

Duração da precipitação	a	n
T=100 anos		
30 min < t < 6h	677,66	-0,725
6h <= t < 48h	586,04	-0,689
Duração da precipitação	a	n
T=2 anos		
30 min < t < 6h	253,7	-0,654
6h <= t < 48h	278,52	-0,669

A utilização destas curvas evidenciou que as IDF relativas a durações entre 30 min e 6 h e entre 6 e 48 h conduziam a intensidades e, consequentemente, a precipitações com a duração de 6 h distintas. Pelo que, se optou por considerar apenas a IDF referente a durações compreendidas entre 30 min e 6 h, mesmo quando a duração da precipitação de projecto era superior a 6 h. Admite-se que esta simplificação não acarreta erros significativos, uma vez que as IDF não foram utilizadas para avaliar precipitações, mas apenas para atribuir padrões temporais às precipitações estimadas mediante análise estatística de séries de precipitações diárias máximas anuais.

Deste modo, a precipitação máxima anual para a Barrinha de Esmoriz correspondente ao período de retorno de 100 anos e à duração de $t_c=3h$, ou seja, a denominada precipitação de projecto a considerar no estudo de cheias, obtém-se da seguinte forma:

$$P_t^T = P_{24}^t \times \frac{P_t}{P_{24}}$$

Seguidamente é necessário associar à precipitação de projecto um hietograma que defina a correspondente intensidade da precipitação durante o tempo de concentração, ou seja, ao longo das 3 h.

Neste contexto, associaram-se às precipitações com os períodos de retorno de 2 e 10 anos e duração igual e tripla do tempo de concentração, hietogramas uniformes e também hietogramas não uniformes, dado que, de acordo com estudos efectuados para Portugal Continental por Portela *et al.* (2000), verificou-se que a consideração de hietogramas com intensidade variável conduz a caudais de ponta de cheia sempre superiores aos caudais que decorrem da hipótese de uniformidade temporal da intensidade da precipitação. Este estudo revelou, ainda, que dos diversos hietogramas com intensidade não uniforme, os de blocos alternados conduzem a caudais de ponta de cheia mais elevados, pelo que se aplicou esse procedimento na disposição dos blocos dos hietogramas em análise.

Obteve-se, assim, os “cenários” associados às precipitações de projecto referentes aos períodos de retorno de 2 e 100 anos: precipitações com durações iguais e triplas de t_c e, para cada duração, um hietograma uniforme e outro não uniforme ao longo do tempo.

Para obter os hietogramas não uniformes ordenaram-se os blocos de forma a maximizar o caudal de ponta de cheia. Deste modo os blocos devem ser distribuídos alternadamente, em torno do seu máximo por ordem não crescente, de forma simétrica relativamente à distribuição temporal das ordenadas do hidrograma unitário. Os Anexos 10 a 13 contêm os cálculos e os respectivos hietogramas não uniformes considerados para cada sub-bacia, para cada período de retorno considerado.

3.5.2. Estimativa do caudal de ponta de cheia por aplicação da fórmula racional

A estimativa de caudais de ponta de cheia a partir de precipitações intensas é efectuada, normalmente, por fórmulas empírico-cinemáticas, designadamente por aplicação da fórmula racional:

$$Q = CiA$$

em que:

- Q – caudal de ponta de cheia com período de retorno adoptado T anos;

- C – coeficiente que, entre outros factores, traduz as perdas de precipitação para o escoamento, dependendo do período de retorno;
- i – intensidade média de precipitação total para o período de retorno adoptado e duração igual ao tempo de concentração;
- A – área da bacia hidrográfica.

De modo a atender ao facto da consideração da não uniformidade temporal da precipitação conduzir a caudais de ponta de cheia superiores aos estimados com base em hietogramas uniformes, procedeu-se à aplicação da fórmula racional com um factor de majoração, dado pela seguinte equação, Hipólito *et al.* (2006):

$$f = 2 - \sqrt{n}$$

onde “n” é o expoente da linha de possibilidade udométrica que, no caso em estudo, é dado pela diferença para a unidade do expoente b da curva IDF referente ao posto udográfico de Aveiro para o período de retorno de 100 e 2 anos e para durações da precipitação entre 30 min e 6 h, conforme justificado anteriormente. Em conformidade com o Quadro 3.5.1, obtém-se $n=0,5$ conducente ao caudal de ponta da cheia de 354,0 m³/s (T=100 anos) e 145,1 m³/s (T=2 anos) e 197,5 m³/s (T=100 anos) e 82,6 m³/s (T=2 anos), para Vala Maceda e rio de Lamas, respectivamente.

Contudo, a comparação dos resultados de diferentes modelos de análise de cheias sugere que a fórmula racional com factor de majoração conduz a estimativas dos caudais de ponta de cheia por excesso.

3.5.3. Estimativa do caudal de ponta de cheia por aplicação do hidrograma unitário sintético, HUS, do Soil Conservation Service, SCS

O estudo de cheias mediante a aplicação de técnicas baseadas no hidrograma unitário teve como objectivo definir os hidrogramas de cheia a utilizar no estudo dos caudais afluentes à barrinha de Esmoriz.

Para o efeito, utilizou-se o hidrograma unitário sintético, HUS, do Soil Conservation Service, SCS (Mccuen, 1982). A sua aplicação às precipitações de projecto foi efectuada através do programa HEC-HMS (U.S. AR CORPS OF ENGINEERS, 1990).

O HUS do SCS é um hidrograma adimensional que tem como parâmetro o tempo de atraso (lag time - t_L), definido como sendo o intervalo de tempo que decorre entre o centro de gravidade do hietograma da precipitação efectiva uniforme (com duração D) e o caudal de ponta do HU.

O tempo para a ponta do hidrograma unitário, t_p , obedece à seguinte relação:

$$t_p = \frac{D}{2} + t_L$$

em que para o tempo de lag, t_L , é sugerida a adopção de 60% do tempo de concentração da bacia hidrográfica, t_c , SCS (1985), e HEC (2002), pelo que se adoptou 0,6 t_c ou seja, 108 minutos ($t_L=0,6 \times t_c=0,6 \times 3 \times 60$).

Para ter em conta um efeito conjunto nos caudais de ponta de cheia da retenção superficial, da infiltração, da detenção superficial e do armazenamento nos leitos dos cursos de água, no modelo de perdas de precipitação,

foi necessário fornecer ao programa HEC-HMS o número de escoamento (CN) determinado de acordo com o tipo de solo e com as condições de utilização e de cobertura da bacia hidrográfica.

O número de escoamento foi obtido de acordo com Lencastre e Franco (1984), para condições antecedentes de humidade médias, AMC II, sendo corrigido para condições antecedentes de humidade mais húmidas, AMC III, por serem as que mais frequentemente se registam em Portugal Continental. Segundo Chow *et al.* (1988):

$$CN(III) = \frac{23CN(II)}{10 + 0.13CN(II)}$$

Os números de escoamento utilizados para cada sub-bacia encontram-se no Quadro 3.5.2 e Quadro 3.5.3:

Quadro 3.5.2 - Número de escoamento ponderado para Vala Maceda

	Vala Maceda (A=51,43km²)					
	Tipo de solo				Total CN * Área	Total Área
	B		C			
Uso do solo	Área	CN	Área	CN		
Área agrícola	0,121	75	0,089	85	16,66	0,210
Floresta	0,310	62	0,188	70	32,29	0,498
Zonas industriais	0,180	92	0,112	94	27,10	0,292
Outro	0,001	100	0,000	0	0,08	0,001
Total	0,611	329	0,389	249	76	1
	Número de escoamento ponderado				AMCII	76
					AMCIII	88

Quadro 3.5.3 - Número de escoamento ponderado para Rio de Lamas

Uso do solo	Rio de Lamas (A=25,38km²)					
	Tipo de solo				Total CN * Área	Total Área
	B		C			
	Área	CN	Área	CN		
Área agrícola	0,017	75	0,093	89	9,59	0,110
Floresta	0,026	60	0,287	70	21,63	0,313
Zonas industriais	0,060	92	0,516	94	54,02	0,576
Outro	0,001	100	0,000	0	0,10	0,001
Total	0,105	327	0,895	253	85	1
	Número de escoamento ponderado				AMCII	85
					AMCIII	93

Como antes mencionado, consideraram-se precipitações com duração igual e tripla do tempo de concentração (tc e 3tc). A cada uma destas precipitações associaram-se hietogramas uniformes (com duração igual a 3tc) e

não uniformes, constituídos por blocos com durações, dt , de 60, 30 e 15 min (Anexos 10 e 11). Os hidrogramas assim obtidos são apresentados na Figura 3.5.1 e Figura 3.5.3 para a sub-bacia de Rio de Lamas e Vala Maceda, respectivamente, para cada períodos de retorno de 100 e 2 anos, sendo identificados pela duração da precipitação a que respeitam (t_c ou $3t_c$) seguida da indicação da duração de cada bloco do hietograma (dt).

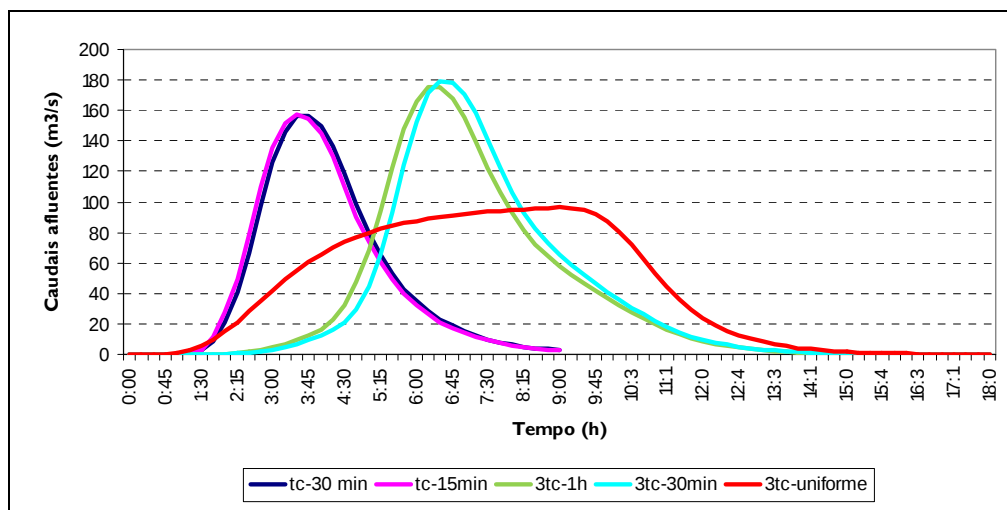


Figura 3.5.1 - Hidrogramas de cheias afluentes à sub-bacia de Rio de Lamas, para período de retorno de 100 anos

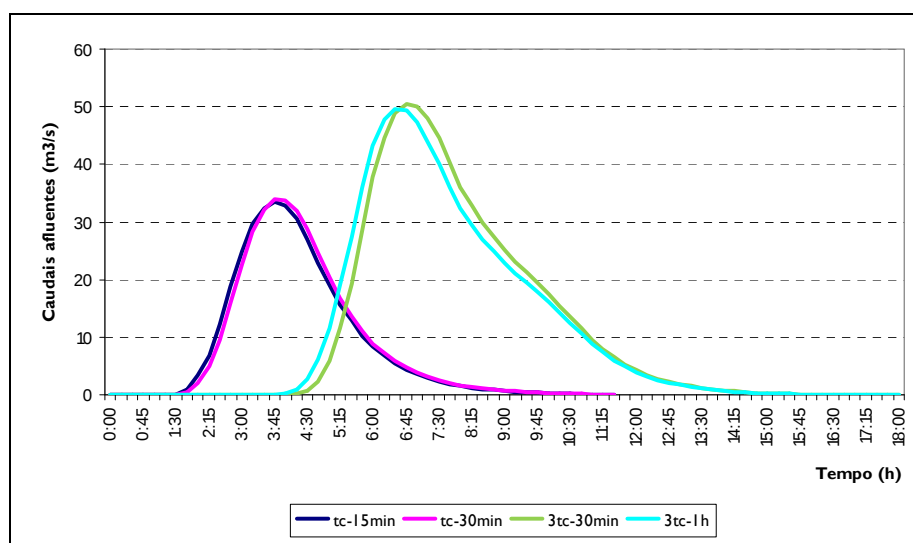


Figura 3.5.2 - Hidrograma de cheia afluente à sub-bacia rio de Lamas, para o período de retorno de $T=2$ anos

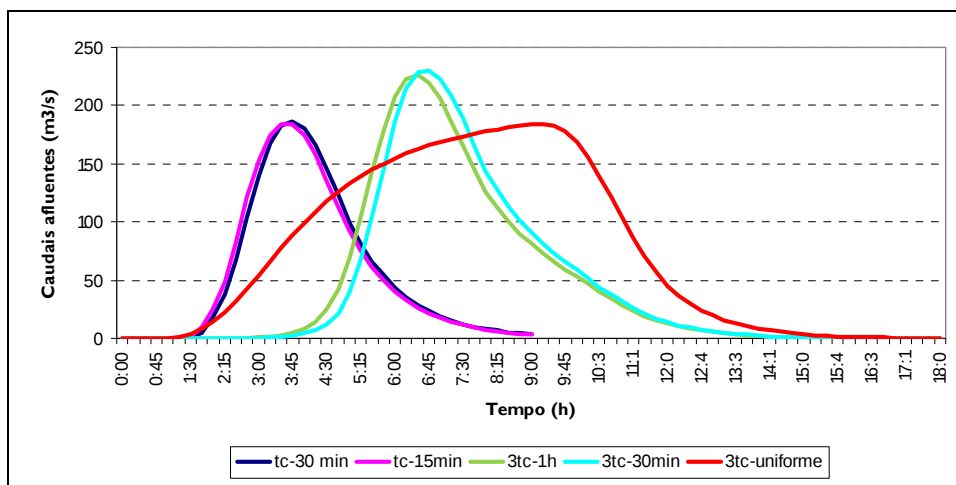


Figura 3.5.3 - Hidrogramas de cheias afluentes à sub-bacia de Vala Maceda, para período de retorno de 100 anos

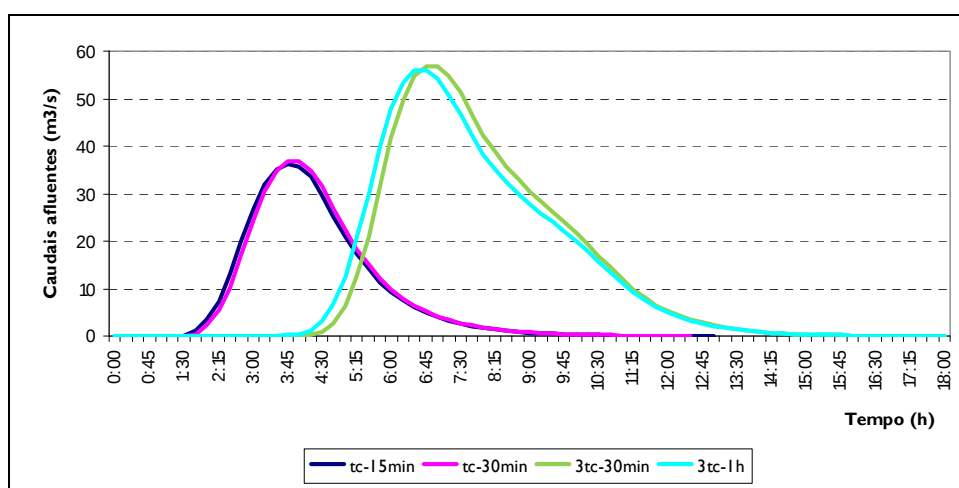


Figura 3.5.4 - Hidrograma de cheia afluente à sub-bacia Vala Maceda, para o período de retorno de T=2 anos

A Figura 3.5.1 a Figura 3.5.4 evidenciam o facto de, a consideração de precipitações uniformes com durações triplas do tempo de concentração conduzirem a maiores caudais de ponta de cheia. O caudal de ponta de cheia obtido com base na consideração de uma precipitação com intensidade uniforme e duração igual ao tempo de concentração é da ordem de grandeza do caudal estimado por aplicação da fórmula racional ($Q = 274 \text{ m}^3/\text{s}$ para Vala Maceda e $Q = 150 \text{ m}^3/\text{s}$ para Rio de Lamas, para período de retorno de 100 anos). Verifica-se, ainda que, desde que se considerem hietogramas com intensidade variável, se obtêm caudais de ponta de cheia da mesma ordem de grandeza, independentemente da duração da precipitação e do número de blocos utilizados na discretização temporal do hietograma, sendo que, neste caso, os caudais correspondentes aos hietogramas variáveis, para períodos de retorno, com duração igual ao tempo de concentração, é da ordem dos $180 \text{ m}^3/\text{s}$ (Vala Maceda) e $160 \text{ m}^3/\text{s}$ (rio de Lamas) e os caudais correspondentes aos hietogramas variáveis, com duração tripla do tempo de concentração, é da ordem dos $230,4 \text{ m}^3/\text{s}$ (Vala Maceda) e $179,4 \text{ m}^3/\text{s}$ (rio de Lamas). Tais caudais excedem muito significativamente os associados a precipitações com intensidade uniforme. Para T=2 anos, obtiveram-se de $57 \text{ m}^3/\text{s}$ para Vala Maceda e $51 \text{ m}^3/\text{s}$ para rio Lamas.

3.5.4. Estimativa do caudal de ponta de cheia por aplicação da fórmula de Meyer

3.5.4.1. Análise estatística das séries de caudais instantâneos máximos anuais

A análise estatística incidiu sobre a série de caudais instantâneos máximos anuais relativa à estação hidrométrica de Ponte Minhoteira (09FI/01H) e Ponte de Vale Maior (09G/01H).

Confirmada a qualidade dos registos (Anexo 6) e atendendo a que se pretende caracterizar estatisticamente fenómenos hidrológicos extremos (o que aponta no sentido da adopção de uma lei estatística de extremos), postularam-se como leis com adaptabilidade a averiguar a lei de Gumbel e a lei de Pearson III. A lei Normal também foi considerada uma vez que intervém nos cálculos relativos à lei de Pearson III. Os resultados assim obtidos apresentam-se na Figura 3.5.5 e Figura 3.5.6.

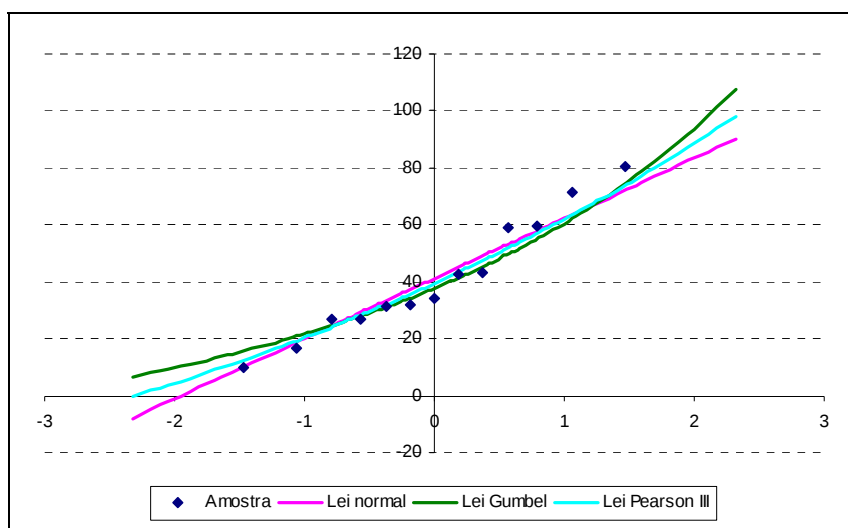


Figura 3.5.5 - Série de caudais instantâneos máximos anuais na estação hidrométrica de Ponte Minhoteira (ajustamento de leis estatísticas)

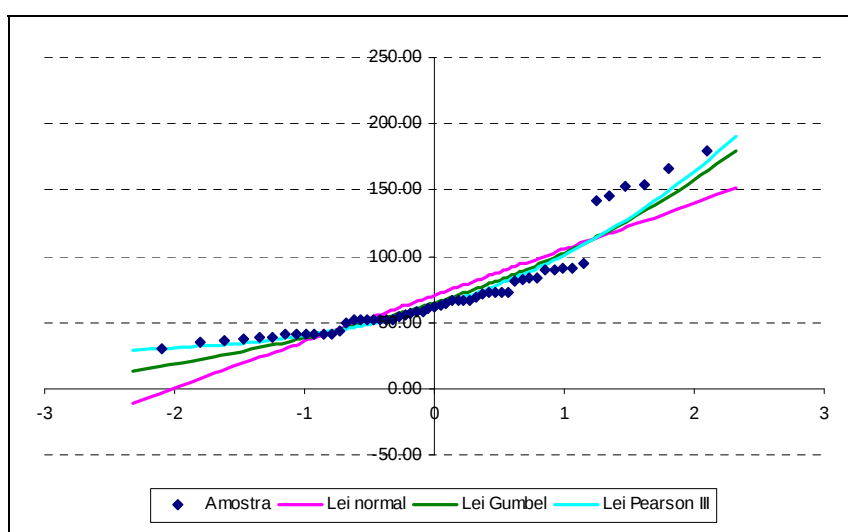


Figura 3.5.6 - Série de caudais instantâneos máximos anuais na estação hidrométrica de Ponte de Vale Maior (ajustamento de leis estatísticas)

De acordo com a Figura 3.5.5 e Figura 3.5.6, seleccionou-se a lei de Gumbel e a lei de Pearson III para a estação hidrométrica de Ponte Minhoteira e Ponte de Vale Maior, respectivamente, como sendo as que exibem melhor ajustamento. Em concordância, o caudal de ponta de cheia com um período de retorno de 100 anos, na estação hidrométrica de Ponte Minhoteira (09F/01H), é de 107 m³/s e na estação de Vale Maior (09G/01H) de 190 m³/s. Para um período de retorno de 2 anos, obtiveram-se 37,7 m³/s para a estação hidrométrica de Ponte Minhoteira e 61,5 m³/s para a estação de Ponte Vale Maior.

3.5.4.2. Aplicação da fórmula de Meyer

Em complemento das estimativas do caudal de ponta de cheia apresentadas no subcapítulo anterior, procedeu-se ainda à avaliação do caudal por aplicação da fórmula de Meyer, (Quintela, 1984, p. 675 a 678).

$$\frac{Q_1}{Q} = \left(\frac{A_1}{A} \right)^\alpha$$

em que A é a área das sub-bacias Vala Maceda (51,4 km²) e rio de Lamas(25,4 km²); A1 a área da bacia hidrográfica da estação hidrométrica de Ponte Vale Maior (189,7 km²); Q e Q1 os correspondentes caudais de ponta de cheia (m³/s). Para o coeficiente α adoptou-se o valor de 0,5 estimado por Loureiro (1984) para a Zona 3.

O caudal de ponta de cheia afluente às sub-bacias de Vala Maceda e rio de Lamas, para um período de retorno de 100 anos, assim obtido, foi cerca de 99,0 e 69,6 m³/s, respectivamente. Para T=2 anos obteve-se cerca de 32,0 m³/s para Vala Maceda e 22,5 m³/s para rio Lamas.

3.5.5. Fórmulas de Base Estatística. Fórmula de Loureiro

Loureiro (1984), tendo por base as séries de caudais instantâneos máximos anuais registadas em 55 estações hidrométricas de Portugal Continental, apresenta fórmulas regionais do tipo:

$$Q = CA^Z$$

em que Q é o caudal de ponta de cheia (m³/s) com período de retorno na bacia hidrográfica com área A (km²) e C e Z são parâmetros regionais, dependendo o primeiro do período de retorno.

A bacia hidrográfica da secção de barrinha de Esmoriz e da estação hidrométrica de Ponte de Vale Maior estão relativamente próximas, sendo os coeficientes C e Z a adoptar os correspondentes à região 3 (Figura 3.5.7) 49,50 e 0,510, respectivamente.

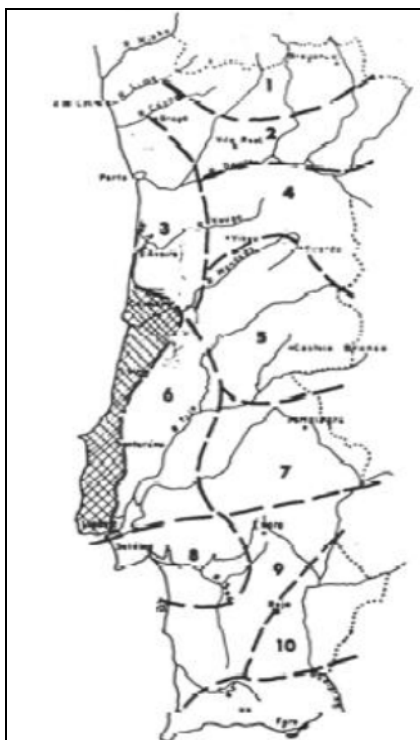


Figura 3.5.7 - Regionalização proposta por Loureiro (1984)

O caudal de ponta de cheia afluyente à secção, para um período de retorno de 100 anos, obtido foi de 369,3 m³/s para Vala Maceda e 257,7 m³/s para rio de Lamas. Contudo este método conduz a caudais de ponta de cheia por excesso, tornando a sua aplicação pouco fidedigna, podendo levar a um sobredimensionamento e subaproveitamento, do estudo hidrológico da bacia em questão.

3.5.6. Regionalização de Cheias em Portugal Continental

O estudo de regionalização de caudais instantâneos máximos anuais, permite estimar caudais de ponta de cheia com dados períodos de retorno em secções da rede de drenagem de Portugal Continental em regime natural, na ausência ou insuficiência de registos hidrométricos.

Como resultado da aplicação da metodologia de Dalrymple (1960) e do método do índice de cheias às séries de caudais instantâneos máximos anuais em 120 estações hidrométricas portuguesas, propõem-se, assim, as seis regiões homogéneas, em termos de caudais de ponta de cheia, esquematizadas na Figura 3.5.8.

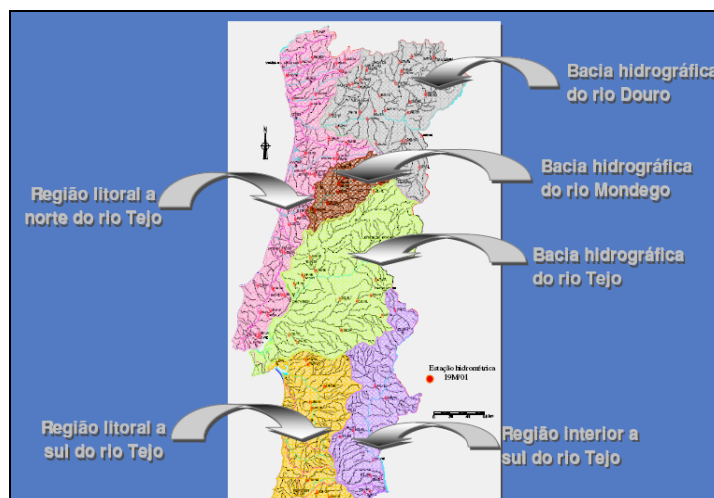


Figura 3.5.8 - Proposta de regionalização de Portugal Continental no que se refere a caudais instantâneos máximos anuais

Para cada região foram estabelecidas duas relações:

- Curva regional de distribuição de frequências Figura 3.5.9 (a) que, em função do período de retorno, T , fornece o quociente, $Q_T / Q_{2.33}$, entre o caudal de ponta de cheia com aquele período, Q_T , e o índice de cheias, $Q_{2.33}$;
- Área da bacia hidrográfica objecto da análise de cheias, que permite obter o índice de cheia, $Q_{2.33}$ Figura 3.5.9 (b).

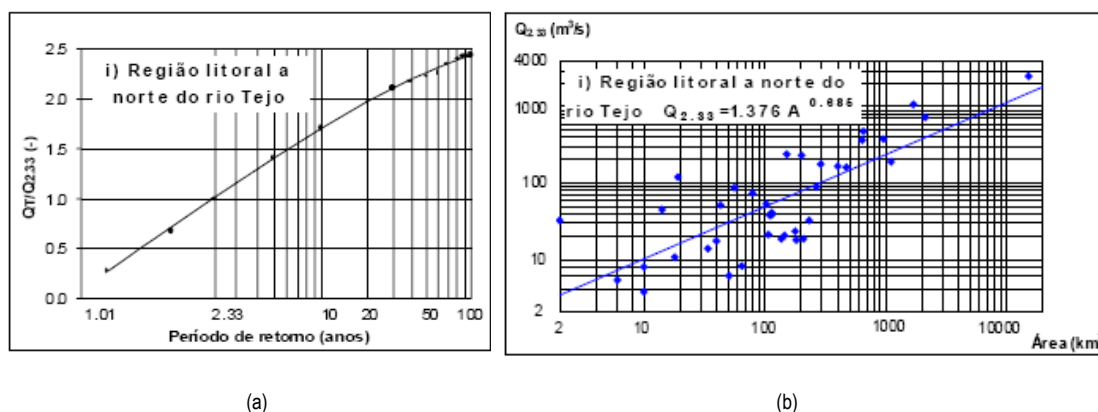


Figura 3.5.9 - Regionalização proposta para a região litoral a norte do rio Tejo: (a) Curvas regionais de distribuição de frequências; (b) Relação entre a área da bacia hidrográfica e o índice de cheias, $Q_{2.33}$

A sequência de cálculo que, baseada nas relações precedentes, conduz à estimativa de caudais de ponta de cheia em secções não monitorizadas da rede hidrográfica de Portugal Continental efectua-se de acordo com as seguintes etapas:

- i) definição da bacia hidrográfica relativa à secção de cálculo e obtenção da respectiva área, A ;
- ii) identificação da região homogénea em que tal bacia se insere;

- iii) leitura, na curva regional de distribuição de frequências referente à anterior região, do valor da relação $QT/Q2.33$ correspondente ao período de retorno, T , para o qual se pretende estimar o caudal de ponta de cheia, QT ;
- iv) leitura, na curva que, para a região, relaciona áreas de bacias hidrográficas com índices de cheias, do valor deste índice, $Q2.33$, correspondente à área A obtida em i);
- v) obtenção do caudal de ponta de cheia pretendido, QT , por multiplicação dos valores de $QT/Q2.33$ e de $Q2.33$, respectivamente obtidos em iii) e iv).

Deste modo, obtiveram-se caudais de ponta de cheia de 50,1 m³/s e 20,5 m³/s para Vala Maceda e 30,9 m³/s e 12,6 m³/s para rio de Lamas para períodos de retorno de 100 e 2 anos, respectivamente. Estes valores, não serão certamente uma boa aproximação do caudal de ponta de cheia afluente à secção da Barrinha de Esmoriz, visto que surge de uma análise de regressão linear simples no campo das deformadas logarítmicas de índice de cheia ($Q2.33$) e a área da bacia.

3.6. Caudal de ponta de cheia adoptado

No Quadro 3.6.1 resumem-se os valores dos caudais de ponta de cheia afluentes às sub-bacias, fornecidos pelos diferentes modelos aplicados.

Quadro 3.6.1 - Síntese das estimativas dos caudais de ponta de cheia (m³/s)

Procedimento	Caudais de ponta de cheia (m ³ /s)			
	T=100 anos		T=2 anos	
	Vala Maceda	Rio de Lamas	Vala Maceda	Rio de Lamas
Fórmula racional	274	153	112	64
Modelo do HUS do SCS: Hietograma: 3tc; dt=30min	230,4	179,4	57,0	51,0
Fórmula de Meyer	99,0	69,6	32,0	22,5

Conforme se indica no quadro precedente, para os períodos de retorno considerados ($T=100$ anos e $T=2$ anos), a estimativa do caudal de ponta de cheia mais baixa corresponde à aplicação da fórmula de Meyer, enquanto os caudais de ponta mais elevados correspondem à aplicação da fórmula racional. Deste forma consideraram-se como valores mais próximos da realidade os valores calculados pelo modelo do HUS, do SCS, para ambas as sub-bacias.

Dado que o modelo do hidrograma unitário é reconhecido como o modelo mais adequado para estimar os hidrogramas de cheia necessários no prosseguimento dos estudos, apresentam-se de seguida os hidrogramas de cheia obtidos com recurso ao HUD do SCS a partir do hietograma não uniforme, com duração tripla do tempo de concentração e distribuição temporal da precipitação efectiva por blocos alternados, com duração de 30 min, das sub-bacias.

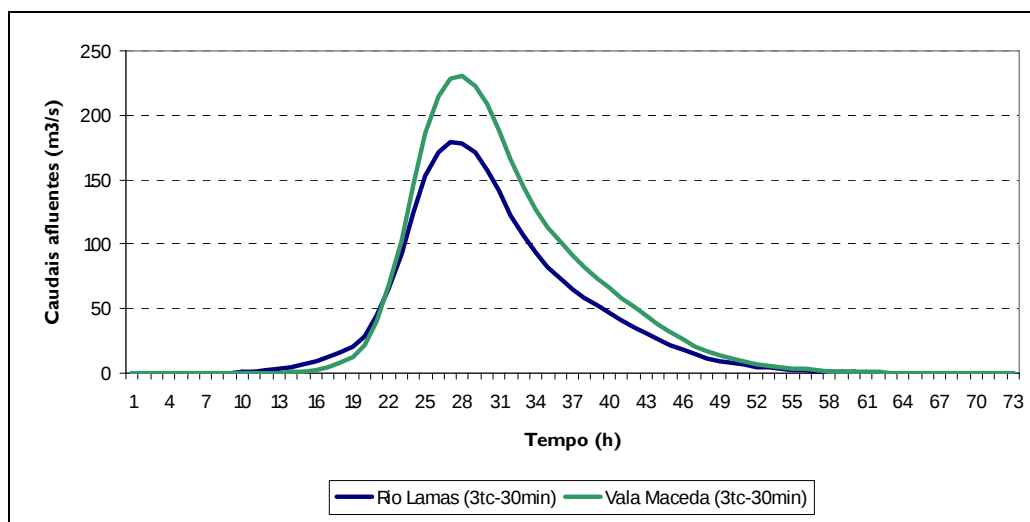


Figura 3.6.1 - Hidrogramas de cheias afluentes, correspondente a um período de retorno de 100 anos

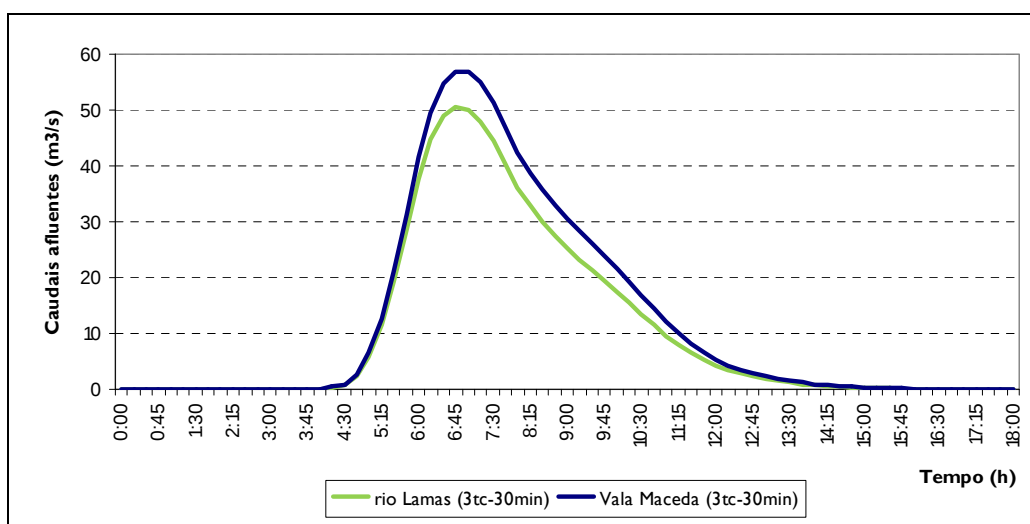


Figura 3.6.2 - Hidrogramas de cheias afluentes, correspondente a um período de retorno de 2 anos

Existe ainda uma pequena área que drena para a Barrinha de Esmoriz com cerca de 5,5 km² a qual se considerou, dada a sua reduzida dimensão, um caudal de cheia obtido a partir da média dos caudais específicos das sub-bacias de Vala Maceda e rio Lamas (27,7 m³/s).

ANEXO 2 - SÉRIES DE PRECIPITAÇÃO DIÁRIA MÁXIMA ANUAL

ANEXO 2 - SÉRIES DE PRECIPITAÇÃO DIÁRIA MÁXIMA ANUAL

Quadro 2.1 - Séries de precipitação diária máxima anual nos postos udométricos com influência na bacia hidrográfica e correspondentes descritores estatísticos (média, desvio-padrão, coeficiente de variação e coeficiente de assimetria), para o período de 1932/1933 a 2000/2001

Precipitação diária máxima anual (mm)				
Ano hidrológico	Espargo (08F/02UG)	Fiaes (08F/01U)	Barragem de Castelo Burgães (08G/01C)	Albergaria a Velha (09G/01UG)
32/33	37,00	58,40	-	-
33/34	46,00	59,20	-	38,60
34/35	88,00	56,20	-	33,80
35/36	64,00	96,40	-	74,20
36/37	72,00	60,60	-	88,00
37/38	73,40	63,80	-	76,00
38/39	79,20	64,20	-	51,00
39/40	68,00	63,60	111,50	63,60
40/41	68,00	98,40	103,00	89,60
41/42	106,00	52,40	122,00	76,00
42/43	54,00	48,20	55,50	66,20
43/44	54,00	57,80	71,30	72,00
44/45	62,40	101,40	148,60	105,40
45/46	76,40	120,00	114,60	66,40
46/47	46,80	52,00	60,00	50,20
47/48	52,40	90,60	87,00	96,40
48/49	48,40	83,60	68,80	56,00
49/50	98,60	112,40	74,10	55,20
50/51	56,00	73,40	64,20	41,20
51/52	48,20	76,00	81,80	43,60
52/53	58,60	68,80	106,00	58,00
53/54	49,20	38,00	70,20	64,80
54/55	53,20	87,00	120,00	61,00
55/56	54,60	82,40	88,00	70,40
56/57	57,80	71,80	111,80	82,20
57/58	51,40	71,20	80,50	53,80
58/59	53,80	99,60	90,00	66,20
59/60	55,60	84,80	70,30	89,80
60/61	56,40	133,80	81,50	70,40

Precipitação diária máxima anual (mm)				
Ano hidrológico	Espargo (08F/02UG)	Fiães (08F/01U)	Barragem de Castelo Burgães (08G/01C)	Albergaria a Velha (09G/01UG)
61/62	58,40	83,00	92,80	78,00
62/63	52,40	120,80	94,50	60,00
63/64	53,20	58,50	83,00	45,00
64/65	57,60	115,50	79,50	69,30
65/66	57,80	119,00	114,80	70,80
66/67	84,00	96,50	95,00	64,60
67/68	52,40	78,50	88,50	58,10
68/69	54,50	77,30	83,20	69,40
69/70	55,50	68,00	83,20	62,40
70/71	49,50	63,60	79,00	48,30
71/72	45,00	99,00	60,50	38,30
72/73	59,50	96,50	203,50	42,20
73/74	57,60	79,50	127,00	60,50
74/75	49,60	91,00	129,00	50,70
75/76	65,20	118,20	90,60	56,30
76/77	56,70	42,50	69,50	28,70
77/78	58,60	96,80	130,40	75,30
78/79	59,40	91,10	117,00	43,40
79/80	57,40	175,40	115,70	70,20
80/81	34,70	74,10	73,20	48,20
81/82	34,90	103,00	70,30	45,60
82/83	34,80	130,80	80,00	78,60
83/84	34,70	79,00	54,50	49,20
84/85	34,20	56,50	78,80	44,80
85/86	41,60	83,50	57,10	50,00
86/87	34,50	-	76,80	36,40
87/88	31,40	-	73,80	29,80
88/89	31,40	-	50,10	44,80
89/90	34,20	-	63,80	37,20
90/91	35,20	-	80,30	43,40
91/92	34,60	-	65,60	37,40
92/93	34,20	-	84,50	19,80
93/94	34,80	-	116,10	34,70
94/95	32,70	-	86,10	40,00

Precipitação diária máxima anual (mm)				
Ano hidrológico	Espargo (08F/02UG)	Fiães (08F/01U)	Barragem de Castelo Burgães (08G/01C)	Albergaria a Velha (09G/01UG)
95/96	32,50	-	130,50	43,90
96/97	35,00	-	108,70	54,60
97/98	32,50	-	77,50	-
98/99	34,20	-	55,30	-
99/00	31,40	-	85,40	-
00/01	34,80	-	123,50	-
Média (mm)	52,06	83,77	90,47	57,65
Desvio padrão (mm)	16,35	26,29	27,20	17,78
Coef, Variação	0,31	0,31	0,30	0,31
Coef, Assimetria	0,96	0,90	1,39	0,38

ANEXO 3 - SÉRIES DE PRECIPITAÇÃO ANUAL

ANEXO 3 - SÉRIES DE PRECIPITAÇÃO ANUAL

Quadro 3.1 - Séries de precipitação anual nos postos udométricos que influenciam a precipitação anual média sobre a bacia hidrográfica e correspondentes descrições estatísticas (média, desvio-padrão, coeficiente de variação e coeficiente de assimetria), para o período de 1932/1933 a 2000/2001

Precipitação anual (mm)				
Ano hidrológico	Espargo (08F/02UG)	Fiaes (08F/01U)	Barragem de Castelo Burgães (08G/01C)	Albergaria a Velha (09G/01UG)
32/33	-	1430,4	-	1003,6
33/34	1138,8	1116,8	-	972,1
34/35	1358,8	1316,6	-	1288,0
35/36	2515,6	2542,6	-	2514,2
36/37	-	1619,8	-	1483,7
37/38	1396,0	1329,0	-	1259,2
38/39	1579,0	1724,0	2128,4	1479,9
39/40	2098,4	1777,0	2280,0	1746,2
40/41	2010,2	1951,3	2916,2	2126,8
41/42	1450,8	1671,1	1621,8	1464,0
42/43	1170,8	1364,0	1673,8	1186,5
43/44	1019,6	1262,0	1316,6	1132,0
44/45	949,4	1018,9	1237,5	841,7
45/46	1522,6	-	1996,1	1549,8
46/47	1480,6	2143,4	2213,4	1611,0
47/48	977,0	1340,3	1484,6	1085,0
48/49	855,6	1007,2	966,8	891,0
49/50	1015,6	1330,4	1552,5	961,2
50/51	1446,0	1894,3	2028,4	1374,8
51/52	1131,2	1320,2	1686,7	1086,0
52/53	797,6	834,1	1138,6	773,6
53/54	1081,2	1183,8	1477,3	1110,0
54/55	1284,0	1417,4	1837,2	1413,6
55/56	1760,6	1924,4	2283,3	1681,1
56/57	985,2	1106,2	1176,9	933,0
57/58	1224,0	1471,4	1681,4	977,3
58/59	1405,0	1685,4	1931,4	989,2
59/60	1925,2	3712,0	2748,6	1422,1
60/61	2064,6	2384,8	2455,2	1927,8

Precipitação anual (mm)				
Ano hidrológico	Espargo (08F/02UG)	Fiães (08F/01U)	Barragem de Castelo Burgães (08G/01C)	Albergaria a Velha (09G/01UG)
61/62	1357,2	1623,6	1991,9	1321,9
62/63	1449,6	1553,4	2009,3	1074,2
63/64	1680,7	1805,2	2234,2	1585,3
64/65	1104,3	1213,1	1478,5	1096,0
65/66	2344,0	2551,1	3104,5	2022,3
66/67	1299,5	1510,7	1743,9	1124,9
67/68	1273,2	1247,9	1625,8	1062,2
68/69	1946,1	1965,0	2513,9	1382,9
69/70	1347,0	1381,8	1662,7	1225,6
70/71	1352,6	1596,7	1697,3	1186,6
71/72	1171,6	1267,1	1650,2	1073,2
72/73	1265,6	1462,0	1725,0	1250,9
73/74	1580,1	1855,0	1903,6	1246,9
74/75	1231,8	1269,1	1486,1	919,2
75/76	937,0	917,8	943,4	584,6
76/77	2297,6	2553,6	2690,6	1882,2
77/78	1863,4	1866,8	2140,6	1359,5
78/79	1804,0	2325,0	2420,0	1605,3
79/80	1472,5	1430,1	1660,7	1186,3
80/81	1168,3	1149,4	1209,3	891,3
81/82	1502,3	1423,4	1563,3	1154,9
82/83	1664,0	1577,6	1837,2	1006,0
83/84	1477,8	1352,7	1723,6	1669,4
84/85	1585,5	1645,2	2119,5	1585,2
85/86	1294,1	1430,4	1716,6	931,5
86/87	960,6	-	1363,3	1060,8
87/88	1197,4	-	2174,0	1592,5
88/89	880,9	-	931,7	750,3
89/90	1338,3	-	1590,4	1033,4
90/91	1299,9	-	1764,1	1178,8
91/92	985,1	-	1147,9	801,4
92/93	1373,1	-	1483,1	1151,3
93/94	1624,9	-	1976,0	1372,2
94/95	1225,7	-	1530,8	1157,5

Precipitação anual (mm)				
Ano hidrológico	Espargo (08F/02UG)	Fiães (08F/01U)	Barragem de Castelo Burgães (08G/01C)	Albergaria a Velha (09G/01UG)
95/96	1477,2	-	2260,7	1952,2
96/97	1049,0	-	1632,6	1342,5
97/98	1609,7	-	2341,6	400,4
98/99	1001,9	-	1306,8	950,8
99/00	1218,2	-	1274,2	1354,3
00/01	-	-	2128,4	2598,5
Média (mm)	1399,3	1604,3	1797,8	1281,3
Desvio padrão (mm)	374,2	508,6	495,9	404,1
Coef. Variação	0,27	0,32	0,28	0,32
Coef. Assimetria	0,92	1,72	0,52	0,998

**ANEXO 4 - CAUDAIS INSTANTÂNEOS MÁXIMOS ANUAIS:
ESTAÇÃO HIDROMÉTRICA DE PONTE MINHOTEIRA**

ANEXO 4 - CAUDAIS INSTANTÂNEOS MÁXIMOS ANUAIS REGISTRADOS NA ESTAÇÃO HIDROMÉTRICA DE PONTE MINHOTEIRA

Quadro 4.1 - Caudais instantâneos máximos anuais registados na estação hidrométrica de Ponte Minhoteira (09F/01H) e correspondentes descritores estatísticos (média, desvio-padrão, coeficiente de variação e coeficiente de assimetria), para o período de 1976/77 a 1989/1990

Ano hidrológico	Q_{ima} (m ³ /s)	$\ln(Q_{ima})$ (m ³ /s)
76/77	80,58	4,39
77/78	71,37	4,27
78/79	59,77	4,09
79/80	27,13	3,30
80/81	26,9	3,29
81/82	34,42	3,54
82/83	43,26	3,77
83/84	42,88	3,76
84/85	31,27	3,44
85/86	9,83	2,29
86/87	58,93	4,08
88/89	16,66	2,81
89/90	32,06	3,47
Média (m ³ /s)	41,16	3,58
Desvio padrão (m ³ /s)	21,10	0,59
Coef, Variação	0,51	0,16
Coef, Assimetria	0,50	-0,72

**ANEXO 5 - CAUDAIS INSTANTÂNEOS MÁXIMOS ANUAIS:
ESTAÇÃO HIDROMÉTRICA DE PONTE DE VALE MAIOR**

**ANEXO 5 - CAUDAIS INSTANTÂNEOS MÁXIMOS ANUAIS REGISTRADOS
NA ESTAÇÃO HIDROMÉTRICA DE PONTE DE VALE MAIOR**

Quadro 5.1 - Caudais instantâneos máximos anuais registados na estação hidrométrica de Ponte de Vale Maior (09G/01H) e correspondentes descritores estatísticos (média, desvio-padrão, coeficiente de variação e coeficiente de assimetria), para o período de 1935/36 a 1999/2000

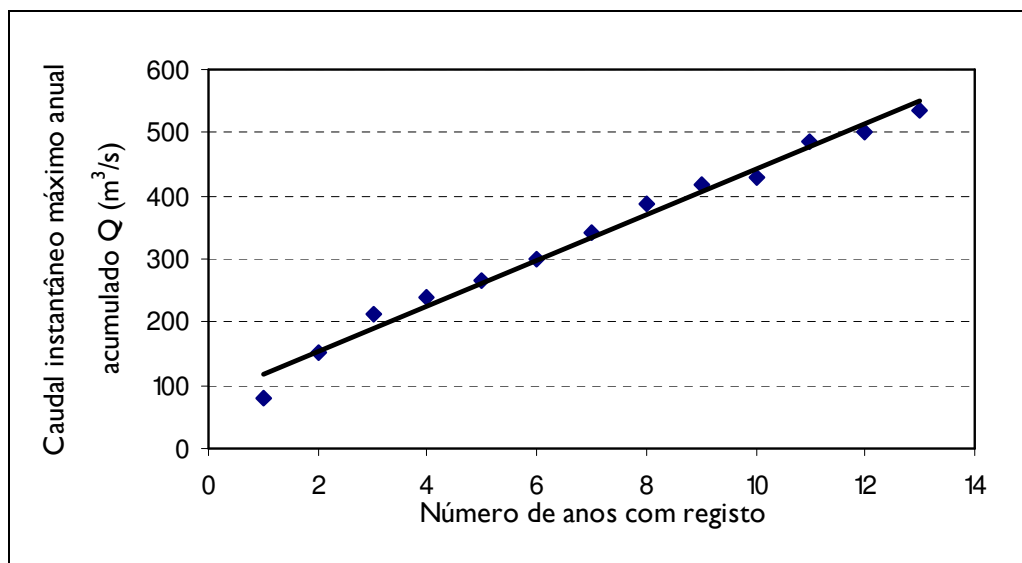
Ano hidrológico	Q_{ima} (m³/s)	$\ln(Q_{ima})$ (m³/s)
35/36	64,26	4,16
36/37	68,55	4,23
37/38	49,39	3,90
38/39	72,84	4,29
39/40	57,86	4,06
40/41	55,74	4,02
41/42	30,61	3,42
42/43	51,50	3,94
43/44	83,64	4,43
44/45	51,50	3,94
45/46	40,99	3,71
46/47	51,50	3,94
47/48	34,74	3,55
48/49	38,90	3,66
49/50	40,99	3,71
50/51	51,50	3,94
51/52	57,86	4,06
52/53	40,99	3,71
53/54	51,50	3,94
54/55	66,40	4,20
55/56	72,84	4,29
56/57	38,90	3,66
57/58	40,99	3,71
58/59	51,50	3,94
59/60	66,40	4,20
60/61	66,40	4,20
61/62	62,13	4,13
62/63	66,40	4,20
63/64	72,84	4,29
64/65	40,99	3,71

Ano hidrológico	Q_{ima} (m³/s)	$\ln(Q_{ima})$ (m³/s)
65/66	72,84	4,29
66/67	57,44	4,05
68/69	41,41	3,72
69/70	54,47	4,00
70/71	51,50	3,94
71/72	43,08	3,76
72/73	83,64	4,43
73/74	62,77	4,14
74/75	61,06	4,11
75/76	36,82	3,61
76/77	166,28	5,11
77/78	153,39	5,03
78/79	145,72	4,98
79/80	80,65	4,39
80/81	82,48	4,41
81/82	94,89	4,55
82/83	91,45	4,52
83/84	90,83	4,51
85/86	90,04	4,50
86/87	37,91	3,64
87/88	71,07	4,26
88/89	141,75	4,95
90/91	89,21	4,49
94/95	179,00	5,19
99/00	154,22	5,04
Média (m³/s)	70,45	4,16
Desvio padrão (m³/s)	34,86	0,42
Coef. Variação	0,49	0,10
Coef. Assimetria	1,66	0,71

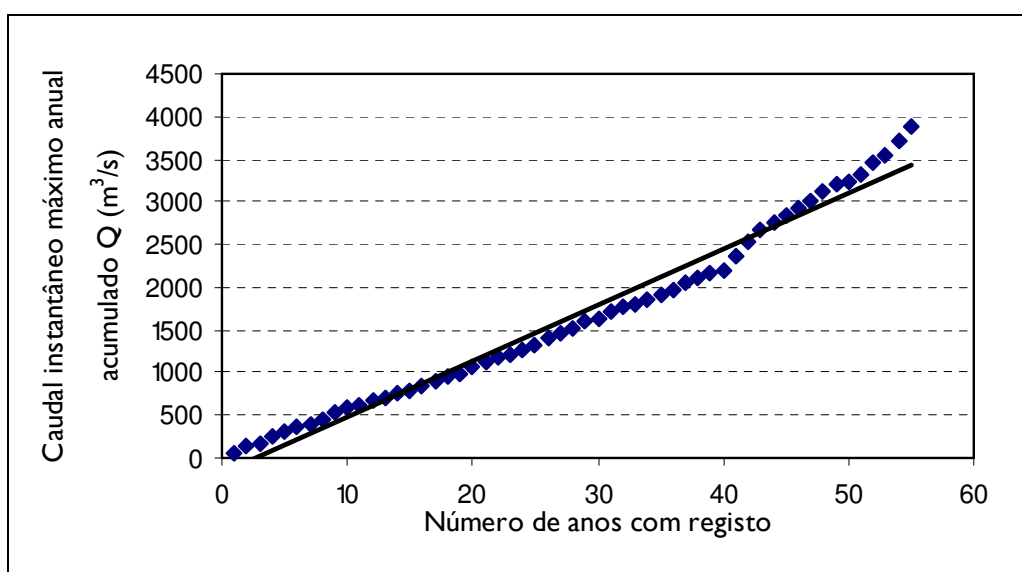
**ANEXO 6 - CAUDAIS INSTANTÂNEOS MÁXIMOS ANUAIS SIMPLEMENTE ACUMULADOS
PARA AS ESTAÇÕES HIDROMÉTRICAS DE PONTE MINHOTEIRA E PONTE DE VALE MAIOR**

ANEXO 6 - CAUDAIS INSTANTÂNEOS MÁXIMOS ANUAIS, SIMPLEMENTE ACUMULADOS, NO NÚMERO DE ANOS EM ANÁLISE, PARA PONTE MINHOTEIRA

Quadro 6.1 - Caudais instantâneos máximos anuais, simplesmente acumulados, no número de anos em análise, para Ponte Minhoteira



Quadro 6.2- Caudais instantâneos máximos anuais, simplesmente acumulados, no número de anos em análise, para Ponte Vale Maior.



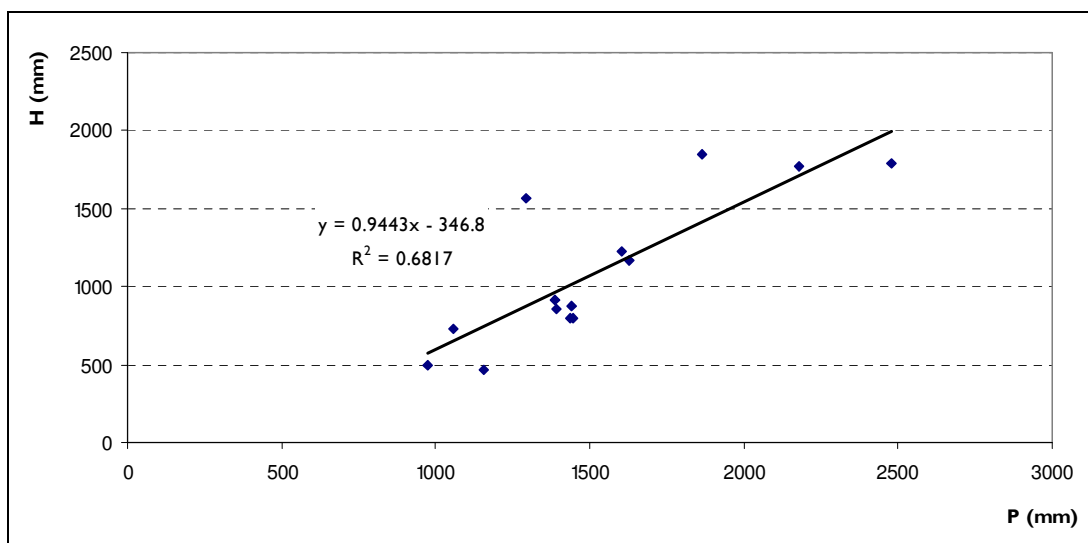
**ANEXO 7 - SÉRIES DE PRECIPITAÇÃO ANUAL E DE ESCOAMENTO ANUAL:
ESTAÇÃO HIDROMÉTRICA PONTE MINHOTEIRA**

ANEXO 7 - SÉRIES DE PRECIPITAÇÃO ANUAL E DE ESCOAMENTO ANUAL (MM), PARA A ESTAÇÃO HIDROMÉTRICA DE PONTE MINHOTEIRA

Quadro 7.1 - Séries de precipitação anual e de escoamento anual (mm), para a estação hidrométrica de Ponte Minhoteira e respectiva média, para o período de 1977/1978 a 1984/1985

Ano hidrológico	P (mm)	H (mm)
1976/77	2603	1788
1977/78	2040	1845
1978/79	2325	1766
1979/80	1588	878
1980/81	1181	467
1981/82	1517	799
1982/83	1743	1221
1983/84	1644	918
1984/85	1981	1165
1985/86	1604	853
1986/87	1278	733
1987/88	1944	1569
1988/89	933	499
1989/90	1528	794
Média (mm)	1708	1093

Correlação entre precipitação - escoamento:



**ANEXO 8 - SÉRIES DE PRECIPITAÇÃO ANUAL E DE ESCOAMENTO ANUAL:
ESTAÇÃO HIDROMÉTRICA PONTE DE VALE MAIOR**

**ANEXO 8 - SÉRIES DE PRECIPITAÇÃO ANUAL E DE ESCOAMENTO ANUAL (MM),
PARA A ESTAÇÃO HIDROMÉTRICA DE PONTE VALE MAIOR**

Quadro 8.1 - Séries de precipitação anual e de escoamento anual (mm), para a estação hidrométrica de Ponte Vale Maior e respectiva média, para o período de 1943/1944 a 1999/2000

Ano hidrológico	P (mm)	H (mm)
1943/44	1276	324
1944/45	1150	136
1945/46	1897	408
1946/47	2080	693
1947/48	1396	342
1948/49	950	130
1949/50	1422	275
1950/51	1884	724
1951/52	1554	379
1952/53	1058	193
1953/54	1396	351
1954/55	1743	648
1955/56	2150	964
1956/57	1123	405
1957/58	1526	473
1958/59	1723	721
1959/60	2455	1653
1960/61	2338	1421
1961/62	1844	882
1962/63	1802	723
1963/64	2091	967
1964/65	1394	458
1965/66	2865	1528
1966/67	1607	431
1967/68	1501	393
1968/69	2263	1132
1969/70	1566	527
1970/71	1584	554
1971/72	1522	668
1972/73	1620	691

**ANEXO 9 - CÁLCULO DA CORRELAÇÃO ENTRE ESCOAMENTO E PRECIPITAÇÃO:
ESTAÇÃO HIDROMÉTRICA PONTE DE VALE MAIOR**

ANEXO 9 - CÁLCULO DA CORRELAÇÃO ENTRE ESCOAMENTO E PRECIPITAÇÃO: ESTAÇÃO HIDROMÉTRICA PONTE DE VALE MAIOR

A regressão e correspondente coeficiente associado é apresentada na Figura 9.1.

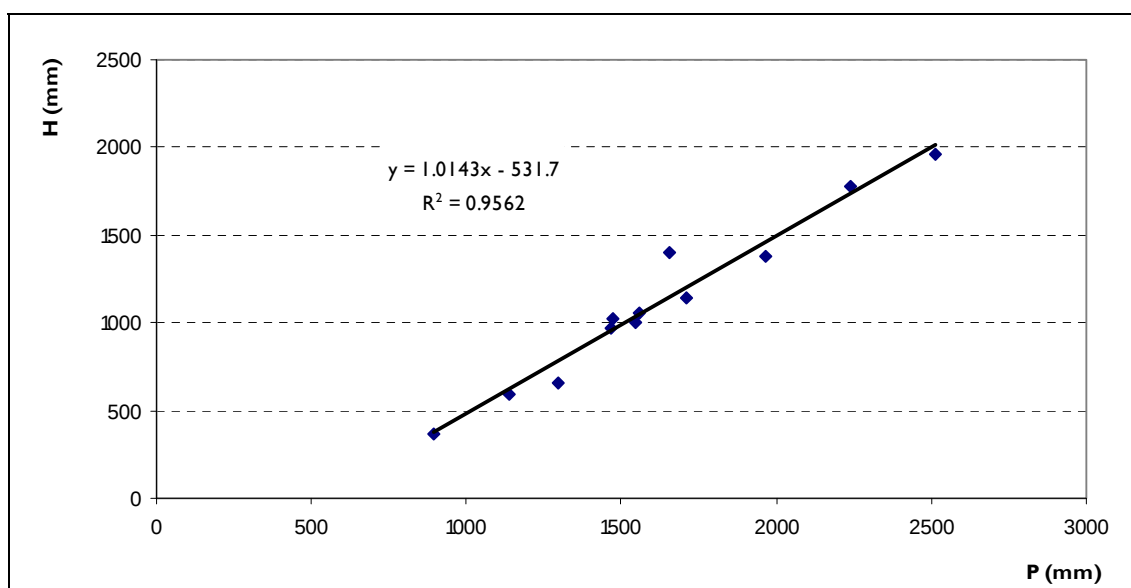


Figura 9.1 - Correlação entre precipitação e escoamento anual, para o posto hidrométrico de Ponte de Vale Maior

A partir desta correlação obtiveram-se valores de escoamento mensal e anual para ambas as sub-bacias (Quadro 9-1 e Quadro 9.2). Da análise dos quadros, e comparando com os valores obtidos por Ponte Minhoteira (Anexo 7), verifica-se que os valores médios anuais são superiores na estação de Ponte Vale Maior. De facto, devido ao coeficiente de correlação ser bastante elevado, permite justificar e complementar a escolha da estação hidrométrica.

Atendendo a que a estação de Ponte Minhoteira apenas tem 14 anos de registos, em relação à Ponte Vale Maior (que abrange cerca de 57 anos), os valores de escoamento médio anual são muito superiores aos atingidos por uma maior gama de registos anuais, o que permite concluir que esse período terá sido um predomínio de anos húmidos, não sendo suficiente para caracterizar o escoamento na bacia. Assim, optou-se por caracterizar o escoamento da bacia com base na estação de Ponte Vale Maior que dispõe de maior número de registos anuais.

Quadro 9.1 - Escoamentos mensais e anuais afluentes à secção, nos anos 1976/77 a 1989/90, (anos correspondentes aos dados disponíveis no SNIRH para a estação hidrométrica de Ponte Minhoteira) obtidos por desagregação do escoamento anual pela aplicação da relação precipitação mensal – precipitação anual na sub-bacia rio de Lamas

Escoamento (mm)													
Ano Hid.	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	Ano
1976/77	361,10	167,70	268,60	327,64	420,05	140,79	85,73	70,44	44,30	13,25	43,88	22,00	1965,49
1977/78	130,00	116,38	283,90	141,61	287,88	156,89	121,08	52,33	56,36	0,05	0,00	8,17	1354,64
1978/79	58,52	23,59	504,07	140,96	430,92	208,86	112,76	115,02	9,68	29,27	2,16	7,82	1643,63
1979/80	206,63	25,38	124,60	103,08	81,57	141,29	52,54	79,54	48,59	32,17	14,52	17,33	927,25
1980/81	62,54	115,39	45,85	3,53	54,93	103,20	55,53	86,04	26,50	0,37	1,10	79,57	634,55
1981/82	182,08	0,28	327,04	70,54	93,49	9,42	41,55	74,28	39,30	11,54	7,96	75,37	932,85
1982/83	106,29	189,11	158,61	18,01	113,78	12,60	232,01	173,51	34,38	18,33	15,56	19,60	1091,80
1983/84	32,41	75,31	140,57	196,84	38,48	107,93	90,12	83,67	47,60	10,80	27,16	25,93	876,82
1984/85	116,20	269,23	126,86	142,23	124,40	131,87	126,82	32,62	25,95	12,43	1,91	0,23	1110,75
1985/86	23,53	119,61	158,61	134,50	183,87	56,23	43,96	32,70	27,09	2,85	23,49	62,11	868,54
1986/87	32,39	65,46	71,57	56,88	94,75	50,60	59,46	11,76	19,36	6,87	17,60	58,00	544,71
1987/88	204,44	34,84	70,90	105,08	83,26	29,46	70,32	81,74	63,09	39,81	2,06	9,20	794,21
1988/89	82,10	57,14	34,82	22,82	82,75	48,53	90,97	24,62	4,33	1,34	12,03	5,34	466,78
1989/90	61,89	221,25	199,29	160,47	83,27	29,48	49,75	28,74	16,28	4,35	13,19	38,58	906,54
Média	118,58	105,76	179,66	116,01	155,24	87,65	88,04	67,64	33,06	13,10	13,05	30,66	1008,47
Desvio Padrão	93,41	81,11	129,13	84,31	129,92	62,15	50,36	42,62	17,62	12,61	12,38	27,23	412,35

Quadro 9.2 - Escoamentos mensais e anuais afluentes à secção, nos anos 1976/77 a 1989/90, (anos correspondentes aos dados disponíveis no SNIRH para a estação hidrométrica de Ponte Minhoteira) obtidos por desagregação do escoamento anual pela aplicação da relação precipitação mensal – precipitação anual na sub-bacia Vala Maceda

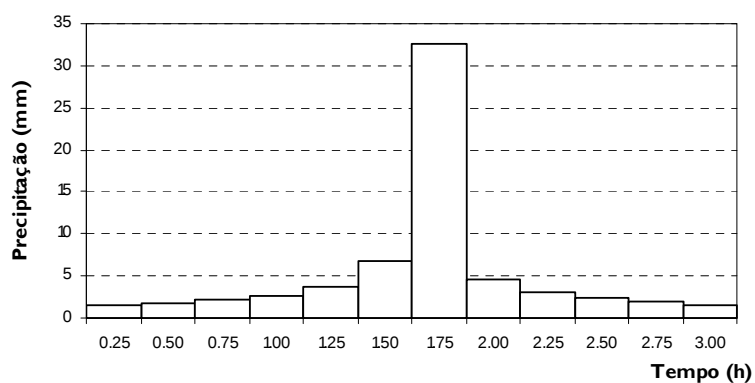
Escoamento (mm)													
Ano Hid,	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	Ano
1976/77	344,11	167,85	256,55	299,26	388,65	134,29	87,36	65,65	41,83	14,43	43,46	19,80	1863,22
1977/78	142,39	121,06	289,38	159,55	294,68	154,45	111,33	44,29	54,68	0,12	0,00	5,04	1376,96
1978/79	48,36	21,28	443,14	128,53	327,14	180,38	102,51	111,58	10,25	29,24	1,93	6,34	1410,67
1979/80	196,20	63,18	107,85	106,43	89,38	147,56	61,37	89,16	47,52	28,64	17,23	17,63	972,16
1980/81	66,90	120,13	36,81	4,14	57,97	113,56	52,77	110,59	28,06	0,10	2,82	74,03	667,88
1981/82	134,14	0,42	349,69	103,03	104,31	11,59	52,51	72,72	44,25	11,05	9,91	102,13	995,76
1982/83	110,31	188,77	152,96	20,27	131,45	20,92	244,57	190,96	33,81	27,29	16,61	20,50	1158,41
1983/84	38,95	142,22	142,17	208,46	34,14	106,10	93,86	96,24	52,68	5,47	27,41	14,83	962,52
1984/85	116,16	293,32	117,39	137,17	106,85	128,42	135,10	30,86	26,46	10,98	2,04	0,57	1105,31
1985/86	19,15	113,12	156,56	128,58	183,25	44,64	41,98	28,18	25,13	1,81	24,02	57,68	824,10
1986/87	28,64	56,34	62,17	51,05	90,43	41,55	56,85	8,04	17,31	6,28	17,64	53,33	489,62
1987/88	202,49	20,65	58,96	99,06	78,24	14,57	68,09	77,18	64,25	41,43	0,72	6,72	732,37
1988/89	77,91	48,13	22,78	17,62	77,95	40,20	86,99	20,80	1,52	0,51	11,66	3,42	409,49
1989/90	58,05	224,80	201,98	154,70	77,91	13,28	47,75	24,17	13,32	3,40	12,77	34,97	867,09
Média	113,12	112,95	171,31	115,56	145,88	82,25	88,79	69,31	32,93	12,91	13,44	29,78	988,25
Desvio Padrão	88,42	85,15	124,31	79,62	110,62	61,04	52,50	49,17	18,65	13,41	12,35	30,82	385,52

ANEXO 10 - HIETOGRAMAS NÃO UNIFORMES PARA PERÍODO DE RETORNO $T=100$ ANOS – VALA MACEDA

ANEXO 10 – HIETOGRAMAS NÃO UNIFORMES PARA PERÍODO DE RETORNO T=100 ANOS – VALA MACEDA

Precipitação sobre a sub-bacia hidrográfica de Vala Maceda. Hietogramas não uniformes adoptados na análise de cheias afluentes. Os hietogramas são identificados pela duração da precipitação a que respeitam (t_c ou $3t_c$) e pela duração de cada bloco do hietograma (dt)

Hietograma: t_c ; $dt=15$ min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
0,25	1,52	6,10
0,50	1,75	3,50
0,75	2,08	2,77
1,00	2,61	2,61
1,25	3,63	2,90
1,50	6,84	4,56
1,75	32,55	18,60
2,00	4,65	2,32
2,25	3,02	1,34
2,50	2,31	0,92
2,75	1,90	0,69
3,00	1,63	0,54

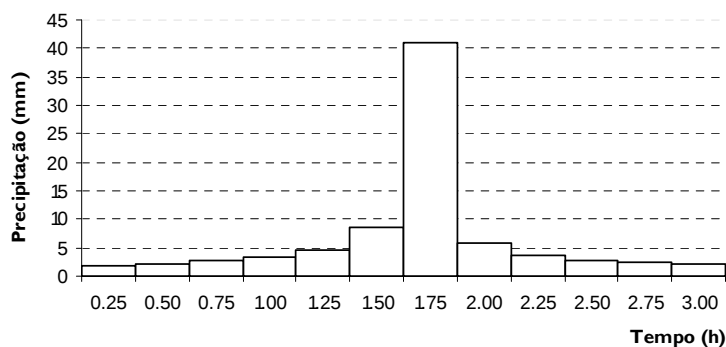


ANEXO 11 - HIETOGRAMAS NÃO UNIFORMES PARA PERÍODO DE RETORNO $T=100$ ANOS – RIO LAMAS

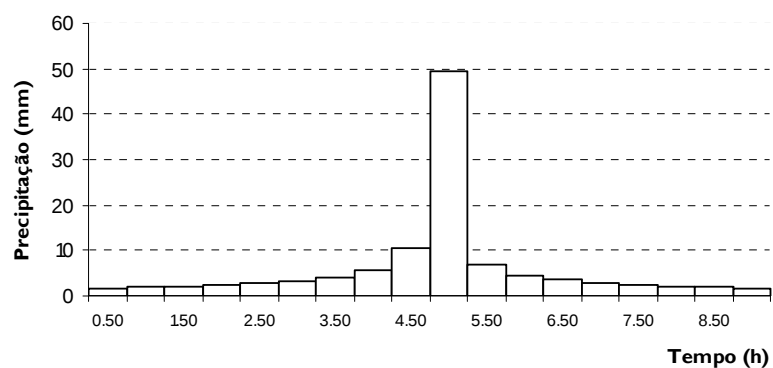
ANEXO 11 – HIETOGRAMAS NÃO UNIFORMES PARA PERÍODO DE RETORNO T=100 ANOS – RIO LAMAS

Precipitação sobre a sub-bacia hidrográfica de rio de Lamas. Hietogramas não uniformes adoptados na análise de cheias afluentes. Os hietogramas são identificados pela duração da precipitação a que respeitam (t_c ou $3t_c$) e pela duração de cada bloco do hietograma (dt)

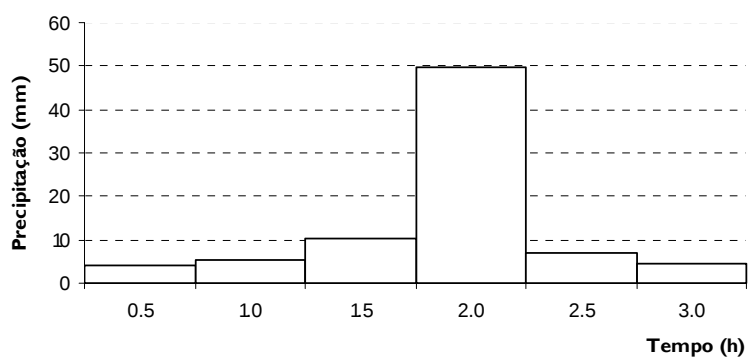
Hietograma: t_c ; $dt=15$ min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
0,25	7,68	1,92
0,50	4,41	2,20
0,75	3,49	2,62
1,00	3,28	3,28
1,25	3,65	4,56
1,50	5,74	8,61
1,75	23,42	40,98
2,00	2,92	5,85
2,25	1,69	3,80
2,50	1,16	2,90
2,75	0,87	2,39
3,00	0,68	2,05



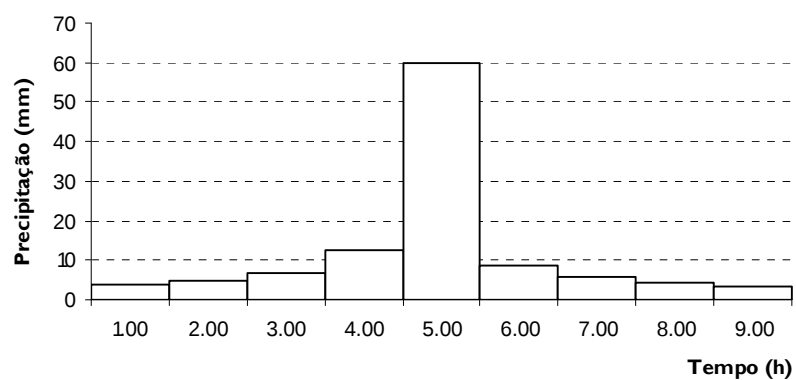
Hietograma: 3tc; dt= 30 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
0,50	1,71	3,42
1,00	1,87	1,87
1,50	2,07	1,38
2,00	2,32	1,16
2,50	2,67	1,07
3,00	3,17	1,06
3,50	3,97	1,13
4,00	5,52	1,38
4,50	10,41	2,31
5,00	49,59	9,92
5,50	7,08	1,29
6,00	4,59	0,77
6,50	3,51	0,54
7,00	2,89	0,41
7,50	2,48	0,33
8,00	2,19	0,27
8,50	1,96	0,23
9,00	1,79	0,20



Hietograma: tc; dt= 30 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
0,5	3,97	7,94
1,0	5,52	5,52
1,5	10,41	6,94
2,0	49,59	24,80
2,5	7,08	2,83
3,0	4,59	1,53



Hietograma: tc; dt= 60 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
1,00	3,83	3,83
2,00	4,80	2,40
3,00	6,68	2,23
4,00	12,60	3,15
5,00	60,00	12,00
6,00	8,56	1,43
7,00	5,56	0,79
8,00	4,25	0,53
9,00	3,50	0,39

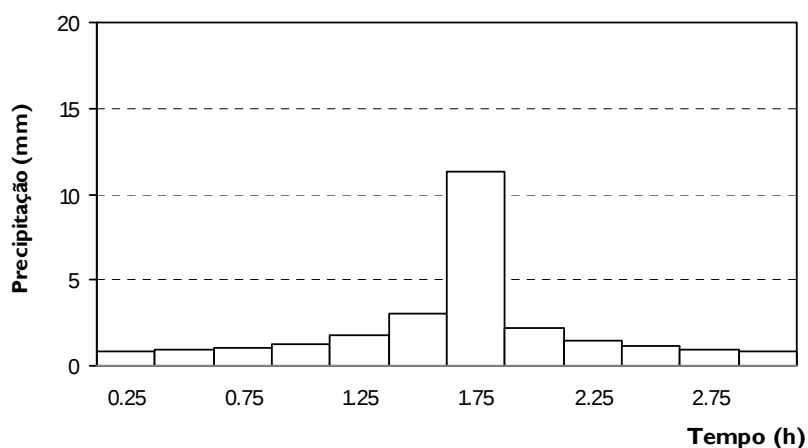


ANEXO 12 - HIETOGRAMAS NÃO UNIFORMES PARA PERÍODO DE RETORNO $T=2$ ANOS – VALA MACEDA

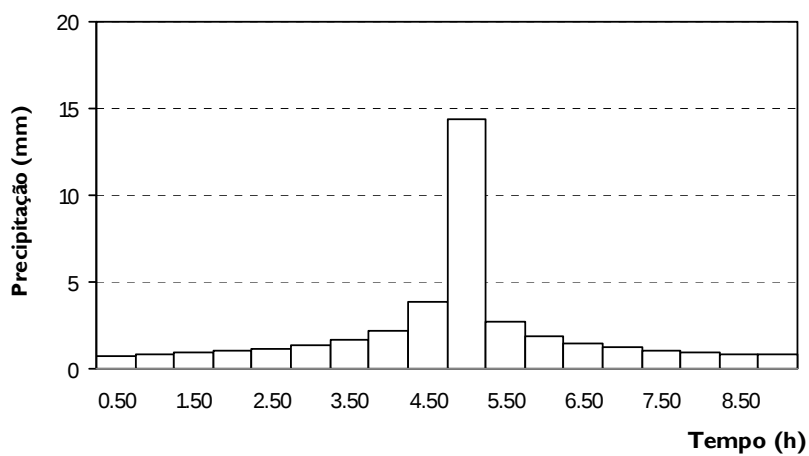
ANEXO 12 – HIETOGRAMAS NÃO UNIFORMES PARA PERÍODO DE RETORNO T=2 ANOS – VALA MACEDA

Precipitação sobre a sub-bacia hidrográfica de Vala Maceda. Hietogramas não uniformes adoptados na análise de cheias afluentes, para períodos de retorno T=2 anos. Os hietogramas são identificados pela duração da precipitação a que respeitam (tc ou 3tc) e pela duração de cada bloco do hietograma (dt)

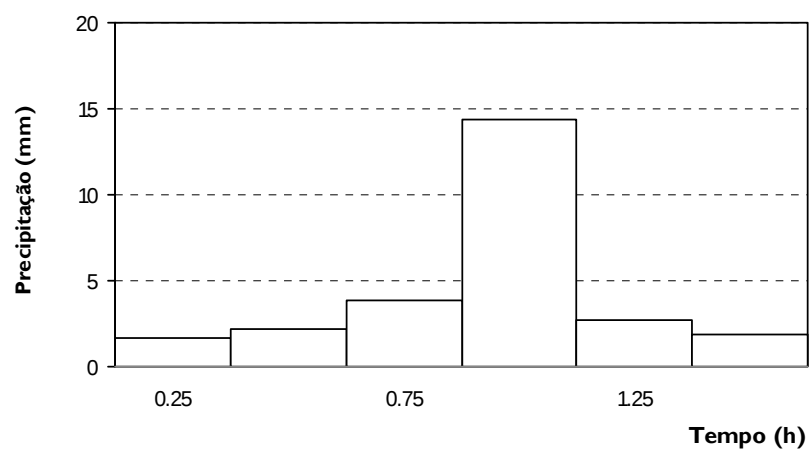
Hietograma: tc; dt= 15 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
0,25	0,79	3,17
0,50	0,90	1,80
0,75	1,05	1,40
1,00	1,28	1,28
1,25	1,73	1,38
1,50	3,06	2,04
1,75	11,30	6,46
2,00	2,16	1,08
2,25	1,47	0,65
2,50	1,15	0,46
2,75	0,97	0,35
3,00	0,84	0,28



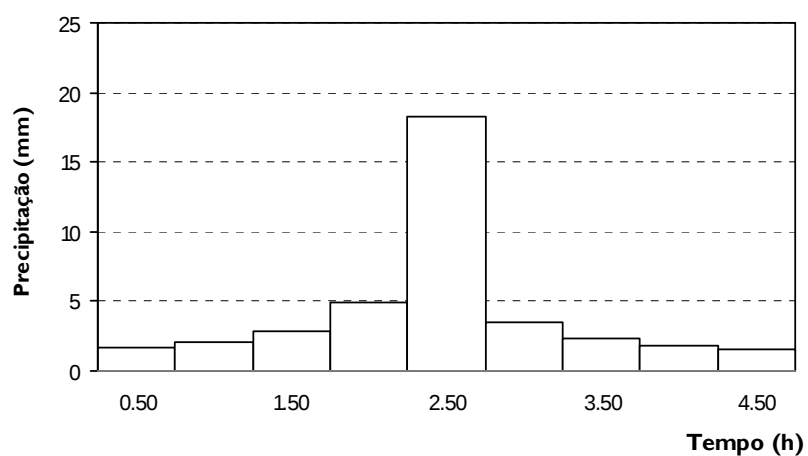
Hietograma: 3tc; dt= 30 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
0,5	0,76	1,53
1,0	0,83	0,83
1,5	0,91	0,60
2,0	1,01	0,50
2,5	1,14	0,46
3,0	1,33	0,44
3,5	1,63	0,47
4,0	2,20	0,55
4,5	3,89	0,87
5,0	14,37	2,87
5,5	2,75	0,50
6,0	1,86	0,31
6,5	1,46	0,23
7,0	1,23	0,18
7,5	1,07	0,14
8,0	0,95	0,12
8,5	0,87	0,10
9,0	0,79	0,09



Hietograma: tc; dt= 30 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
0,50	1,63	3,27
1,00	2,20	2,20
1,50	3,89	2,60
2,00	14,37	7,18
2,50	2,75	1,10
3,00	1,86	0,62



Hietograma: 3tc; dt= 60 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
1,0	1,69	1,69
2,0	2,08	1,04
3,0	2,80	0,93
4,0	4,95	1,24
5,0	18,26	3,65
6,0	3,50	0,58
7,0	2,37	0,34
8,0	1,86	0,23
9,0	1,56	0,17

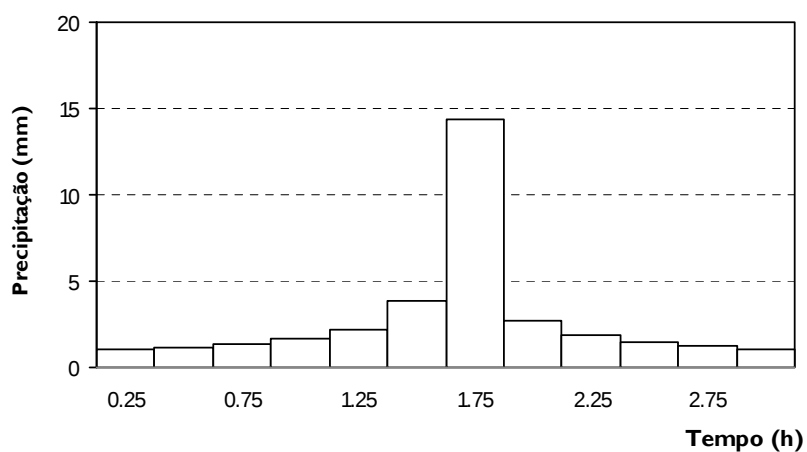


ANEXO 13 - HIETOGRAMAS NÃO UNIFORMES PARA PERÍODO DE RETORNO T=2 ANOS – RIO LAMAS

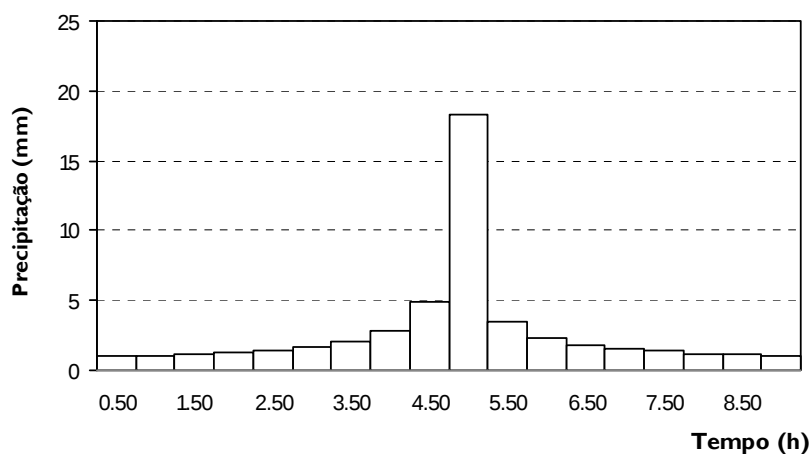
ANEXO 13 – HIETOGRAMAS NÃO UNIFORMES PARA PERÍODO DE RETORNO T=2 ANOS – RIO LAMAS

Precipitação sobre a sub-bacia hidrográfica de rio de Lamas. Hietogramas não uniformes adoptados na análise de cheias afluentes, para períodos de retorno T=2 anos. Os hietogramas são identificados pela duração da precipitação a que respeitam (tc ou 3tc) e pela duração de cada bloco do hietograma (dt)

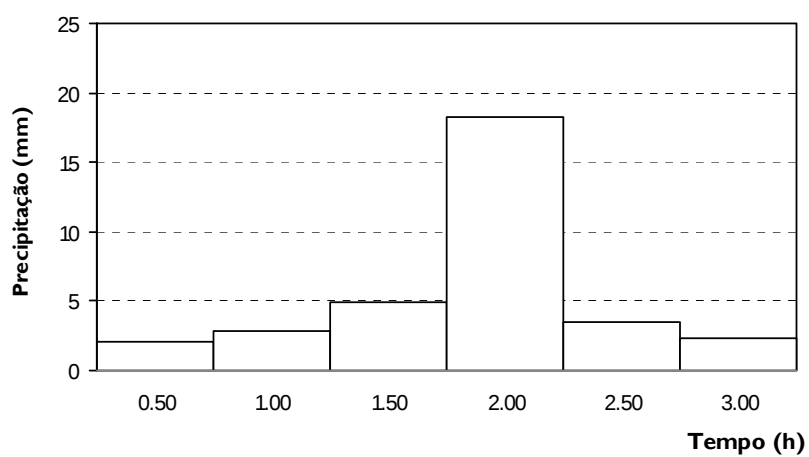
Hietograma: tc; dt= 15 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
0,25	1,01	4,03
0,50	1,14	2,28
0,75	1,33	1,78
1,00	1,63	1,63
1,25	2,20	1,76
1,50	3,89	2,60
1,75	14,37	8,21
2,00	2,75	1,38
2,25	1,86	0,83
2,50	1,46	0,59
2,75	1,23	0,45
3,00	1,07	0,36



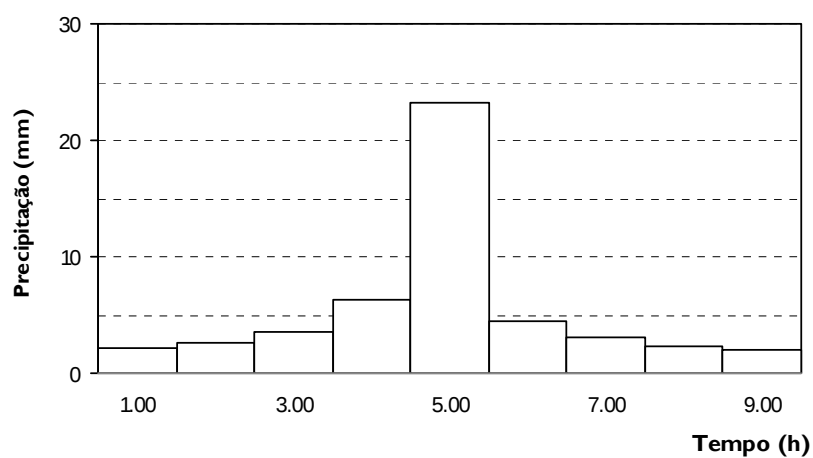
Hietograma: 3tc; dt= 30 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
0,5	0,97	1,94
1,0	1,05	1,05
1,5	1,15	0,77
2,0	1,28	0,64
2,5	1,45	0,58
3,0	1,69	0,56
3,5	2,08	0,59
4,0	2,80	0,70
4,5	4,95	1,10
5,0	18,26	3,65
5,5	3,50	0,64
6,0	2,37	0,39
6,5	1,86	0,29
7,0	1,56	0,22
7,5	1,36	0,18
8,0	1,21	0,15
8,5	1,10	0,13
9,0	1,01	0,11



Hietograma: tc; dt= 30 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
0,50	2,08	4,15
1,00	2,80	2,80
1,50	4,95	3,30
2,00	18,26	9,13
2,50	3,50	1,40
3,00	2,37	0,79



Hietograma: 3tc; dt= 60 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
1,0	2,15	2,15
2,0	2,64	1,32
3,0	3,55	1,18
4,0	6,29	1,57
5,0	23,21	4,64
6,0	4,44	0,74
7,0	3,01	0,43
8,0	2,36	0,30
9,0	1,98	0,22



ANEXO 2

Cálculos relativos ao dimensionamento da Rede de Drenagem

Área total	L total	Área unitária
6825,9	380,56	17,9365

59,00

59,00

59,00

21,40

15,48

52,17

22,04

33,47

59,00

380,56

Troço		Cotas		L troço	A troço	
CP2	CP1	0,00	0,00	59,00	1058,3	
CP3	CP2	0,00	0,00	59,00	1058,3	
CP4	CP3	0,00	0,00	59,00	1058,3	
	CP4					543,1
CP5	CP1	0,00	0,00	21,40	383,8	
CP6	CP5	0,00	0,00	15,48	277,7	
CP7	CP6	0,00	0,00	52,17	935,7	
CP8	CP7	0,00	0,00	22,04	395,3	
CP9	CP8	0,00	0,00	33,47	600,3	
CP10	CP9	0,00	0,00	59,00	1058,3	
	CP10					543,1
				380,56	6825,90	

Projecto: DRENAGEM DOS PARQUES DE ESTACIONAMENTO DE BARRINHA DE ESMORIZ**ResiCAD - DISTRIBUIÇÃO DE CAUDAIS**

Troço	Caixas Visita		DIAMETRO		Inclinação [mm/m]	Factor de Ponta	Q Calc. [L/s]	Velocidade [m/s]	Altura LL [m]	Tensão Arr. [N/m²]
	Início	Fim	Nominal	Cálculo						
1	P10	P9	DN250	218.80	1.00	0.00	11.39	1.22	64.83	3.99
2	P9	P8	DN250	218.80	1.26	0.00	33.45	1.78	109.40	7.43
3	P8	P7	DN315	273.00	1.00	0.00	46.12	1.77	124.91	6.94
4	P7	P6	DN315	273.00	1.03	0.00	54.59	1.87	136.50	7.58
5	P6	P5	DN315	273.00	1.90	0.00	74.08	2.53	136.50	13.97
6	P5	P1	DN400	348.20	1.00	0.00	80.18	2.03	150.94	8.52
7	P4	P3	DN250	218.80	1.00	0.00	11.39	1.22	64.83	3.99
8	P3	P2	DN250	218.80	1.26	0.00	33.45	1.78	109.40	7.43
9	P2	P1	DN315	273.00	1.07	0.00	55.50	1.90	136.50	7.84
10	P1	LF	DN400	348.20	1.96	0.00	143.91	3.02	174.10	18.36

Resultado do cálculo da rede:

Projecto: DRENAGEM DOS PARQUES DE ESTACIONAMENTO DE BARRINHA DE ESMORIZ

CAIXAS DE VISITA

Cx. de Visita	Cota[m]	Q. Pop.[L/s]	Q.Conc.[L/s]	Q. Inf. [L/s]	Q. Pluv. [L/s]	Q. Calc.[L/s]	População	Profundidade
P10	-1.24	---	0.0000	0.0000	11.39	11.39	0	1.24
P9	-1.84	---	0.0000	0.0000	33.45	33.45	0	1.84
P8	-2.33	---	0.0000	0.0000	46.12	46.12	0	2.33
P7	-2.56	---	0.0000	0.0000	54.59	54.59	0	2.56
P6	-3.11	---	0.0000	0.0000	74.08	74.08	0	3.11
P5	-3.50	---	0.0000	0.0000	80.18	80.18	0	3.50
P1	-3.72	---	0.0000	0.0000	143.91	143.91	0	3.72
P4	-1.24	---	0.0000	0.0000	11.39	11.39	0	1.24
P3	-1.84	---	0.0000	0.0000	33.45	33.45	0	1.84
P2	-2.65	---	0.0000	0.0000	55.50	55.50	0	2.65
LF	-4.04	---	0.0000	0.0000	143.91	143.91	0	4.04

DISTRIBUIÇÃO DE CAUDAIS

Troço	Caixas de Visita		População				Caudal Pop. [L/s]	Infiltração [L/s]	Infilt. Acm. [L/s]	Area [m2] (CV Ini)	Coef. Escoam.	Q. Pluvial [L/s]	Soma Q. Pluvial [L/s]	Q Calc. [L/s]
	Início	Fim	Local	Externa	Acm.									
1	P10	P9	0	0	0	---	0.00	0.0000	0.000	543.100	0.920	11.39	11.39	11.39
2	P9	P8	0	0	0	---	0.00	0.0000	0.000	1051.400	0.920	22.05	33.45	33.45
3	P8	P7	0	0	0	---	0.00	0.0000	0.000	604.200	0.920	12.67	46.12	46.12
4	P7	P6	0	0	0	---	0.00	0.0000	0.000	403.700	0.920	8.47	54.59	54.59
5	P6	P5	0	0	0	---	0.00	0.0000	0.000	929.400	0.920	19.50	74.08	74.08
6	P5	P1	0	0	0	---	0.00	0.0000	0.000	290.900	0.920	6.10	80.18	80.18
7	P4	P3	0	0	0	---	0.00	0.0000	0.000	543.100	0.920	11.39	11.39	11.39
8	P3	P2	0	0	0	---	0.00	0.0000	0.000	1051.400	0.920	22.05	33.45	33.45
9	P2	P1	0	0	0	---	0.00	0.0000	0.000	1051.400	0.920	22.05	55.50	55.50
10	P1	LF	0	0	0	---	0.00	0.0000	0.000	392.000	0.920	8.22	143.91	143.91

Resultado do cálculo da rede:

Projecto: DRENAGEM DOS PARQUES DE ESTACIONAMENTO DE BARRINHA DE ESMORIZ

TROÇOS

Troço	Caixas de Visita		Caudal [L/s]	Ø Nominal	Øcalc [mm]	Inclinação Inc.[%]	Velocidade [m/s]	Altura LL [mm]	Tensão Arr. [N/m²]
	Início	Fim							
1	P10	P9	11.39	DN250	218.80	1.00	1.22	64.83	3.99
2	P9	P8	33.45	DN250	218.80	1.26	1.78	109.40	7.43
3	P8	P7	46.12	DN315	273.00	1.00	1.77	124.91	6.94
4	P7	P6	54.59	DN315	273.00	1.03	1.87	136.50	7.58
5	P6	P5	74.08	DN315	273.00	1.90	2.53	136.50	13.97
6	P5	P1	80.18	DN400	348.20	1.00	2.03	150.94	8.52
7	P4	P3	11.39	DN250	218.80	1.00	1.22	64.83	3.99
8	P3	P2	33.45	DN250	218.80	1.26	1.78	109.40	7.43
9	P2	P1	55.50	DN315	273.00	1.07	1.90	136.50	7.84
10	P1	LF		DN400	348.20	1.96	3.02	174.10	18.36