



GÁS DA TERRA

PROJETO BIOMETANO ABRIGADA

PROJETO
DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS
UNIDADE DE PRODUÇÃO DE
BIOMETANO DE ORIGEM RENOVÁVEL
DE ABRIGADA

Lisboa, 13 de maio de 2026



GÁS DA TERRA

PROJETO BIOMETANO ABRIGADA

PROJETO

DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO DE ORIGEM RENOVÁVEL DE ABRIGADA

ÍNDICE GERAL

1	INTRODUÇÃO	2
2	REDES DE DRENAGEM	3
2.1	DESCRIÇÃO GERAL	3
3	CAUDAIS DE CÁLCULO	4
3.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS	4
3.2	OCUPAÇÃO DE SOLO	4
3.3	PERÍODO DE RETORNO	5
3.4	PRECIPITAÇÃO DE PROJETO	5
3.5	CÁLCULO DE CAUDAIS	6
3.5.1	FÓRMULA RACIONAL	6
3.5.2	MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO	7
4	DIMENSIONAMENTO DA REDE DE DRENAGEM	9
4.1	CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO	9
4.2	MATERIAL DOS COLETORES	10
4.3	ASSENTAMENTO DA TUBAGEM	10
4.4	CAIXAS DE VISITA	11
4.5	SEPARADOR DE HIDROCARBONETOS	11
4.6	VÁLVULA DE MURAL NA CAIXA DE VISITA NA BACIA DOS DIGESTORES	11
5	DIMENSIONAMENTO DA BACIA DE AMORTECIMENTO E RETENÇÃO	11



GÁS DA TERRA

PROJETO BIOMETANO ABRIGADA

PROJETO

DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO DE ORIGEM RENOVÁVEL DE ABRIGADA

1 INTRODUÇÃO

Este documento constitui a memória descritiva e justificativa do projeto de drenagem de águas pluviais captadas no interior da Unidade de Produção de Biometano de Origem Renovável de Abrigada.

O projeto contempla as seguintes infraestruturas de drenagem enterradas:

- Rede de drenagem – coberturas: recolhe a água pluvial das coberturas do edifício de escritórios e do edifício de processo;
- Rede de drenagem – pavimentos: recolhe a água pluvial dos pavimentos;
- Rede de drenagem – lavagens: recolhe a água resultantes das lavagens dos pavimentos;
- Drenos subterrâneos: recolhe a água dos drenos subterrâneos existentes sob os digestores.

Adicionalmente, o sistema é composto por um circuito de valetas:

- Valetas na plataforma dos digestores: recolhe a água pluvial dos pavimentos da plataforma e do perímetro dos digestores;

Preconizam-se também as seguintes infraestruturas:

- Separador de hidrocarbonetos, afeto apenas à rede de drenagem de pavimento, que permita reter os primeiros 10 mm de precipitação de cada evento;
- Bacia de amortecimento e retenção com o objetivo de laminar os caudais de ponta, de modo que o caudal descarregado na futura área a impermeabilizar não exceda os caudais gerados na situação de referência (pré-projeto) e armazenar uma parte do volume recolhido para posterior aproveitamento no processo.



2 REDES DE DRENAGEM

2.1 DESCRIÇÃO GERAL

Em seguida apresenta-se uma breve descrição das redes preconizadas no âmbito deste projeto.

Rede de drenagem – coberturas

A água pluvial recolhida das coberturas é drenada graviticamente para a zona norte da unidade de produção onde é descarregada numa bacia de amortecimento e retenção.

Rede de drenagem – pavimentos

A água pluvial recolhida dos pavimentos é drenada graviticamente até ao separador de hidrocarbonetos e daí descarregada na bacia de amortecimento e retenção, ambos implementados na zona Norte da unidade industrial.

Rede de drenagem – lavagens

No caso da água de lavagens esta é drenada graviticamente até ao edifício de receção e armazenamentos líquidos.

A entrega do caudal no edifício de receção e armazenamentos líquidos deverá ser feita a partir da caixa Cv L02 onde se está a chegar com um coletor DN 315 à cota de soleira de 107,78.

A área do silo de resíduos orgânicos vegetais e a área de recolha de digerido líquido, que incluem zona de lavagem, não têm cobertura e por este motivo em caso de precipitação, será drenada água pluvial para o interior da rede de lavagem.

Numa situação de precipitação intensa, de forma a garantir que não se excede o limite de armazenamento do edifício de receção e armazenamentos líquidos, preconiza-se o incremento do consumo de água de processo através da intensificação da produção.

Drenos subterrâneos

Os drenos existentes sob os digestores têm como finalidade o alívio das pressões hidrostáticas existentes sob estas infraestruturas. A água recolhida por esses drenos é encaminhada para bacia de amortecimento e retenção. A água drenada tem origem no lençol freático, correspondendo, portanto, a água limpa, sendo captada apenas quando o nível freático se aproximar da cota de implantação dos digestores. Conforme referido anteriormente, esta água é posteriormente devolvida ao meio hídrico. Estima-se que o volume anual recolhido nesta rede não ultrapasse os 4 855 m³/ano. Contudo, prevê-se que o volume efetivamente drenado seja significativamente inferior ao valor indicado, sendo a sua quantificação mais precisa de difícil determinação, atendendo à sua dependência direta da dinâmica do nível freático.



Os drenos existentes no perímetro dos digestores destinam-se a recolha de eventuais derrames provenientes destas infraestruturas, funcionando como uma rede de deteção de fugas. Os volumes recolhidos nesta rede serão encaminhados para um poço de controlo, onde será efetuada a avaliação da eventual presença de contaminação. Em caso de deteção de efluentes contaminados, estes serão retidos através de uma válvula de comporta mural, a qual permitirá conter o escoamento. Salienta-se ainda que, em virtude da impermeabilização do perímetro dos digestores, não se prevê a afluência de águas pluviais nesta rede.

Valeta na plataforma dos digestores

A água pluvial recolhida na plataforma e do perímetro dos digestores é reencaminhada para a bacia de amortecimento e retenção implementada na zona Norte da unidade industrial.

A montante da bacia prevê-se a instalação de uma válvula de comporta de mural que permitirá reter o escoamento, na bacia de retenção dos digestores, em caso de contaminação da água recolhida (válvula instalada no coletor de jusante na caixa CV A2).

Está prevista a existência de uma bacia de retenção associada aos digestores, destinada à contenção de caudal em situações excecionais e não previstas, permitindo a retenção de eventual volume contaminado. Não obstante, esclarece-se que, para o local em causa, não se prevê no funcionamento normal a presença de contaminantes. A bacia de retenção foi dimensionada para uma capacidade correspondente a 50% do volume máximo dos digestores. A área prevista para a bacia de retenção dos digestores é de 5 935 m².

3 CAUDAIS DE CÁLCULO

3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

No âmbito do estudo dos sistemas hidráulicos, utilizaram-se as disposições e princípios enunciados no documento oficial:

- Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de Agosto e Decreto de Retificação n.º 153/95, de 30 de Novembro - Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais.

3.2 OCUPAÇÃO DE SOLO

A área futuramente ocupada pela UP encontra-se atualmente naturalizada, totalmente coberta com vegetação de pequeno porte.

No projeto da UP são propostas as seguintes ocupações e respetivas áreas:



Tabela 3.1 – Ocupação de solo prevista no projeto da UP de Biometano de Abrigada

Tipo de ocupação	Área (m²)
Edifícios de exploração	2640
Escritório	63
Vias	3935
Zona de retenção	6595
Bacia tampão	695
Espaços verdes	19400
Empedrados	1537
Total	34865

3.3 PERÍODO DE RETORNO

Os períodos de retorno considerados para o presente projeto são:

- 10 anos para o dimensionamento da rede de drenagem interna;
- 100 anos para o dimensionamento da bacia de retenção.

3.4 PRECIPITAÇÃO DE PROJETO

Para efeitos de projeto das redes de drenagem tradicional, a prática corrente corresponde à utilização das curvas de Intensidade-Duração-Frequência (IDF) definidas no Regulamento Geral de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais (Decreto Regulamentar n.º 23/95). No entanto, dadas as grandes implicações desta informação para efeitos do dimensionamento de órgãos de infiltração, considera-se relevante a determinação de precipitações mais exatas para área de projeto, pelo que se utilizaram as curvas IDF calculadas no documento “Análise de Fenómenos extremos de Precipitação Intensas em Portugal Continental” (BRANDÃO et al, 2001).

A curva IDF mais próxima do local de estudo no referido documento é a de São Julião do Tojal, que assumem a seguinte formulação:

- T=10 anos, duração inferior a 30 minutos: $i = 284,64 t^{-0,561}$
- T=10 anos, duração entre 0,5 e 6 horas: $i = 265,17 t^{-0,525}$
- T=100 anos, duração inferior a 30 minutos: $i = 433,58 t^{-0,569}$
- T=100 anos, duração entre 0,5 e 6 horas: $i = 355,32 t^{-0,493}$



3.5 CÁLCULO DE CAUDAIS

3.5.1 FÓRMULA RACIONAL

Para o dimensionamento da rede de drenagem interna da UP será utilizada a fórmula racional.

O método da Fórmula Racional é um dos métodos mais utilizados para determinar caudais de ponta de cheia em bacias hidrográficas de pequena dimensão (inferiores a 15km²). Este uso de método é restringido para estas dimensões de bacias uma vez que:

- a precipitação ocorre uniformemente em toda a bacia,
- a intensidade é continua ao longo da duração da precipitação, que se toma igual ao tempo de concentração da bacia.

Assim sendo, o caudal de ponta de cheia é determinado pela seguinte expressão:

$$Q_p = CIA$$

Sendo:

Q_p : caudal de ponta de cheia (m³/s);

C : Coeficiente adimensional de escoamento;

I : intensidade média de precipitação com duração igual ao tempo de concentração e o período de retorno desejado para a bacia(mm/h). Assumiu-se o tempo de concentração de 10 minutos;

A : área da bacia hidrográfica (km²).

O coeficiente C é uma função de vários fatores, nomeadamente do tipo e uso dos terrenos superficiais e do respetivo declive. Para além destes fatores, este coeficiente é também em função do período de retorno, aumentando com este.

Posto isto e tendo em conta os fatores acima referidos, na Tabela 3.2 apresentam-se os coeficientes adotados para o cálculo do caudal de ponta de cheia para cada período de retorno.

Tabela 3.2 – Coeficientes adimensionais considerados no cálculo do caudal de ponta de cheia

Tipo de ocupação	Coeficiente C
Edifícios de exploração	1,00
Escritório	1,00
Vias	0,95
Zona de retenção	1,00



Tipo de ocupação	Coefficiente C
Bacia tampão	1,00
Espaços verdes	0,20
Empedrados	0,50

3.5.2 MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO

Para o dimensionamento da bacia de amortecimento e retenção, em que o volume de água escoada é tão importante como o valor do caudal de ponta, utilizou-se o método do hidrograma unitário.

Os hidrogramas de cheia afluentes são calculados no software HEC-HMS 4.12, desenvolvido pela USACE (U.S. Army Corps of Engineers), através do método do Soil Conservation Service.

3.5.2.1 ESTABELECIMENTO DO HIETOGRAMA DE PRECIPITAÇÃO

A partir das curvas IDF apresentadas anteriormente foi estabelecido o hietogramas de precipitação para o período de retorno de 100 anos, para o posto meteorológico de São Julião do Tojal.

Foi considerada uma majoração de 10% da precipitação para considerar os previsíveis efeitos das alterações climáticas.

Foi utilizado um hietograma de blocos alternados com duração de 12 horas, divididas em blocos de 15 minutos, com o valor mais elevado no centro. Esta configuração é a que majora os caudais de ponta.

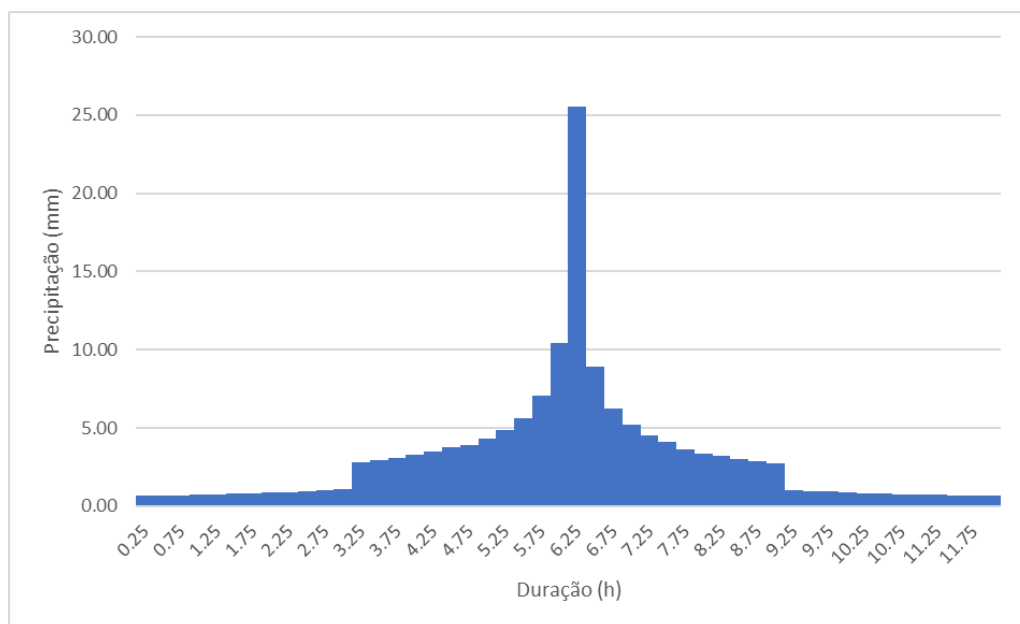


Figura 3.1 - Hietograma de blocos alternados utilizado para o período de retorno de 100 anos

3.5.2.2 PERDAS DE PRECIPITAÇÃO

As perdas de precipitação são calculadas através do número de escoamento do SCS e da percentagem da bacia considerada como impermeável.

O número de escoamento do SCS, que depende da constituição dos solos que formam a bacia de drenagem, foi obtido a partir do SNIAmb (Sistema Nacional de Informação de Ambiente). Os solos onde se situa a área de estudo têm, na situação de referência, um número de escoamento médio de 75.

Segundo a ocupação de solos proposta para o projeto da UP, anteriormente apresentada, o número de escoamento futuro será de 85.

Estes valores de número de escoamento são definidos para condições de humidade médias antecedentes (CN II). Os caudais de ponta são maiores se for considerado a condição de humidade elevada (CN III), que relaciona as condições CN II através da seguinte equação:

$$CN(III) = \frac{175CN(II)}{75 + CN(II)}$$

O modelo integrado no HEC-HMS considera que as perdas iniciais de precipitação (devidas a infiltração, evapotranspiração, etc.) são iguais a $0,2 \cdot S$ (S a capacidade máxima de retenção). A única análise crítica do valor do fator ψ para Portugal Continental de que se tem conhecimento é apresentada em Correia, 1984, que afirma que o valor médio de 0,2 proposto pelo SCS não foi verificado “de forma inteiramente concludente”, reconhecendo, aquele autor, que tal valor conduz a precipitações efetivas muito baixas em consequência das elevadas perdas iniciais de precipitação. Por este motivo, Correia,



1984, propõe um método de cálculo iterativo que, atuando sobre a própria duração da chuvada, conduz a menores perdas iniciais.

Portela et al., 2000, concluem que se deve adotar $\psi=0$ como forma de reduzir, à custa da eliminação das perdas iniciais, as perdas totais de precipitação que obtiveram naquela bacia hidrográfica e que reconheceram como nitidamente excessivas. Por este motivo, consideraram-se nulas as perdas iniciais de precipitação no HEC-HMS.

Como percentagem de área impermeabilizada, consideraram-se 2% para a situação de referência, e 45% para a situação pós-projeto.

3.5.2.3 TEMPO DE LAG

O tempo de lag é definida como sendo igual a 60% do tempo de concentração da bacia hidrográfica.

Como anteriormente referido, considera-se o tempo de concentração de 10 minutos para as bacias da situação pós-projeto.

Na situação de referência utilizou-se um tempo de concentração de 20 minutos.

4 DIMENSIONAMENTO DA REDE DE DRENAGEM

Apresenta-se no desenho EP-PLU-00-101 o traçado dos coletores e das valas de drenagem propostas no projeto.

No desenho EP-PLU-00-102 apresentam-se os pormenores das caixas de visita, sumidouros e outros acessórios da rede de coletores proposta.

4.1 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO

Neste capítulo procede-se à definição dos critérios gerais que serviram de base de dimensionamento do conjunto de obras constituintes dos sistemas de drenagem a projetar.

Para o dimensionamento hidráulico da rede de drenagem de águas residuais utilizaram-se os critérios definidos no Decreto Regulamentar nº 23/95, nomeadamente:

- **Diâmetro nominal mínimo:** o diâmetro nominal mínimo admitido nos coletores de águas pluviais é de 300 mm.
- **Inclinações:** as inclinações dos coletores não podem ser, em princípio, nem superiores a 15% nem inferiores a 0,3%;
- **Velocidades:** para assegurar o perfeito funcionamento dos órgãos de transporte de águas pluviais as velocidades de escoamento têm de ser limitadas. Assim, a velocidade de escoamento no início da exploração não pode ser inferior a 0,9 m/s de acordo com o Artigo 133º do Decreto Regulamentar nº 23/95. A velocidade máxima será limitada a 5,0 m/s para o caudal de ponta.



- **Sequência de secções:** não é admissível a redução da secção útil dos coletores de montante para jusante;
- **Câmaras de visita:** o afastamento máximo será de 60 m, ou, aumentada conforme definido no nº 2 do Artigo 155º do Decreto Regulamentar nº 23/95, em função dos meios de limpeza que se vierem a disponibilizar e utilizar. Adicionalmente serão instaladas câmaras de visita sempre que houver mudança de direção, inclinação e de diâmetros ou quando houver confluência de coletores;
- **Veia líquida:** para garantir a continuidade da veia líquida nas alterações de diâmetro deverá existir sempre concordância da geratriz superior interior dos coletores.
- **Lei de Resistência hidráulica:** a fórmula utilizada no cálculo da perda de carga foi a de Manning-Strickler, dada por:

$$Q = K_s * A * R^{\frac{2}{3}} * i^{1/2}$$

Onde:

Q – caudal de dimensionamento (m³/s);

Ks - coeficiente de Manning-Strickler (110 m^{1/3}/s).

A – Secção molhada (m²);

R – Raio hidráulico (m);

i – Inclinação do coletor (m/m).

4.2 MATERIAL DOS COLETORES

A tubagem dos coletores gravíticos será em Polipropileno (PP) corrugado SN8, de parede dupla, corrugada externamente e lisa internamente, devendo cumprir todas as normas necessárias e ter o certificado de produto reconhecido no território nacional.

4.3 ASSENTAMENTO DA TUBAGEM

O assentamento dos coletores deve ser feito de modo a assegurar-se a perfeita estabilidade das tubagens, através da regularização do fundo das valas, e o enchimento da vala deverá realizar-se cuidadosamente, de acordo com o especificado no desenho. A compactação do material de aterro deve ser feita de modo a não danificar os coletores e a garantir a estabilidade dos pavimentos, e deverá ser devidamente comprovada com ensaios específicos.

Quando o recobrimento das tubagens for inferior a 1,00 m estas serão protegidas contra a rotura por compressão diametral.



4.4 CAIXAS DE VISITA

Sempre que possível as caixas de visita serão implantadas com fundos pré-fabricados, onde existam mudanças de direção e de modo a não se ultrapassar um comprimento de coletor de cerca de 60m.

A cobertura da caixa de visita será plana sempre que a altura desta for inferior a 1,40m, sendo nos restantes casos troncocónica excêntrica. Quando instaladas em terrenos privados/a corta-mato, deverão ser implantadas nos extremos dos mesmos, ficando salientes do terreno no mínimo 0,20m.

As câmaras de visita deverão satisfazer o que se encontra especificado nas normas portuguesas NP 881, NP-882 e NP-883.

4.5 SEPARADOR DE HIDROCARBONETOS

Imediatamente a montante da bacia de retenção, será instalado um separador de hidrocarbonetos, do tipo pré-fabricado, que permite reter o caudal resultante dos primeiros 10 mm de precipitação na totalidade da área da UP.

Apenas a rede de drenagem dos pavimentos será encaminhada para o separador de hidrocarbonetos.

4.6 VÁLVULA DE MURAL NA CAIXA DE VISITA NA BACIA DOS DIGESTORES

Como anteriormente referido, a montante da bacia de amortecimento e retenção prevê-se a instalação de uma válvula de comporta de mural que permitirá reter o escoamento na bacia de retenção dos digestores em caso de contaminação da água recolhida (válvula instalada no coletor de jusante na caixa CV A2).

5 DIMENSIONAMENTO DA BACIA DE AMORTECIMENTO E RETENÇÃO

O objetivo da bacia de amortecimento e retenção é amortecer os caudais de cheia para que, após implementação do projeto, os caudais sejam iguais ou inferiores aos gerados na mesma área na situação de referência e armazenar uma parte do volume recolhido para posterior aproveitamento no processo.

A bacia contém um volume destinado à retenção a água da chuva e apenas quando excedido esse volume, os caudais são amortecidos e libertados para a linha de água. O amortecimento dos caudais dá-se devido à redução do diâmetro da tubagem de saída, face ao diâmetro de entrada.

A bacia poderá reter também volumes superiores ao volume de reserva, através do fecho da válvula de seccionamento do coletor de saída. Esta válvula deverá funcionar sempre aberta e só deverá ser fechada em casos excecionais, onde seja necessário reter a água no interior da bacia (ocorrência de um incêndio). Em caso de incêndio, o alarme de incêndio deverá ativar o fecho da válvula de seccionamento do coletor de saída,



permitindo armazenar a água do combate de incêndio, que é encaminhada para a bacia através da rede pluvial, sendo posteriormente retirada por caminhão.

No funcionamento normal da bacia, após atingir o volume de reserva, o caudal que entra, sai pelo coletor de saída do fundo da bacia localizado acima do nível de reserva. Adicionalmente, deverá existir uma descarga de superfície de emergência, por meio um descarregador de parede no coroamento da bacia de amortecimento, caso se exceda a capacidade de armazenamento máximo da bacia.

O volume de reserva corresponde a cerca de 75 m³ o que é equivalente a 2 dias de consumo de processo (consumo médio diário de processo é aproximadamente 30 m³). Este volume, contido no primeiro meio metro de altura da bacia, é retido abaixo da cota do coletor de descarga de fundo, com o propósito de armazenar água pluvial para posterior aproveitamento nos digestores. Nesse sentido, prevê-se a instalação de uma bomba flutuante e uma conduta elevatória que transportará a água para os digestores.

A bacia, será impermeável, sendo que os taludes interiores serão revestidos com geomembrana do tipo PEAD, cor clara, com 2 mm de espessura, colocado sobre geotêxtil de 400g/m².

Conforme o método de cálculo apresentado no capítulo 3.5.2, os caudais calculados foram os seguintes:

Tabela 5.1 – Caudais gerados na área de projeto, T=100 anos

Situação de referência (l/s)	Pós-projeto (l/s)
783	939

O funcionamento da bacia de retenção foi simulado no software HEC-HMS da USACE (US Army Corps of Engineers), utilizando-se hidrogramas unitários sintéticos incorporados no software (no caso, o do SCS).

Teve-se em conta a otimização da área ocupada, bem como da profundidade da estrutura, evitando-se que o nível máximo de água no interior das bacias não cause perturbação ao escoamento no interior da rede de drenagem.

A descarga da água da bacia é feita na linha de água mais próxima, aproximadamente à cota 98,3. A descarga é feita por via de uma boca de lobo localizada nas coordenadas M = -74 284,67 e P = -58 546,16. A implantação desta descarga pressupõe ocupação de domínio público hídrico, pelo que deverá ser alvo de pedido de licenciamento

Para a bacia obtiveram-se os resultados apresentados na Tabela 5.2.

Tabela 5.2 – Análise do funcionamento da bacia de amortecimento e retenção

Caudal afluente (l/s)	939
-----------------------	-----



Caudal de descarga (l/s)	677
Área base (m ²)	125
Cota máxima água (m)	104,80
Diâmetro coletor de descarga (mm)	500
Volume de armazenamento (m ³)	555
Volume de reserva (m ³)	75

Nas figuras seguintes apresentam-se os hidrogramas resultantes da análise em cada bacia.

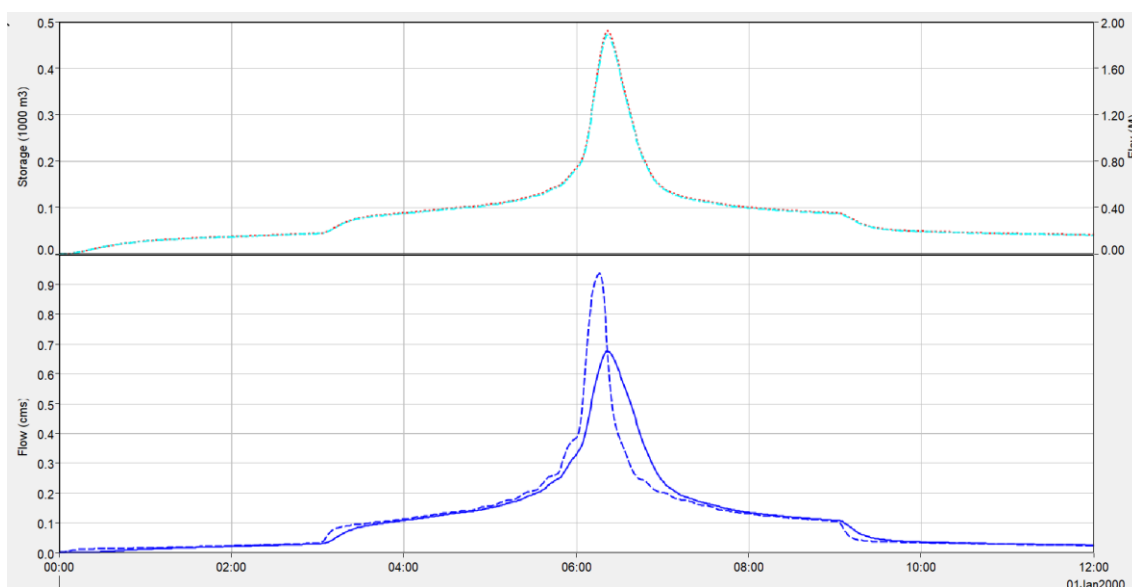


Figura 5.1 – Bacia de amortecimento e retenção - Gráfico de cima: Variação do volume acumulado no reservatório (linha vermelha) e da altura de água no seu interior (linha azul); em baixo: caudal afluente (linha tracejada) e efluente (linha a cheio) do reservatório