

O Re (Ciclo) da Água na Cidade de Lisboa



LISBON
Finalist 2017
EUROPEAN GREEN CAPITAL
An initiative of the European Commission
www.europeangreencapital.eu

O (RE)CICLO DA ÁGUA
Dia 24 de maio | 17h30

SALA DO ARQUIVO, PAÇOS DO CONCELHO
Debate sobre a água, nas suas diferentes vertentes. Água reciclada, gestão e usos da água e soluções de controlo na origem para prevenção do impacto de cheias.
Com a presença de **José Sardinha**, Presidente Executivo do Conselho de Administração da EPAL - Grupo Águas de Portugal, e **José Saldanha Matos**, Professor Catedrático do IST e consultor do Plano de Drenagem de Lisboa.

Moderação: **José Sá Fernandes**, Vereador da Câmara Municipal de Lisboa.

Participação gratuita, mediante inscrição obrigatória em www.lisboanova.org



Contribuições do Plano Geral de Drenagem de Lisboa - Medidas de Adaptação e Mitigação

José Saldanha Matos

Sala do Arquivo, Paços do Concelho, 17:30. 24 de Maio de 2017

APRESENTAÇÃO

Índice de apresentação

1. ENQUADRAMENTO GERAL
2. INTERVENÇÕES PREVISTAS NO PGDL
3. CONTROLO NA ORIGEM EM DRENAGEM URBANA
4. EXEMPLOS –O CASO DA BACIA DO ALTO DA AJUDA E O CASO DO TÚNEL MONSANTO-STA APOLÓNIA.
5. SÍNTESE E ASPETOS RELEVANTES

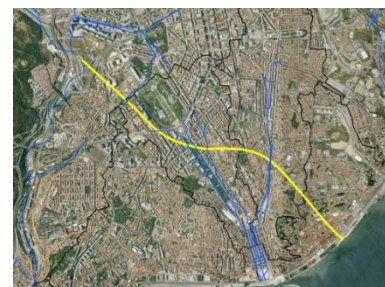


ENQUADRAMENTO GERAL

PGDL (2016 – 2030)

- Correspondeu a um desenvolvimento do PGDL 2006 a 2008, e incluiu 14 capítulos, cerca 200 figuras, quadros, anexos e peças desenhadas. Aprovado em sessão da CML de dezembro de 2015.

Sumário Executivo- 1- Objetivos, 2- Síntese de principais estudos, 3- Visão, 4- Informação e dados base, 5- Alterações climáticas e impactos, 6- Critérios de verificação e dimensionamento e modelação de desempenho, 7- Estimativa de caudais (tempo seco e húmido), 8- Diagnóstico, 9- Soluções alternativas, 10- Análise comparativa de soluções, 11- Ações e intervenções, 12 - Avaliação de investimentos e encargos, 13- Planeamento, 14- Síntese, recomendações e conclusões



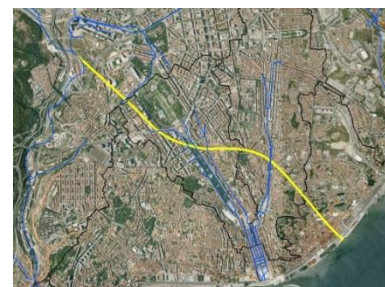
ENQUADRAMENTO GERAL

PGDL (2016 – 2030)

2 Workshops principais com avaliadores, varias sessões na CML, múltiplas apresentações e discussões (Congresso da Água, 2016; ENaSB,2016; revista A&R; OEng; Seminário IST; E-Nova; Emb. Holandesa. Apresentações na APL, no Metro, e outros forúns.

Apoio muito próximo da equipa do PGDL.

Evolução do PGDL - Projetos de execução : Bacia de retenção do Alto da Ajuda; Bacia de retenção da Ameixoeira; Reabilitação de pavimentos e drenagem do Parque Eduardo VII....



ENQUADRAMENTO GERAL

Princípios de intervenção do Plano

- **Enfase na drenagem e controlo pluvial** (controlo de inundações), eventos com relação direta com o clima e as AC. O Plano considerou explicitamente as AC.
- **Enfase na minimização de grandes intervenções em meio urbano consolidado** (redução de impactos sociais), e aproveitamento das intervenções para usos múltiplos.

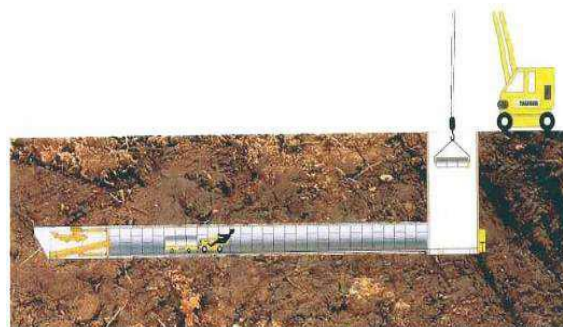
3 soluções alternativas (A- Enfase em reforço, B- Enfase em reserva e **C- Enfase em desvio**), avaliadas tendo em conta efeitos de ocupação e alterações climáticas.



ENQUADRAMENTO GERAL

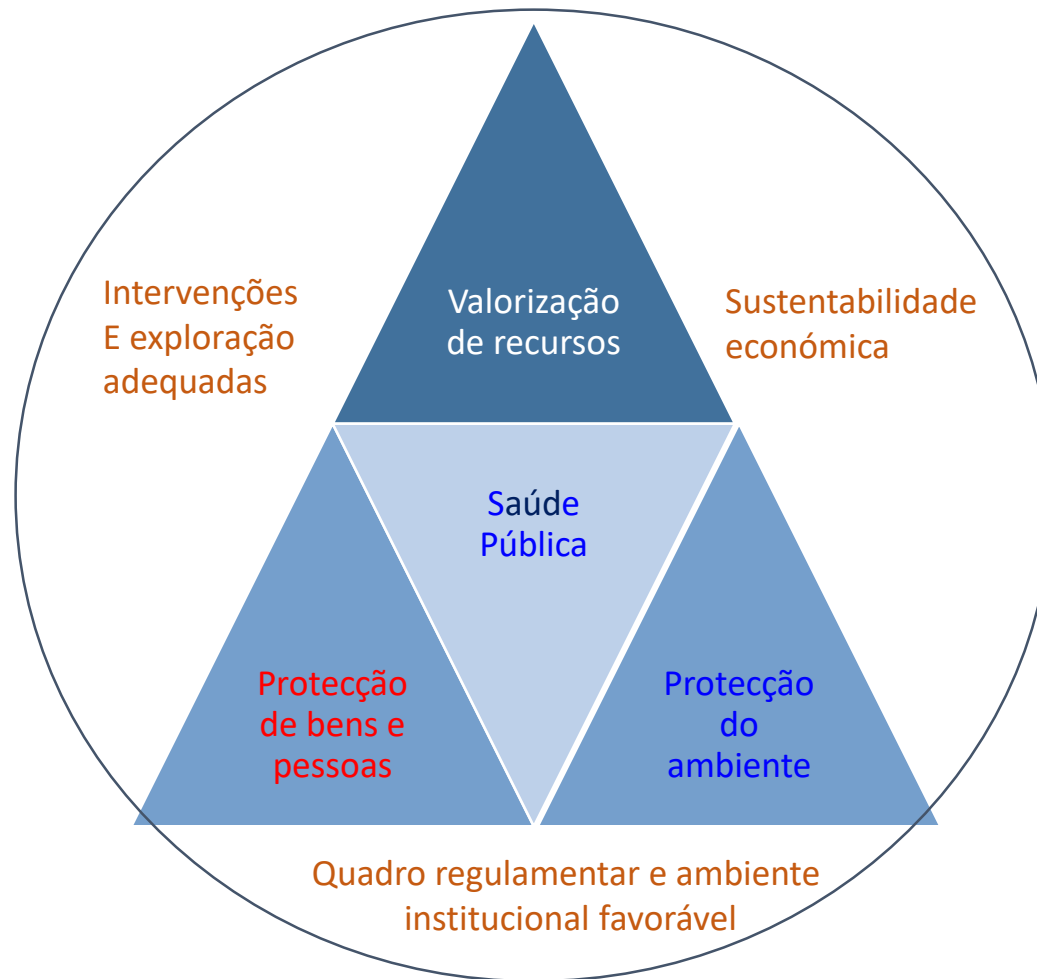
Princípios de intervenção do Plano

- Princípio de combinação de soluções estruturantes com impacto mínimo na superfície (i.e., desvio de caudais-túneis) com soluções descentralizadas complementares (controlo na origem, bacias de amortecimento) e de informação para apoio à gestão (cadastro, monitorização e aviso, formação e capacitação).
- Enfase na valorização das intervenções (associar criação de valor).



ENQUADRAMENTO GERAL

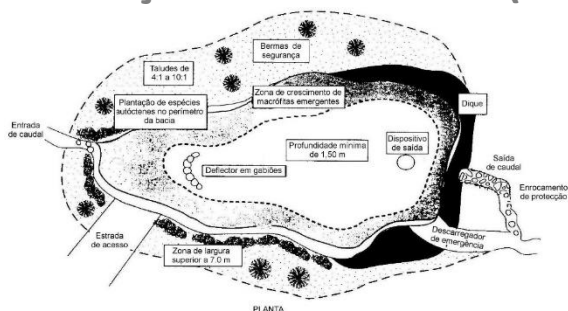
Visão integradora dos sistemas de drenagem pluvial em meio urbano



ENQUADRAMENTO GERAL

Princípios e estratégias do Plano para benefício da cidade:

- **Tipo Mitigação:** redução de caudais de ponta, baseadas em reserva e infiltração- bacias de retenção/ soluções de “controlo na origem” . Produção de energia renovável .
 - **Tipo Adaptação:** baseadas em intervenções de aumento de capacidade hidráulica de coletores e valas, ou de desvio-coletores de meia encosta; ou de tuneis).
- Soluções **descentralizadas** (tipo “controlo na origem”)
- Soluções **centralizadas** (coletores, reservatórios enterrados, bacias)



ENQUADRAMENTO GERAL

10 Intervenções estruturantes e complementares

- **Túnel Monsanto - St^a Apolónia (Ad)**
- **Túnel de Chelas – Beato (Ad)**
- **Bacias de retenção a céu aberto (i.e. , Alto da Ajuda e Ameixoeira) (Mit)**
- **Soluções de controlo na origem (Parque Eduardo VII) (Mit)**
- Reforço do sistema da Bacia Av. de Berlim (AV Reciproca e I. D. Henrique)
- Reabilitação/reforço de coletores de redes primárias e secundárias
- Reabilitação do trecho final do Caneiro de Alcântara
- Redução de perdas de carga localizadas (Ex: câmara da Rua de S. José/R. Telhal ou câmara junto do Hotel Mundial)
- Reabilitação e controlo de caudais em descarregadores (ex. D16, D17, D8.1...)
- Captação de escoamento de superfície (sarjetas de passeio e sumidouros)

ENQUADRAMENTO GERAL

AÇÕES COMPLEMENTARES DE ADAPTAÇÃO-DE AQUISIÇÃO DE CONHECIMENTO

- Cadastro e inspeção (10 anos para conhecer melhor o sistema)
- De monitorização (coleta e análise de variáveis hidráulicas e ambientais) e para aviso, gestão e investigação.
- Formação e capacitação para gestão do património (natural e construído).



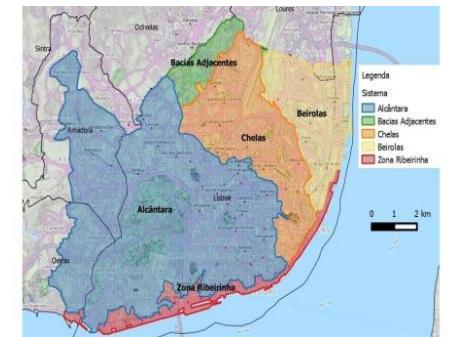
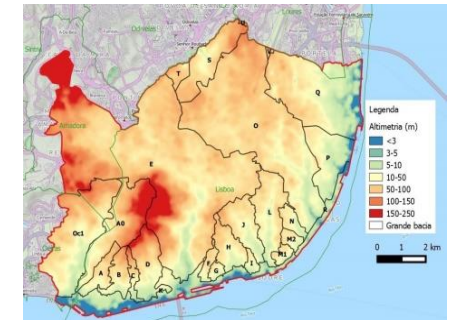
ENQUADRAMENTO GERAL

Investimentos (1ª e 2ª Fase)

1ª Fase (2016 – 2020) – 105 M€

2ª Fase (2020 – 2030) – 73 M€

Intervenção
Desvio de caudais entre bacias (túneis)
Bacias de amortecimento
Controlo na origem
Reforço e reabilitação de coletores e redes secundárias
Separação e controlo de caudais
Minimização de perdas de carga localizadas
Levantamento de cadastro e inspeção
Sistema de monitorização e aviso
Capacitação e gestão de ativos
Outras intervenções
Captação de escoamento de superfície
Relocalização de estruturas/soluções urbanísticas
Beneficiação de descargas no rio Tejo
Beneficiação do troço marítimo do Can. de Alcântara



Saimet (Pombalino)

Cascões

Oval

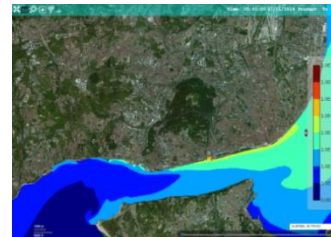
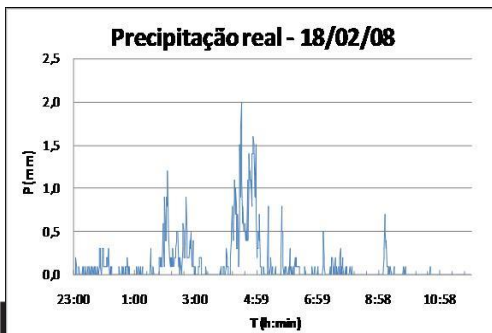
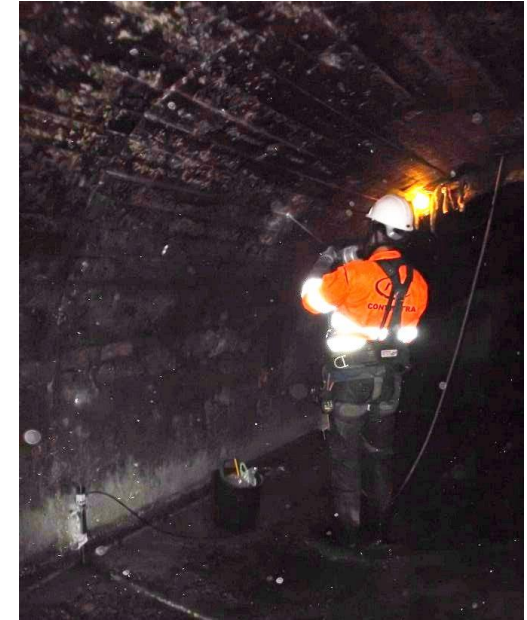


Retangular

Circular (grês cerâmico)

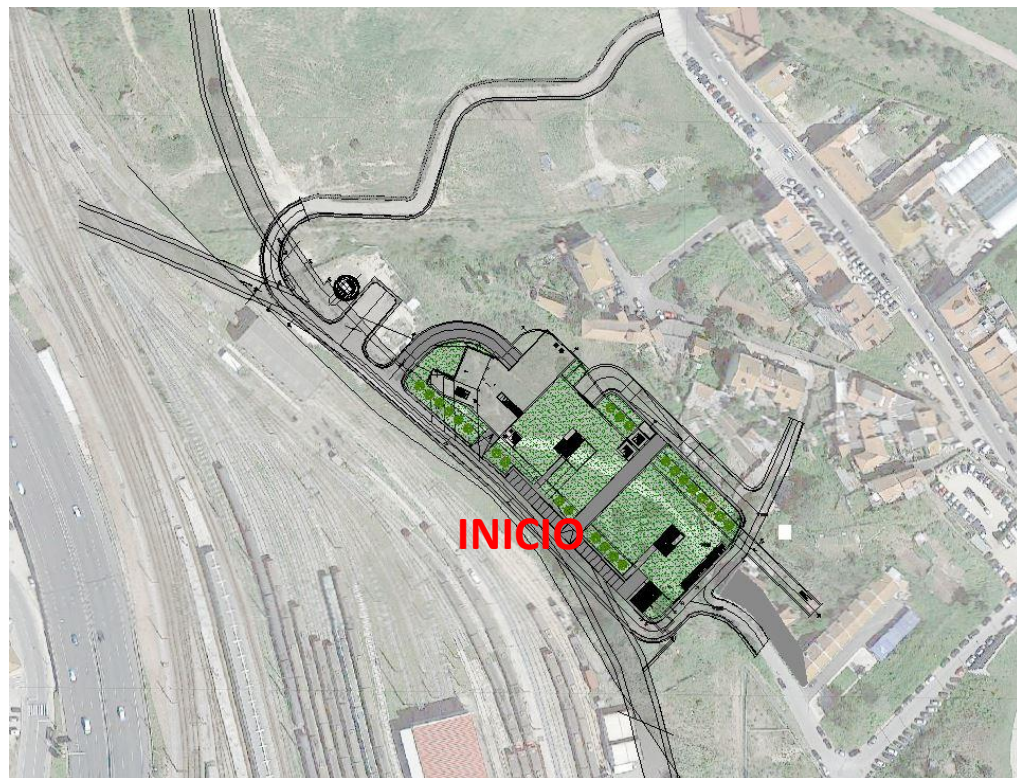
Arco abatido

OS TUNEIS DO PGDL

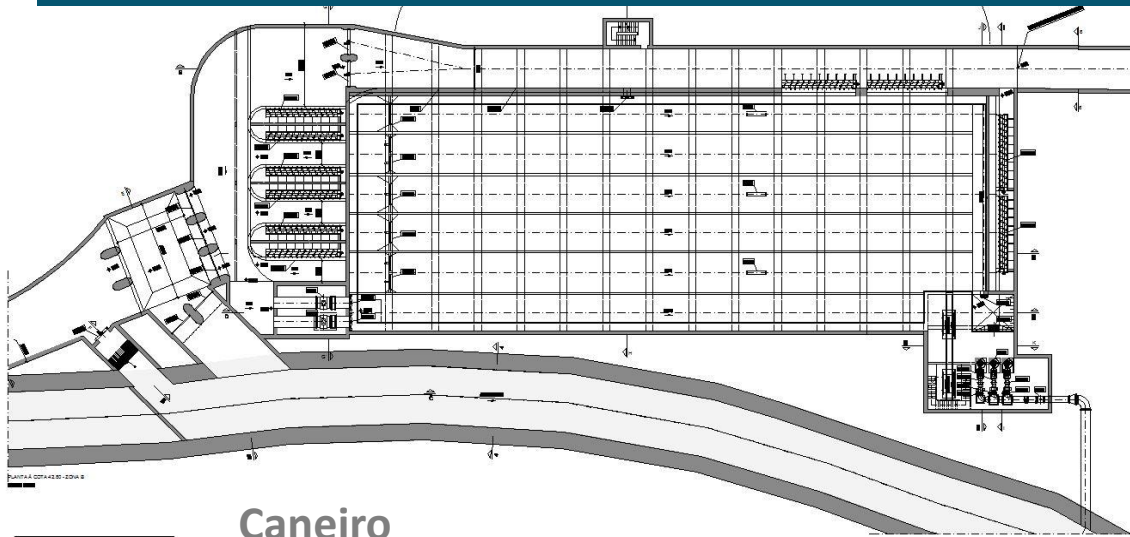


OS TUNEIS DO PGDL

Túnel inicia-se no Caneiro (ribeira) de Alcântara em Campolide, logo a seguir a reservatório e pré-tratamento em tamisadores (de 6 mm de malha) ate 40 m³/s. O resto até 130 m³/s (T=100 anos) segue diretamente para o túnel e descarga em Sta Apolónia, junto do terminal de cruzeiros.



OS TUNEIS DO PGDL



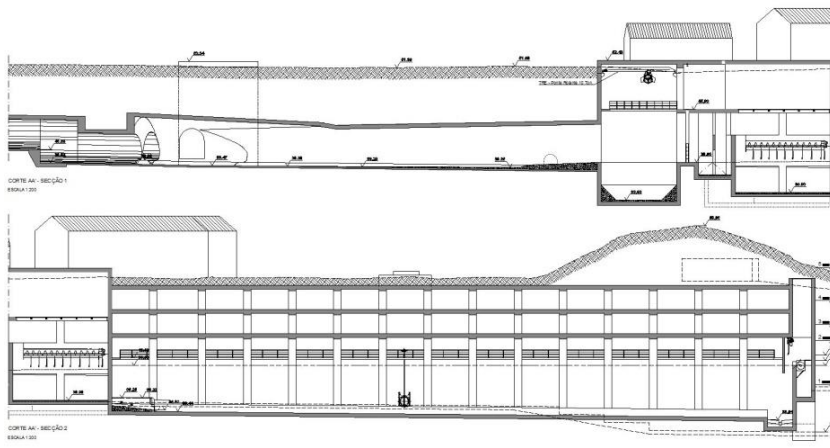
TUNEL (D= 5,5 m)

Qmax= até 170 m³/s

Bacia anti-poluição= 16 000 m³
Tamisadores- até 36 m³/s

Caneiro

ETAR ALCANTARA

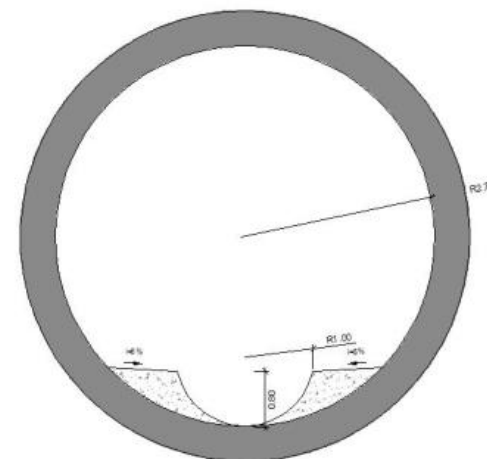


Os TUNEIS DO PGDL

Túneis Multi-uso



Tubagem para reutilização



No interior do túnel seguem varias “utilities” (energia, telecomunicações e D 315 mm de esgoto tratado da ETAR)(para distribuição em vários locais de Lisboa, ao longo do traçado: Av Liberdade, Sta Marta, Almirante Reis, Beco do Belo,...).

OS TUNEIS DO PGDL

Produção de energia renovável



Entre o reservatório e a ETAR, cerca de 15 m de altura disponível, com caudal médio de esgoto diluído de 1 m³/s em tempo seco (e até 130 m³/s, em tempo húmido). Condução forçada em 2 km e Produção de energia eléctrica em turbinas.

CONTROLO NA ORIGEM NO PGDL

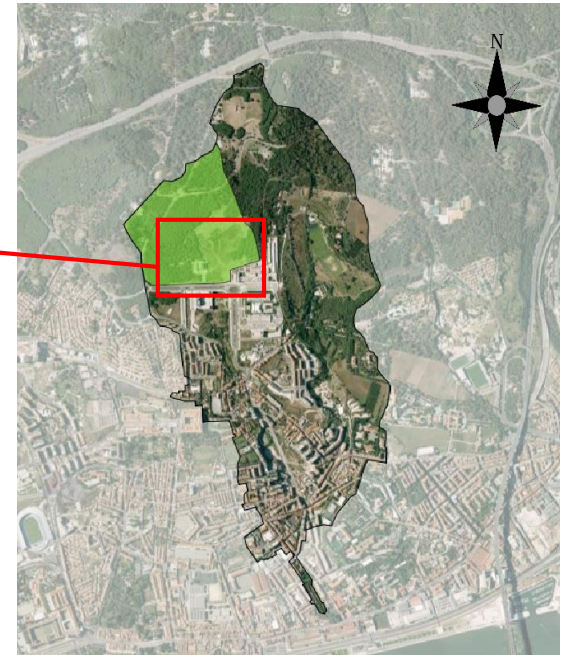
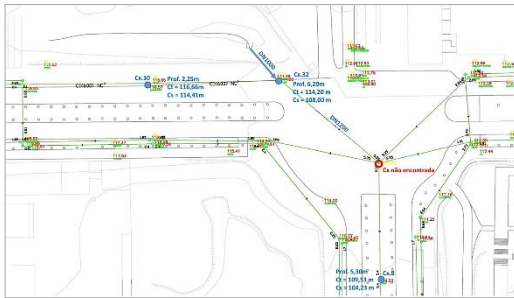
Objetivos

- ✓ promover a **infiltração**, tendo em vista a redução de **volumes de escoamento** para jusante;
- ✓ promover a **retenção** ou o armazenamento temporário, tendo em vista a alteração dos tempos de concentração e a redução de **caudais de ponta**.
- ✓ combinar os dois processos anteriores, contribuindo para a redução de caudais de ponta e **utilização da água para usos compatíveis**, incluindo usos recreativos.
- ✓ Contribuir para o **controlo da poluição** (i.e. não dá lugar a mistura de efluentes domésticos e pluviais) e controlo do transporte sólido para infraestruturas enterradas

SOLUÇÃO PREVISTA NO PGDL

Exemplo da bacia de retenção da Ajuda

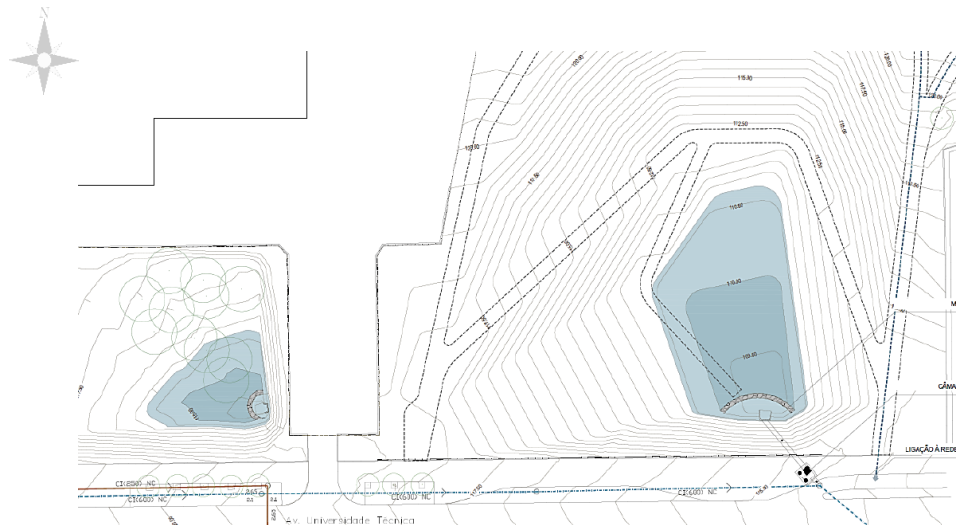
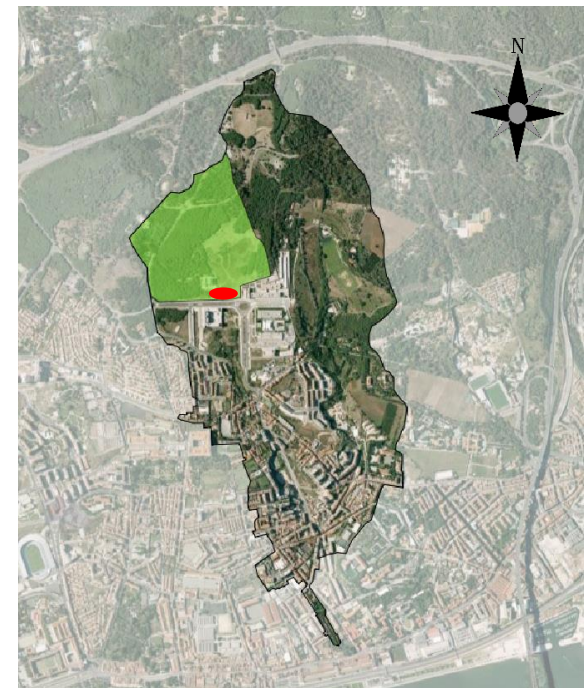
Situação atual (“Depressão com boca de lobo e coletor assoreado de descarga para a rede”)



INTERVENÇÕES P PREVISTAS NO PGDL

Objetivos principais

- ✓ Controlo de caudal de ponta e redução de riscos de inundações, a jusante.
- ✓ Redução de transporte sólido para o sistema de drenagem
- ✓ Requalificação paisagística e valorização do território (FC Projetos



ENQUADRAMENTO GERAL

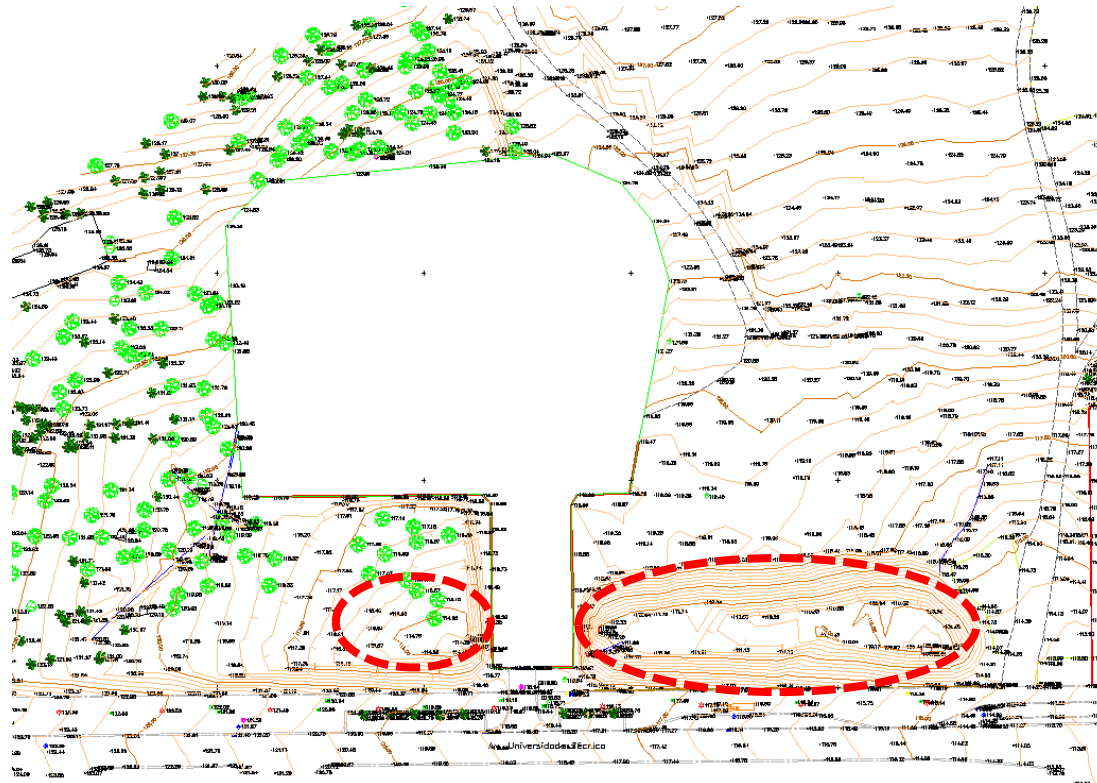
Condição atual (“bacia” que não retém,..)



CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

Bacia hidrográfica em estudo

Identificação de duas potenciais bacias de retenção em série



ANÁLISE HIDROLÓGICA

Estimativa de caudais de ponta

Intensidade de precipitação com base nas curvas IDF:

<i>I-D-F Brandão - Posto IGIDL [mm/h]</i>						
T [anos]	2	5	10	20	50	100
[5 min, 30 min]						
a	176.46	214.32	239.69	264.16	295.96	319.86
b	-0.529	-0.499	-0.486	-0.477	-0.467	-0.461
<i>Curvas I-D-F Regulamento (Zona A) [mm/h]</i>						
T [anos]	2	5	10	20	50	100
a	202.72	259.26	290.58	317.74	349.54	365.62
b	-0.577	-0.562	-0.548	-0.538	-0.524	-0.508

Área	[ha]	32.0
Tipo solo	[-]	C
L	[m]	727.4
i	[m/m]	0.088
Class. I.T.	[-]	Muito inclinado
ψ_1	[-]	0.70
A.I.	[%]	10%
C	[-]	0.35

(Bacia de retenção Alto da Ajuda)



Q_p (T 10) = 1,8 m³/s < capacidade do coletor 4 m³/s

ANÁLISE HIDROLÓGICA

Estimativa de Volumes pelo Método Holandês

Determinação do volume da bacia de retenção:

$$V = 10.A.C \left[\frac{-b.qs}{(1+b)} \right] \left[\frac{qs}{a(1+b)} \right]^{1/b} \quad t_c = \left[\frac{qs}{a.(1+b)} \right]^{1/b}$$

$$Q_s = 20\% * Q_{P, T=10 \text{ anos}}$$

$$Q_s = 40\% * Q_{P, T=10 \text{ anos}}$$

T [anos]	Intensidade da precipitação			Qp [m ³ /s]
	Brandão [mm/h]	Regulam. [mm/h]	Admitida [mm/h]	
2	38.11	38.10	38.10	1.18
5	50.49	50.89	50.89	1.58
10	58.63	59.39	59.39	1.84
20	66.33	66.85	66.85	2.07
50	76.49	76.59	76.59	2.37
100	84.12	83.91	83.91	2.60

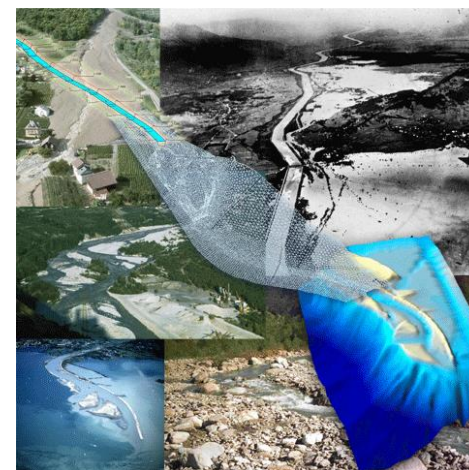
Área [ha]	a [mm/h]	b [-]	C [-]	qs [m ³ /s]	t _{crit} [min]	Volume [m ³]
32	290.58	-0.548	0.35	0.368	80	2 148

V= 1200 a 2 150 m³

SIMULAÇÃO DE DESEMPENHO

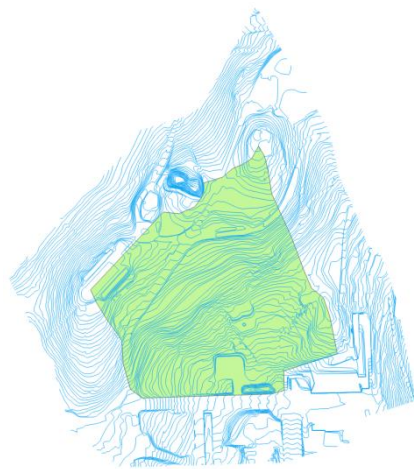
2D software BASEMENT - Basic Simulation Environment for Computation of Environmental Flow and Natural Hazard Simulation (VAW ETH Zurich, 2007) Free-software (<http://www.basement.ethz.ch/docs/index>).

- ✓ Simulação de caudal e transporte de poluentes;
- ✓ Interações tendo em consideração fronteiras móveis e alterações morfológicas;



DADOS PARA SIMULAÇÃO

Input para adaptação do Basement (Qgis) (Modelação dinâmica 2D)



Curvas nível CML

+



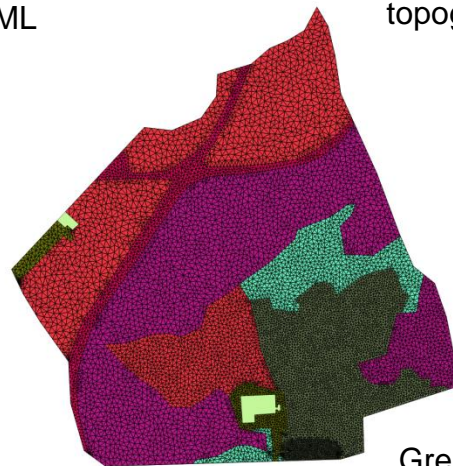
Curvas nível levantamento
topográfico

+

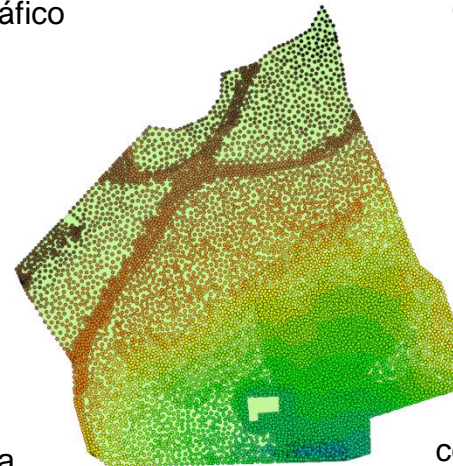


Coeficientes K's

=



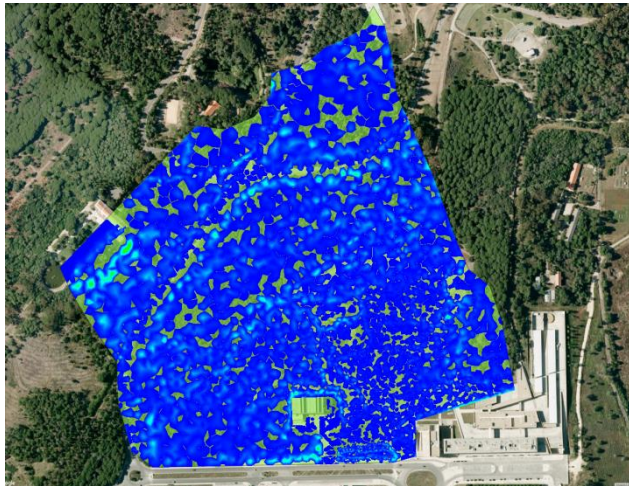
Grelha



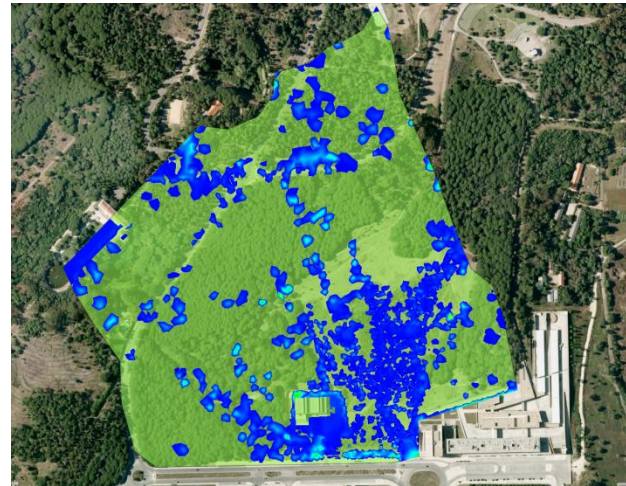
cotas

SIMULAÇÕES PARA O SISTEMA ACTUAL

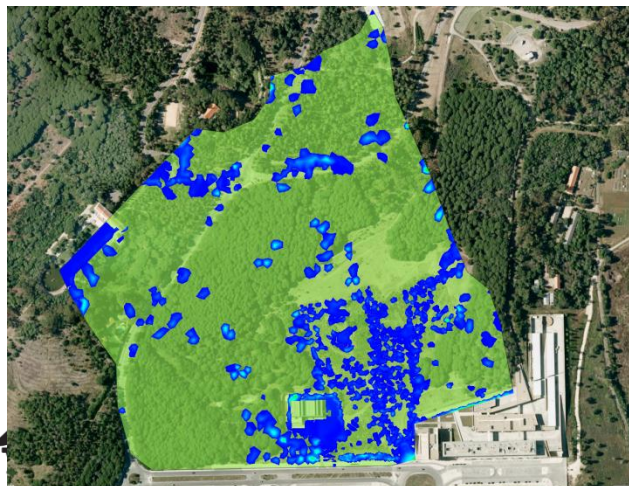
Basement (DN1000, T=10 anos) (h na bacia < 0,65 m)



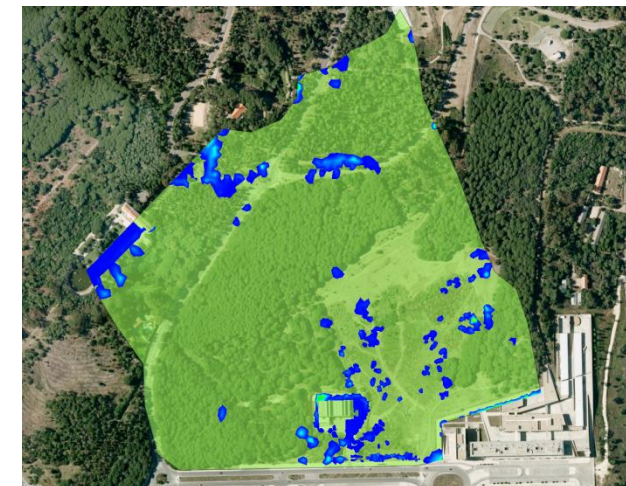
t = 0h 30m



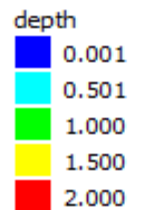
t = 2h 30m



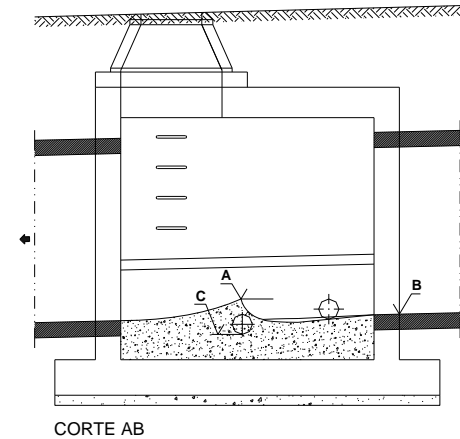
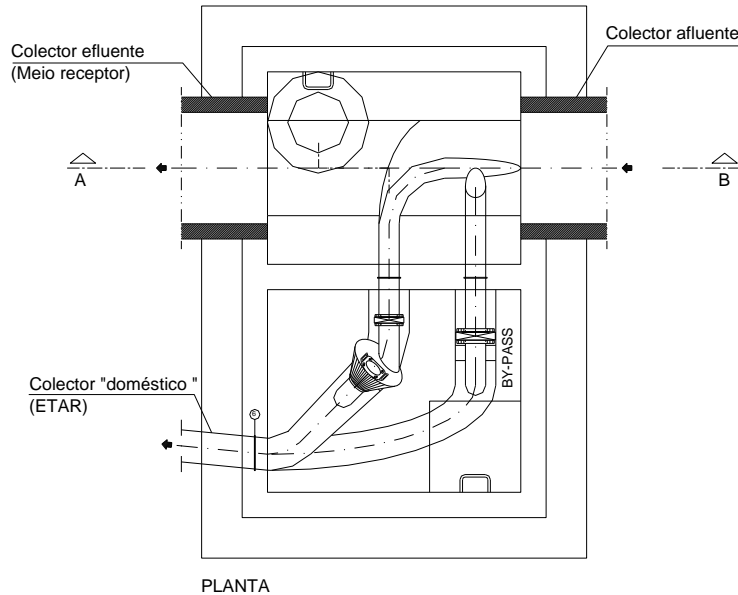
t = 1h 30m



t = 5h 00m

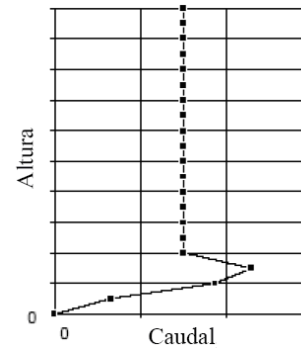


CONTROLO DE CAUDAL

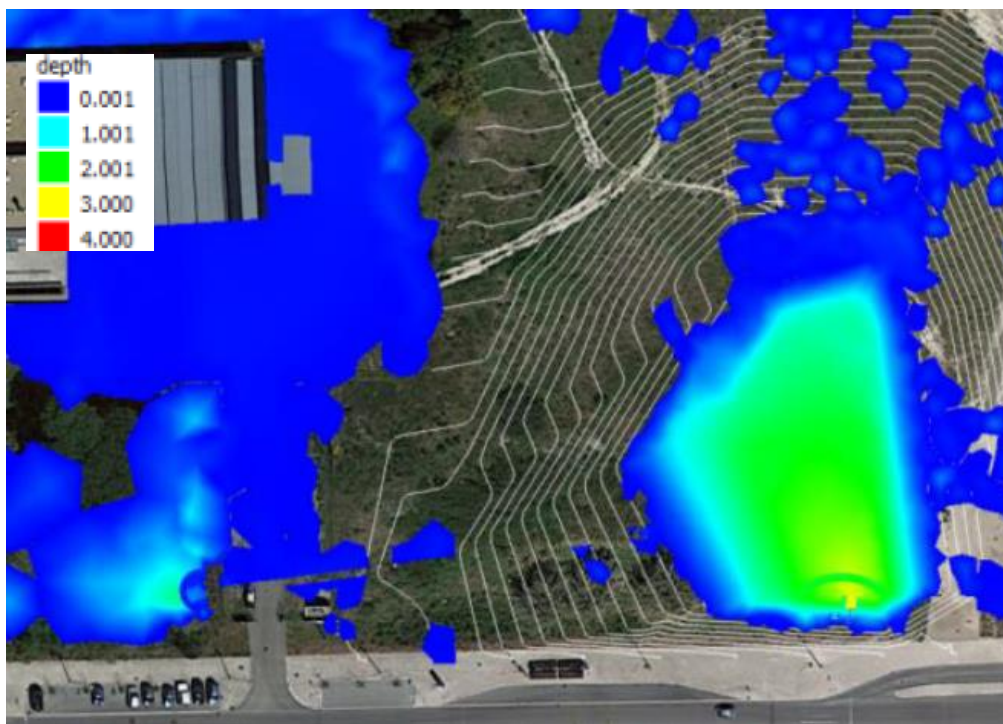


Representação esquemática de uma válvula do tipo "vórtice", em câmara seca.

Curva característica:



MODELAÇÃO DO SISTEMA (CONTROLO DE CAUDAL A JUSANTE)



Câmara de regulação de caudal (CRC), $q_s = 740 \text{ l/s}$ (20% Q_{10})
DN 1000, T= 10 anos

Descarregador de emergência no interior da CRcaudal que entra em funcionamento quando altura $h > 1,5 \text{ m}$

ASPETOS RELEVANTES

- ✓ Controlo hidráulico, dinâmico, com **redução de riscos de inundações**, a jusante
- ✓ Controlo de entrada de sólidos grosseiros no sistema enterrado, **reduzindo os encargos de manutenção**.
- ✓ Proporcionar, durante períodos mais ou menos prolongados, toalha de água, o que **valoriza o ambiente local**.
- ✓ Proporcionar **espaços de lazer especialmente atraentes**, do ponto de vista da paisagem e da vista sob a cidade e sob o estuário do Tejo, dispondo de percursos pedonais e pontos de água.
- ✓ **Valorização científica do conhecimento** (bacia experimental piloto) com monitorização de precipitação, altura e caudal.



O FUTURO : VISTAS PARA SUL E PARA NORTE DO PARQUE DO ALTO DA AJUDA



SÍNTESE DO PGDL E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS

- O Plano inclui soluções físicas estruturantes e soluções complementares, em execução.
- O PGDL inclui soluções centralizadas e descentralizadas.
- O PGDL inclui soluções de minimização de caudais (retenção-infiltração), de reforço e de desvio com grande capacidade hidráulica.
- O PGDL prevê atividades de aquisição de conhecimento (cadastro, CCTV, capacitação, monitorização e aviso) e de criação de oportunidades para valorização da cidade.

UM PLANO da CML PARA COLOCAR O AZUL AO SERVIÇO DO VERDE

OBRIGADO

José Saldanha Matos
(jsm.hidra@gmail.com)

