

Campo Aberto – Associação de Defesa do Ambiente

Ciclo de debates

“Qualidade de vida e Ambiente”

Poluição Aquática

15 de Julho de 2009

Paulo Monteiro (FEUP)

psm@fe.up.pt

Qualidade de Vida vs. Desenvolvimento

Paradigma do Séc. XX Formar o cidadão para que este contribua para o
Desenvolvimento Económico

Paradigma do Séc. XXI Formar o cidadão para que este contribua para o
Desenvolvimento Humano Sustentável

Necessidade de eliminar tensões entre:

o global	e o	local
o universal	e o	singular
a tradição	e a	modernidade
as soluções a curto	e a	longo prazo
o extraordinário desenvolvimento dos conhecimentos	e as	capacidades de assimilação humana

Enquadramento Legal

Princípios básicos a observar na gestão dos recursos hídricos (**Lei nº 59/2005 – “Lei da Água”**) :

- **Princípio do valor Social da Água:** consagra o acesso universal para as necessidades humanas básicas sem que haja lugar a qualquer tipo de discriminação ou exclusão e a um custo socialmente aceitável.
- **Princípio do valor Económico da Água:** consagra a necessidade de gerir este recurso escasso de forma eficiente (aplicação dos princípios do poluidor-pagador e do utilizador – pagador.
- **Princípio da Prevenção:** as consequências negativas para o ambiente deverão ser previstas de forma a serem atempadamente eliminadas as suas causas ou pelo menos reduzidos os seus impactes.
- **Princípio da Correção:** os danos causados devem ser imputados de forma prioritária à sua fonte, a quem devem ser impostas medidas correctivas e de recuperação, assim como, os respectivos custos.

Instrumentos de Planeamento

Planos de Gestão de Bacia Hidrográfica – gestão de recursos hídricos (previstos)

Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais – gestão de redes urbanas

O PEAASAR I (2000-2006) definiu quatro linhas de orientação estratégica:

- Requalificação ambiental;
- Soluções integradas;
- Alta qualidade do serviço;
- Garantia de sustentabilidade.

Investimentos previstos

VERTEENTES	ALTA (M€)	BAIXA (M€)	TOTAL (M€)
ABASTECIMENTO DE ÁGUA	1.100	680	1.780
SAANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS	1.270	1.180	2.450
TOTAL	2.370	1.860	4.230

4.230.000.000 €

O PEAASAR II (2007-2013) tem definidas três linhas de orientação estratégica:

- A universalidade, continuidade e qualidade do serviço
- A sustentabilidade do sector
- A protecção dos valores ambientais



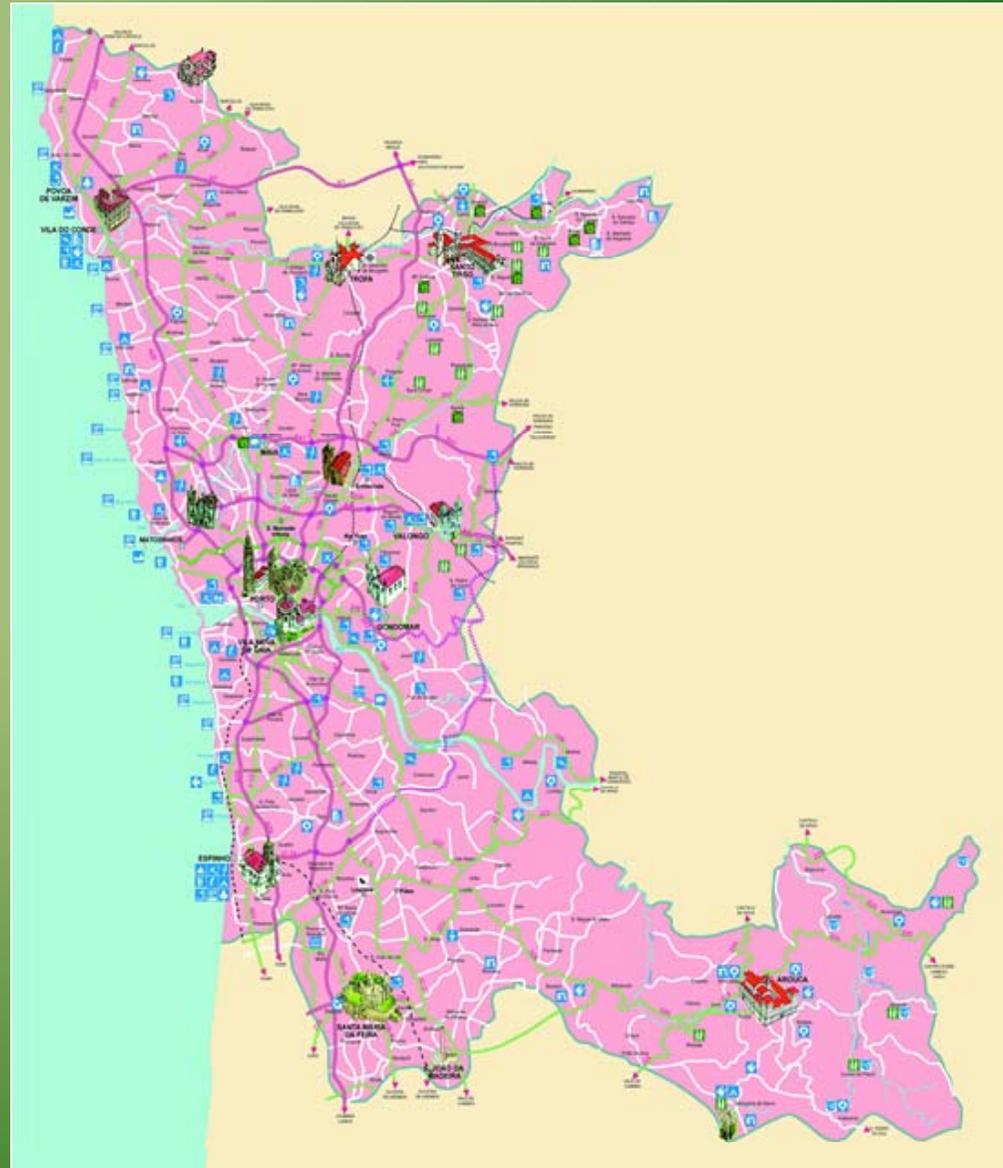
3.300.000.000 €

Disponibilidades QREN – 800.000.000 €

A Área Metropolitana do Porto

Até 2008: 9 municípios

Com a publicação da Lei nº 46/2008
de 27 de Agosto: 16 municípios



- [Arouca](#)
- [Espinho](#)
- [Gondomar](#)
- [Maia](#)
- [Matosinhos](#)
- [Oliveira de Azeméis](#)
- [Porto](#)
- [Póvoa de Varzim](#)

- [Sta. Maria da Feira](#)
- [Santo Tirso](#)
- [S. João da Madeira](#)
- [Trofa](#)
- [Vale de Cambra](#)
- [Valongo](#)
- [Vila do Conde](#)
- [Vila Nova de Gaia](#)

Póvoa de Varzim

População: 63.470 hab.

Consumo: 10.000 m³/d

Matosinhos

População: 167.026 hab.

Consumo: 40.000 m³/d

Porto

População: 263.131 hab.

Consumo: 90.000 m³/d

Vila Nova de Gaia

População: 288.749 hab.

Consumo: 50.000 m³/d

Espinho

População: 33.701 hab.

Consumo: 7.000 m³/d



Vila do Conde

População: 74.391 hab.

Consumo: 10.000 m³/d

Maia

População: 120.111 hab.

Consumo: 23.000 m³/d

Valongo

População: 86.005 hab.

Consumo: 10.000 m³/d

Gondomar

População: 164.096 hab.

Consumo: 30.000 m³/d

População Total: cerca de 1.300.000 hab.
Consumo: 270.000 m³/dia

No abastecimento de água, a capacidade de produção instalada é:

- nas 2 ETA principais (na região Norte): 570.000 m³/dia
- total disponível: 900.000 m³/dia

ETA de Lever – 400.000 m³/dia

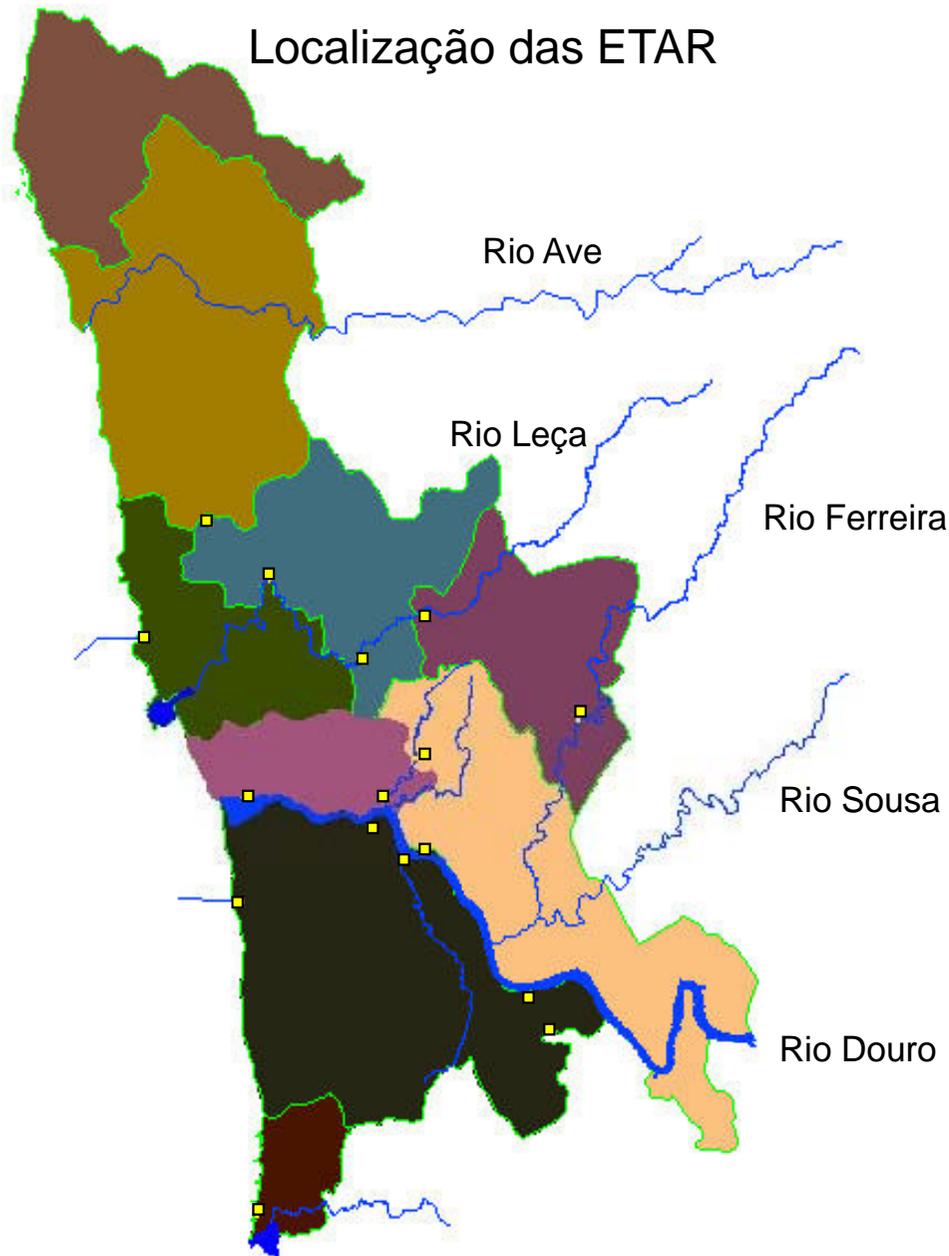


ETA de Areias de Vilar – 170.000 m³/dia



Águas Residuais

Rede Hidrográfica principal e Localização das ETAR



ETAR's estruturantes e caudais tratados (no ano 2005)

- ETAR e ES de Matosinhos:	24.000 m ³ /dia
- ETAR de Sobreiras (Porto):	30.000 m ³ /dia
- ETAR do Freixo (Porto e Gondomar):	15.000 m ³ /dia
- ETAR e ES de Gaia Litoral:	30.000 m ³ /dia
- ETAR de Parada (Maia):	18.000 m ³ /dia
- ETAR de Campo (Valongo):	13.000 m ³ /dia
- ETAR de Ermesinde (Valongo):	5.000 m ³ /dia
- ETAR e ES de Espinho (em reabilitação)	
-TOTAL	135.000 m³/dia
-Capacidade de tratamento instalada	cerca de 285.000 m³/dia

ETAR's de Média e Pequena Dimensão

-ETAR de Ponte Moreira (Maia)	2.000 m ³ /dia
- ETAR de Cambados (Maia)	500 m ³ /dia
- ETAR do Febros (Gaia):	4.000 m ³ /dia
- ETAR do Areinho (Gaia)	3.500 m ³ /dia
- ETAR de Lever (Gaia):	1.200 m ³ /dia
- ETAR de Crestuma (Gaia)	500 m ³ /dia
-ETAR de Gramido (Gondomar):	6.000 m ³ /dia
- ETAR de Rio Tinto (Gondomar):	6.000 m ³ /dia
- TOTAL	23.700 m³/dia

ETAR de Sobreiras – 50.000 m³/dia



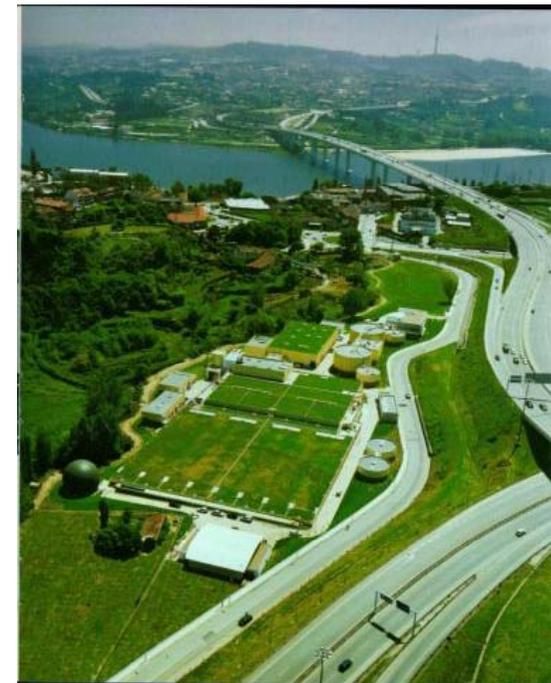
ETAR da Madalena – 50.000 m³/dia



ETAR de Matosinhos – 84.000 m³/dia



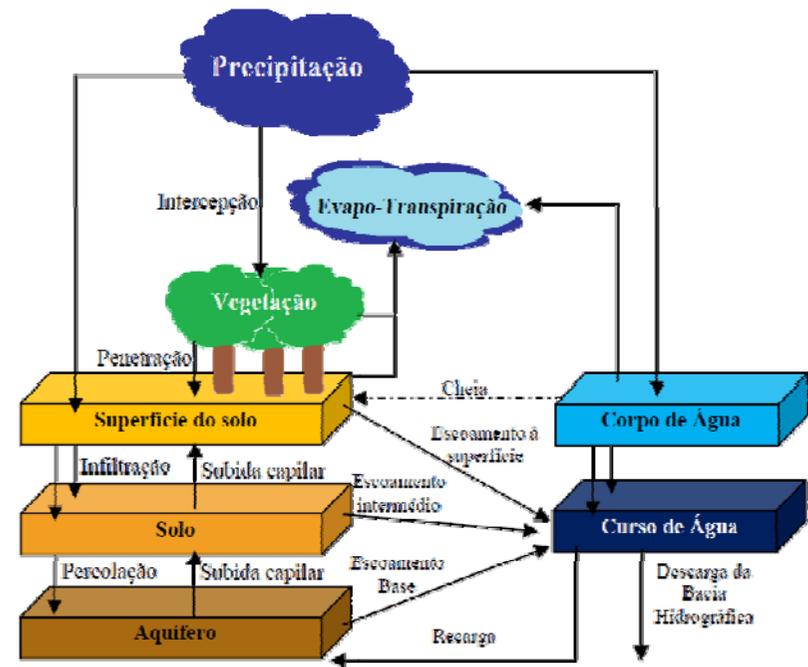
ETAR do Freixo – 38.000 m³/dia



Rede Hidrográfica nem Zonas Urbanas

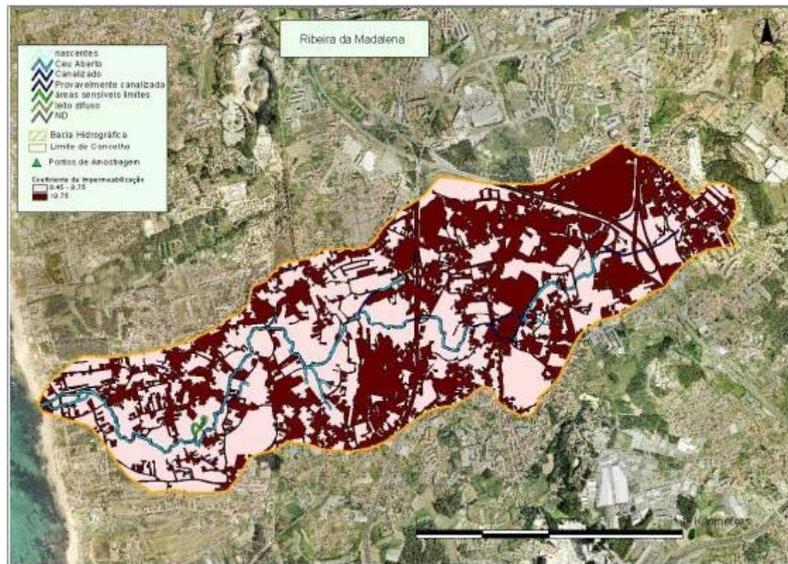
O acentuado crescimento do edificado urbano conduziu a uma significativa alteração do uso do solo, traduzida por uma diminuição das áreas de coberto vegetal e um aumento das áreas urbanizadas, introduzindo profundas alterações nos regimes hidrológicos existentes na rede hidrográfica localizada na área metropolitana do Porto.

Estas modificações nem sempre foram acompanhadas por medidas concertadas de planificação dos sistemas fluviais e de drenagem das águas pluviais e residuais. Deste facto têm resultado alterações muito significativas nos regimes hidrológicos das ribeiras e linhas de água cujas bacias naturais de drenagem sofreram uma alteração substancial das suas características fisiográficas por imposições de natureza urbanística.

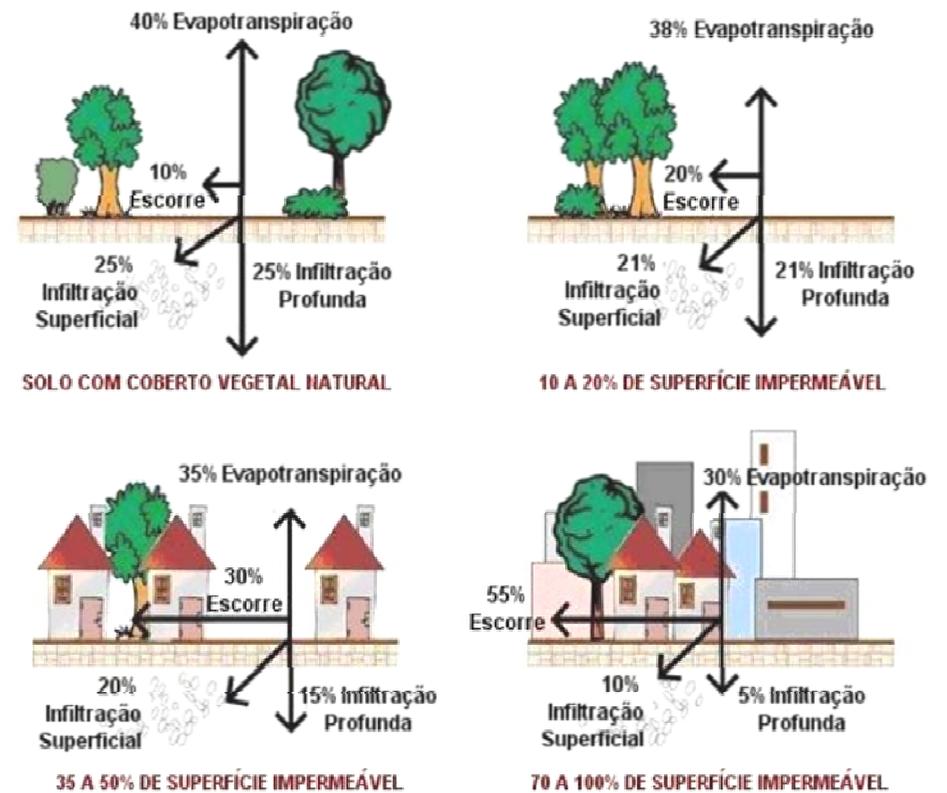


Ciclo Hidrológico Natural

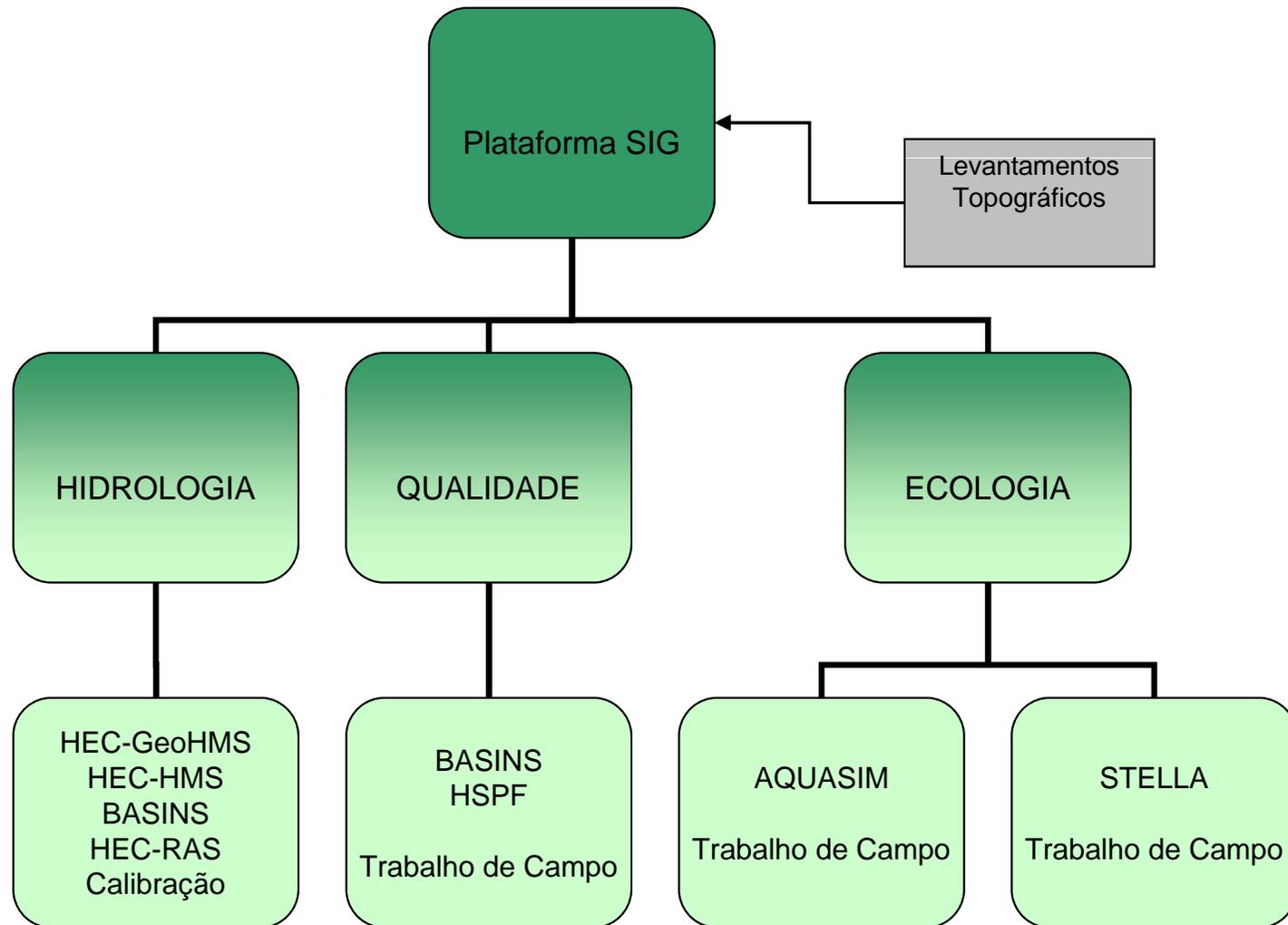
Polígonos e Coeficientes de Impermeabilização



Distribuição da precipitação com a impermeabilização



Metodologia para avaliação do estado de uma linha de água



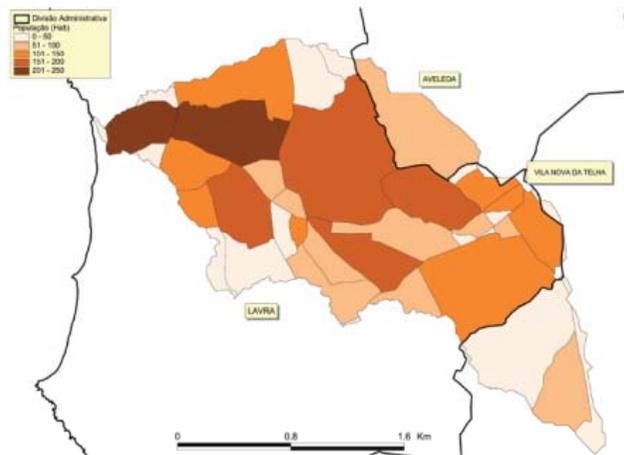
Base Cartográfica

- Modelo Digital do Terreno
- Ortofotomapas
- Carta de Ocupação do Solo

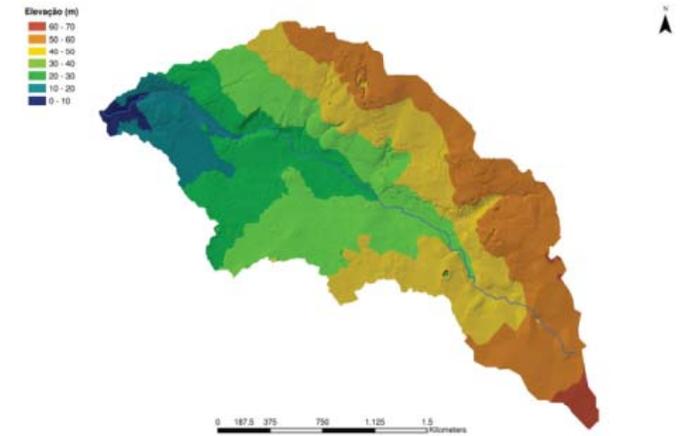
Ribeira da Certagem - Matosinhos



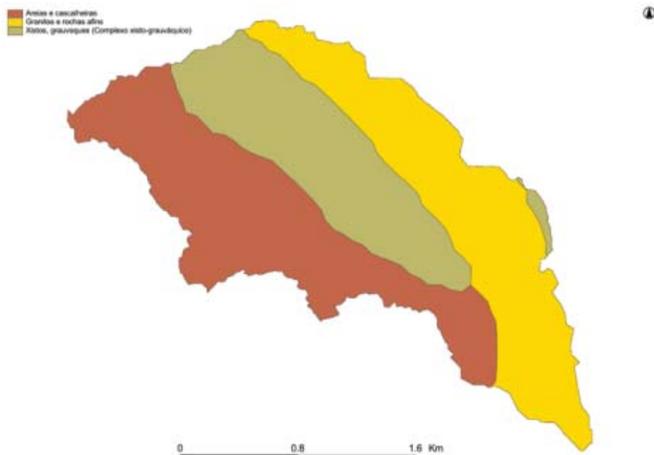
População



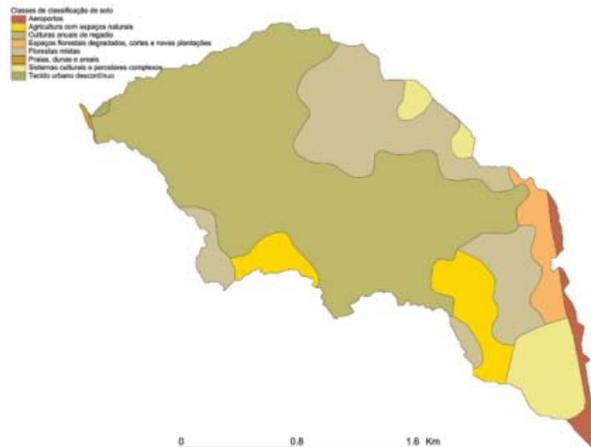
MDT



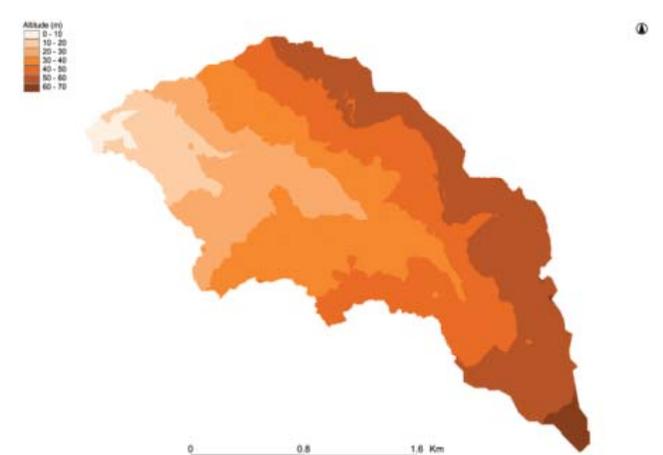
Geologia



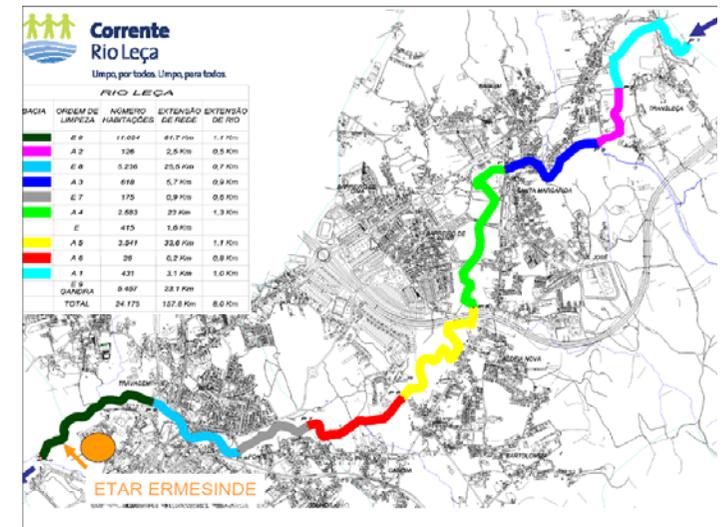
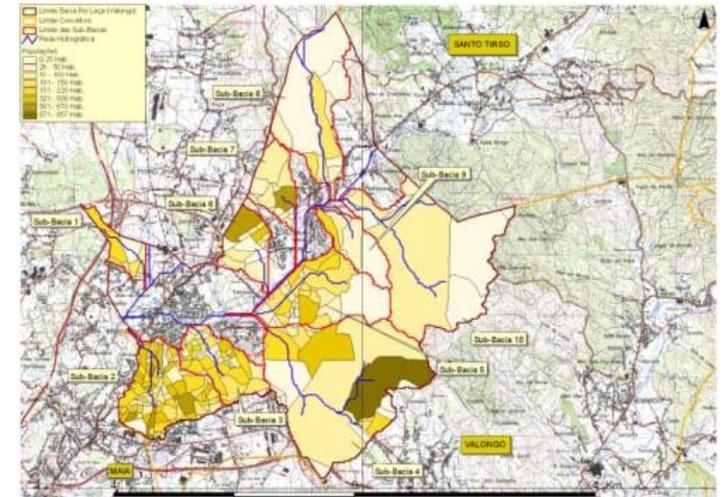
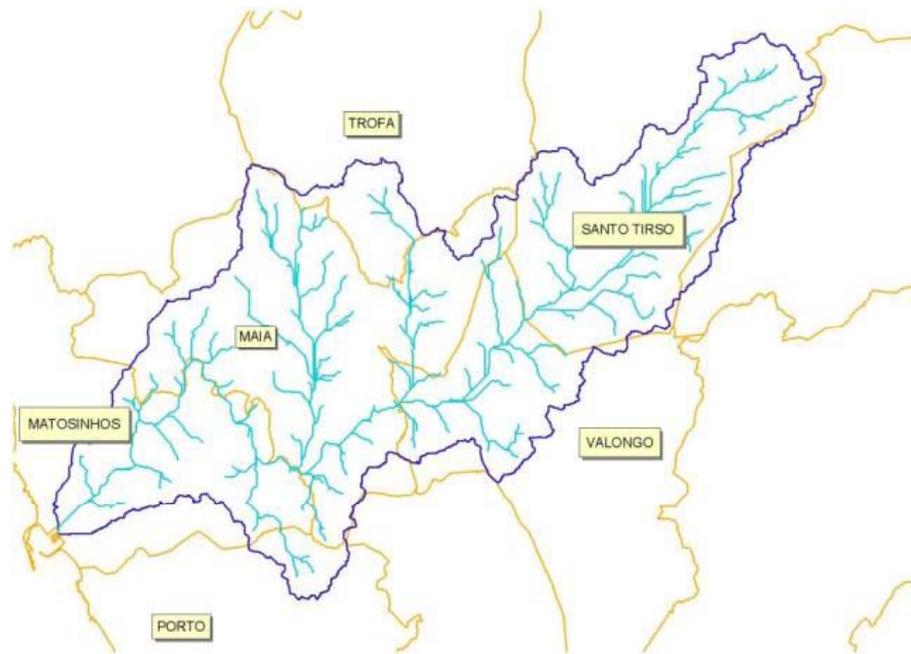
Ocupação do Solo



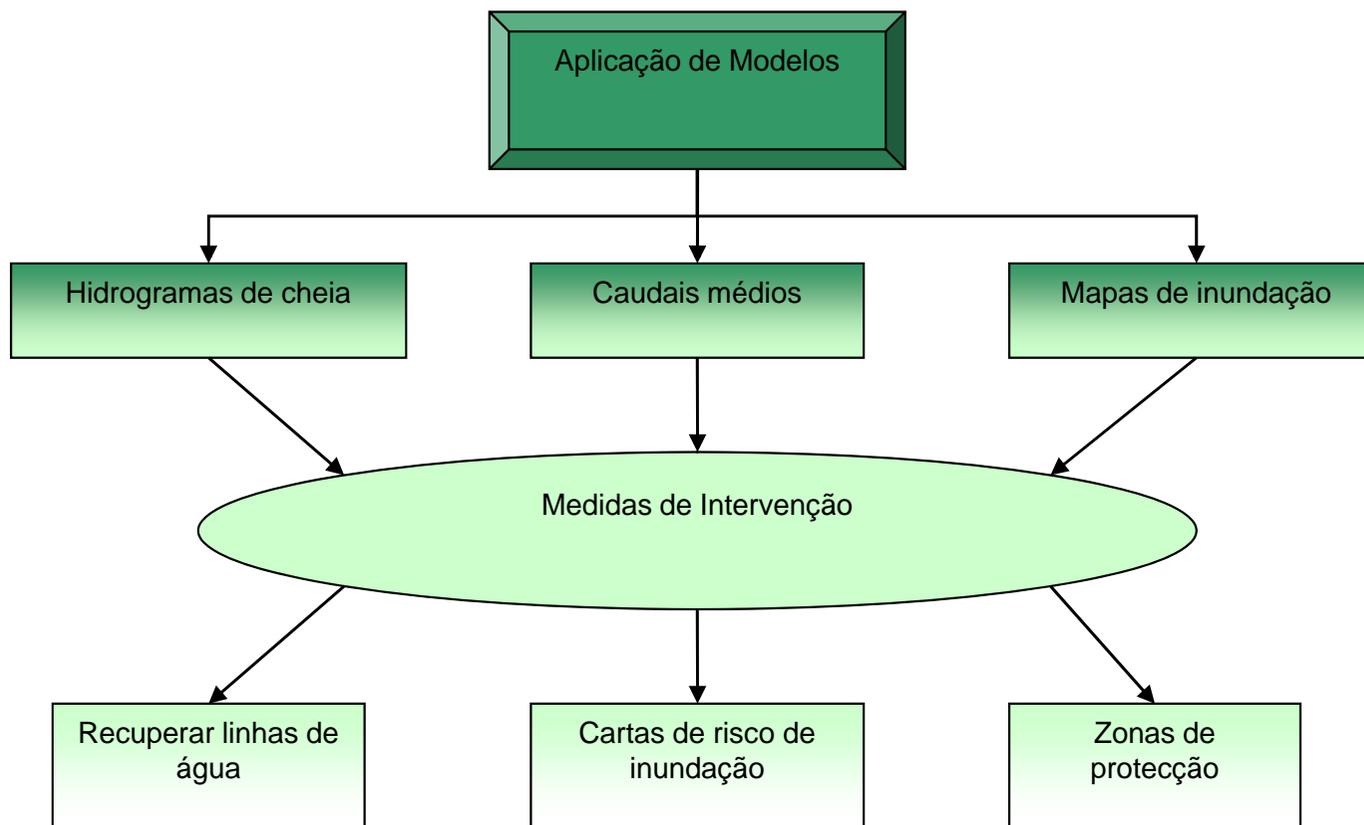
Altimetria



Rio Leça – Projecto Corrente Rio Leça



ESTUDOS HIDROLÓGICOS



Estudos Hidrológicos

Pré-processamento do terreno em HEC-GeoHMS

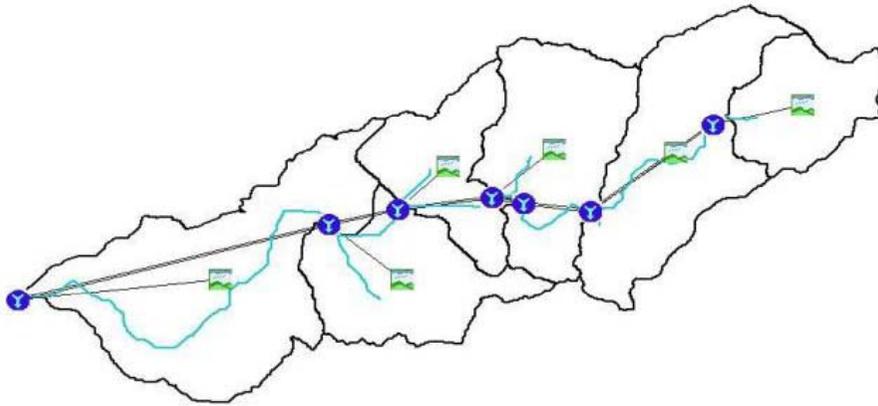
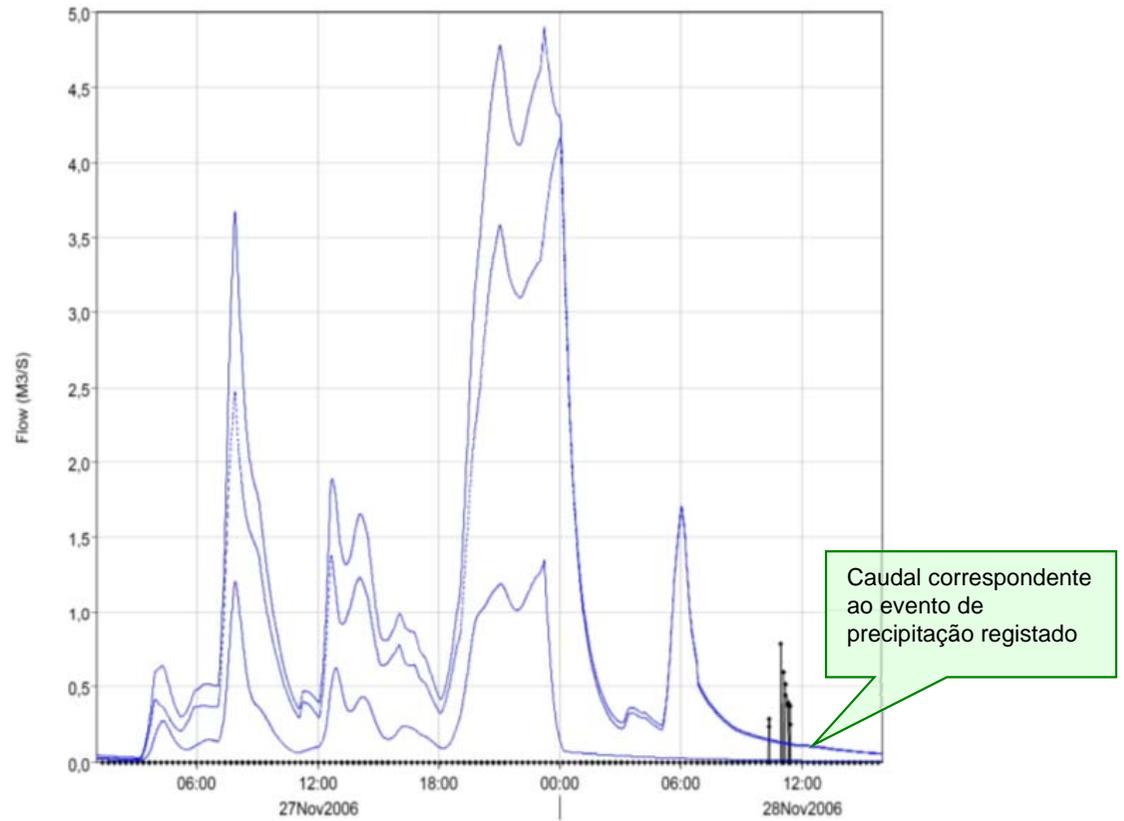


Figura 12 – Aplicação do HEC-GeoHMS à Ribeira da Madalena em Vila Nova de Gaia.



Hidrograma estimado pelo Hec-HMS, utilizando o modelo da onda cinemática.

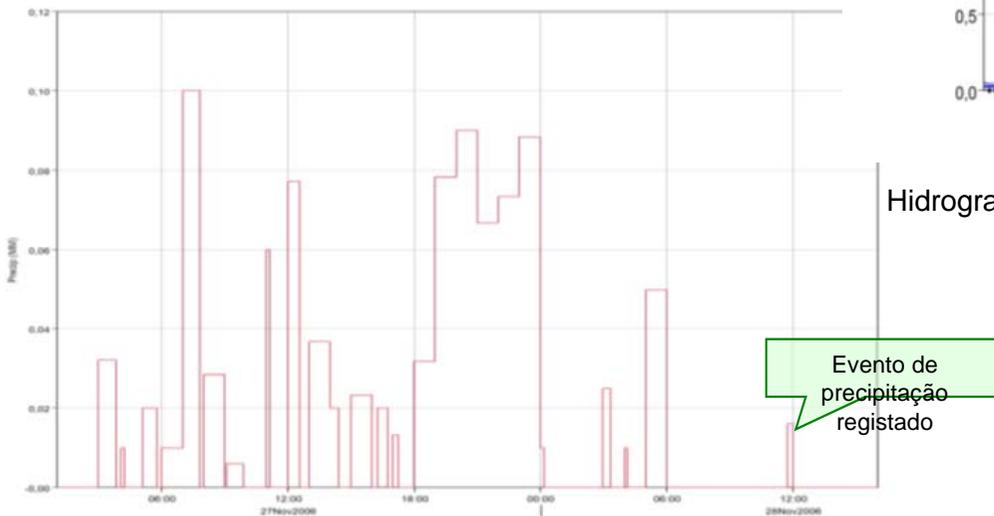
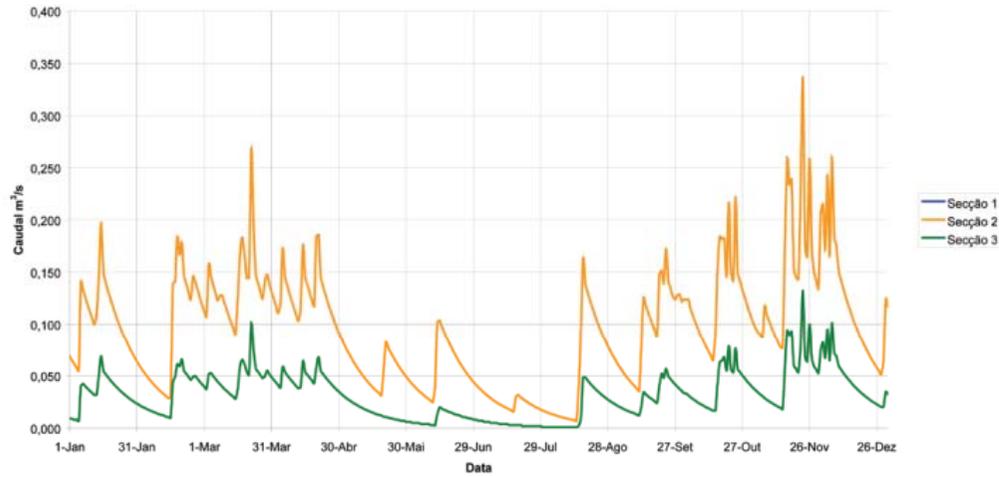


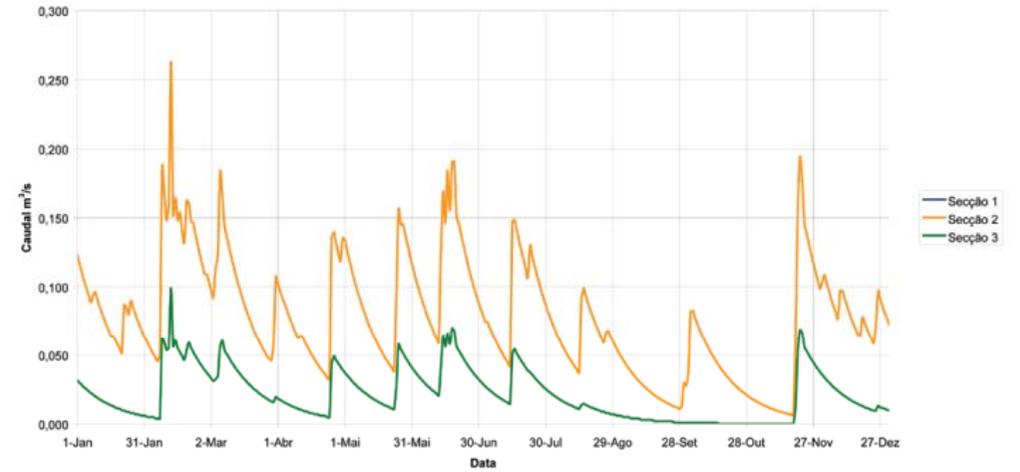
Figura 15 – Udograma correspondente aos dias 27 e 28 de Janeiro de 2007 para a Ribeira da Madalena em Vila Nova de Gaia, Instituto Geofísico da Universidade do Porto.

Ribeira da Certagem - Matosinhos

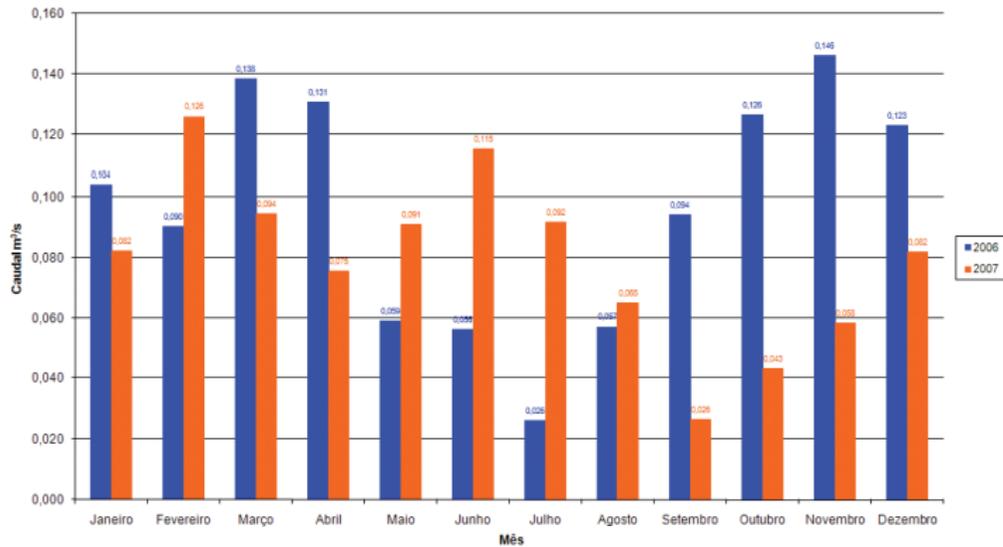
Escoamento Ano 2006



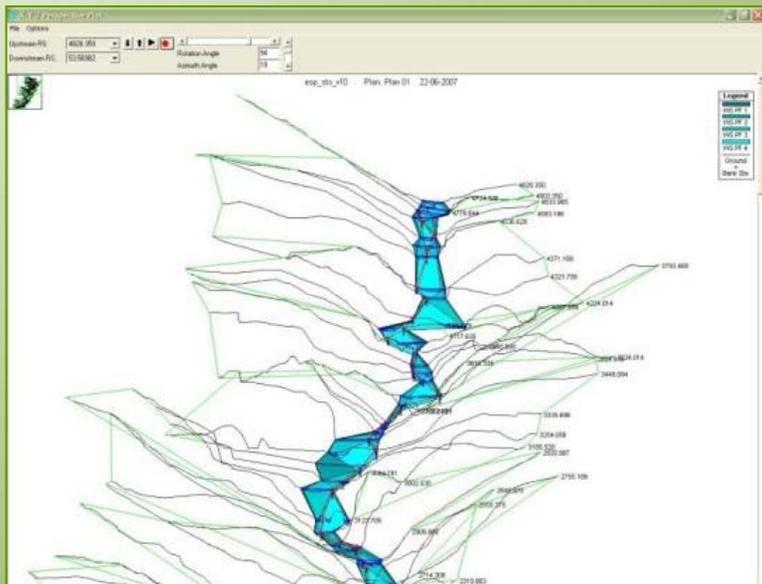
Escoamento Ano 2007



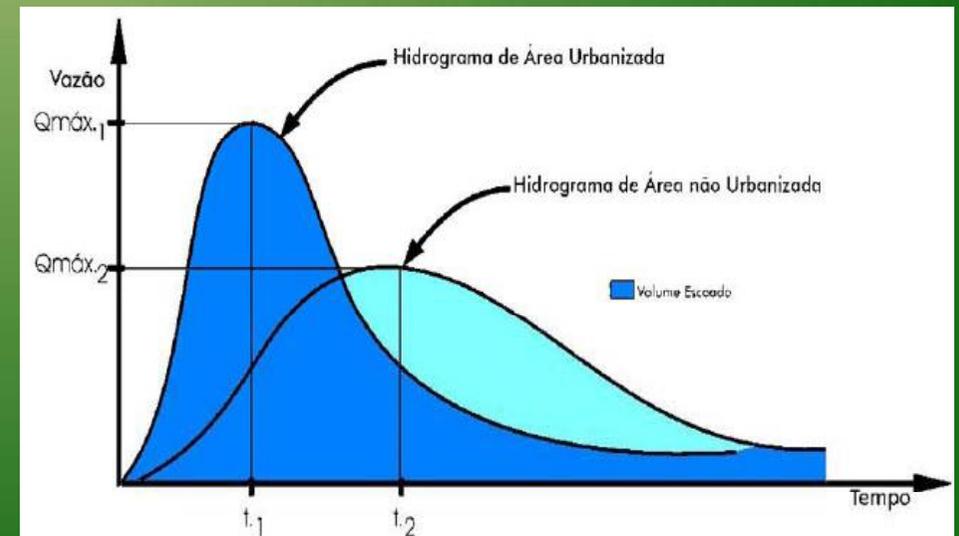
Caudal Médio Mensal



	2006	2007
Caudal Módulo (m ³ /s)	0,096	0,079
Caudal Semi Permanente (m ³ /s)	0,094	0,074
Escoamento Anual (x10 ⁶ m ³ /ano)	3,02	2,49
Altura Útil Precipitação (l/m ²)	657,38	541,14



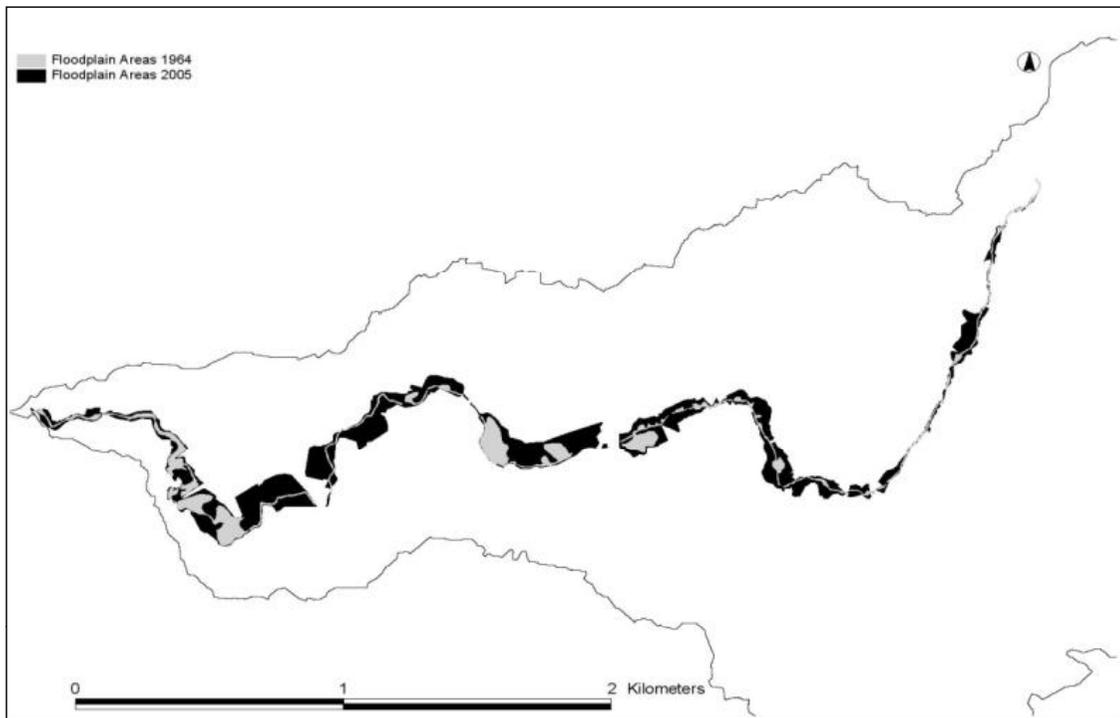
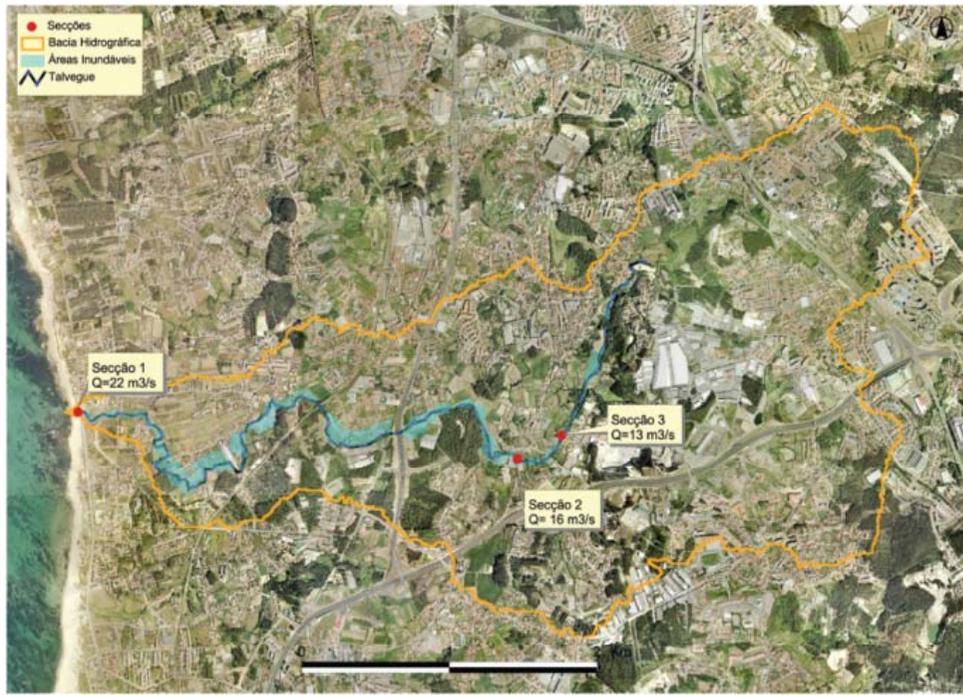
Estudo de Cheias



Ribeira de Valadares – Vila Nova de Gaia

Zonas Inundáveis para a cheia centenária

1964 vs 2007



	1964	2007
Tempo de concentração	4,1 h	2,7 h
Caudal máximo	9,3 m ³ /s	39,7 m ³ /s

ESTUDOS DE QUALIDADE DA ÁGUA

BASINS (Better Assessment Science Integrating point and Nonpoint Sources)

que permite uma pré-formatação dos dados ambientais para inserção no programa de modelação

HSPF (Hydrological Simulation Program-Fortran)

Requer informação sobre

precipitação,

temperatura do ar e da água,

vento,

radiação solar, humidade,

nebulosidade,

evaporação,

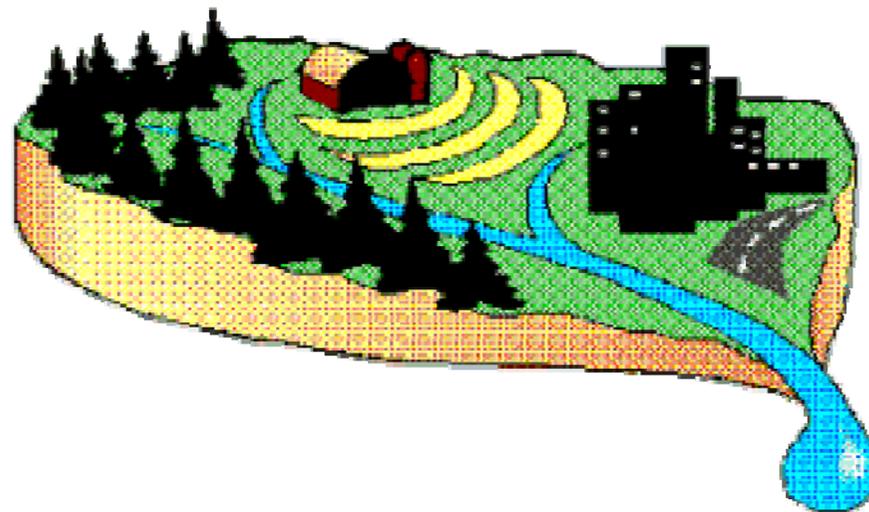
parâmetros físico-químicos (oxigénio dissolvido, pH, amónia, nitratos,

nitritos, fósforo total e solúvel)

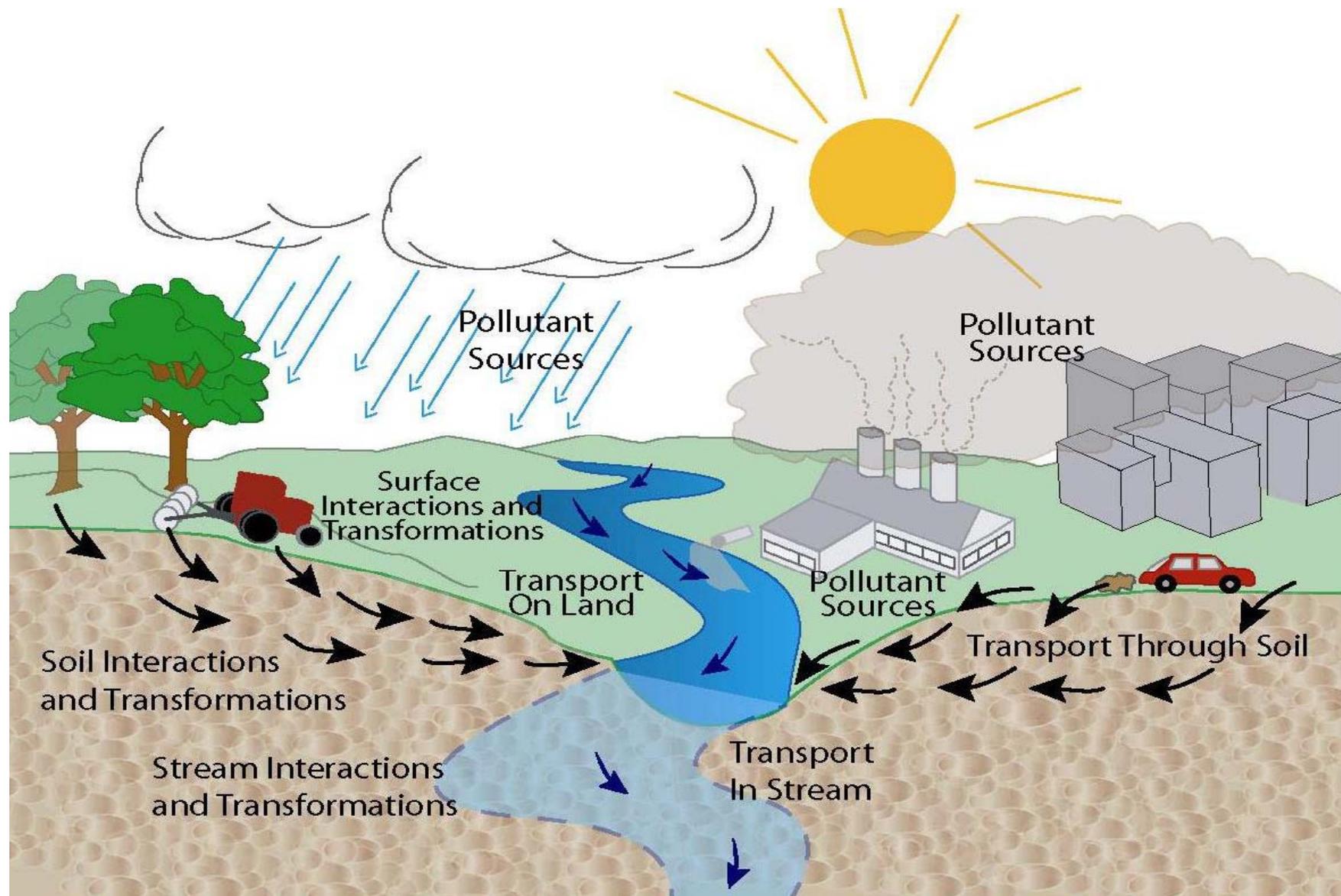
Parâmetros ecológicos (fitoplâncton, zooplâncton),

parâmetros relacionados com o uso do solo, características do solo, tipo

de agricultura



HSPF produz um historial da quantidade e qualidade da água em função do tempo, em qualquer ponto da bacia



ESTUDOS DE QUALIDADE DA ÁGUA BASINS E HSPF

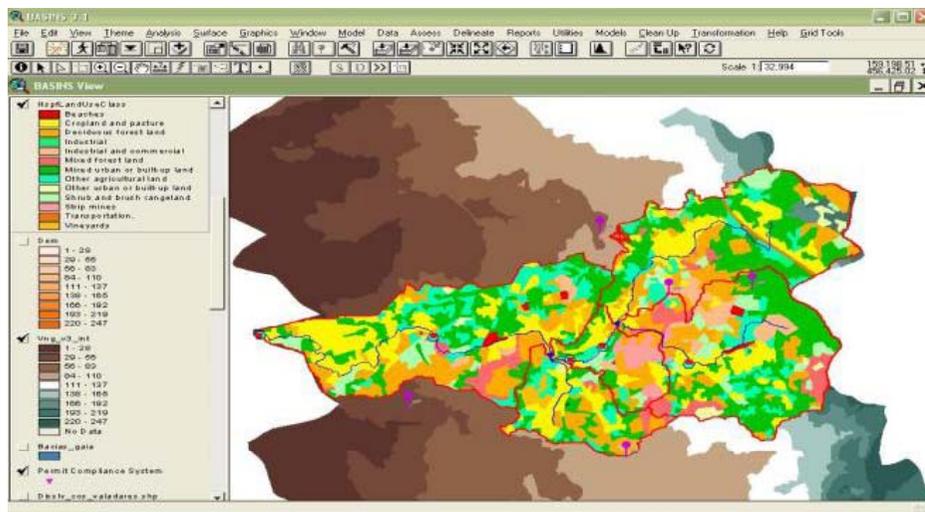
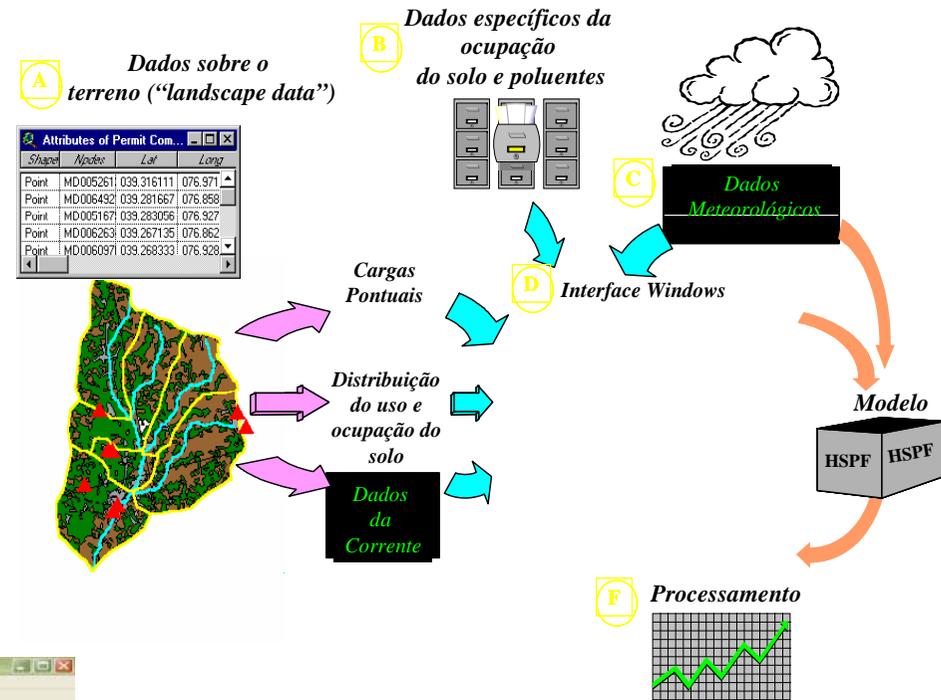


Figura 20 – “Overview” do BASINS com os dados relativos à Ribeira de Valadares em Vila Nova de Gaia.

Níveis de Qualidade da Água

CLASSE	NÍVEL DE QUALIDADE
A - Sem Poluição	Águas consideradas como isentas de poluição, aptas a satisfazer potencialmente as utilizações mais exigentes em termos de qualidade.
B - Fracamente Poluído	Águas com qualidade ligeiramente inferior à classe A, mas podendo também satisfazer potencialmente todas as utilizações.
C - Poluído	Águas com qualidade "aceitável", suficiente para irrigação, para usos industriais e produção de água potável após tratamento rigoroso. Permite a existência de vida piscícola (espécies menos exigentes) mas com reprodução aleatória; apta para recreio sem contacto directo.
D - Muito Poluído	Águas com qualidade "mediocre", apenas potencialmente aptas para irrigação, arrefecimento e navegação. A vida piscícola pode subsistir, mas de forma aleatória.
E - Extremamente Poluído	Águas ultrapassando o valor máximo da Classe D para um ou mais parâmetros. São consideradas como inadequadas para a maioria dos usos e podem ser uma ameaça para a saúde pública e ambiental.

Classe	A - Sem Poluição	B - Fracamente Poluído	C - Poluído	D - Muito Poluído	E - Extremamente Poluído
Parâmetro					
pH	6.5 - 8.5	-	6.0 - 9.0	5.5 - 9.5	-
Temperatura (°C)	<=20	21 - 25	26 - 28	29 - 30	>30
Condutividade (uS/cm,20 °C)	<=750	751 - 1 000	1 001 - 1 500	1 501 - 3 000	>3 000
SST (mg/l)	<=25.0	25.1 - 30.0	30.1 - 40.0	40.1 - 80.0	>80.0
Sat OD (%)	>=90	89 - 70	69 - 50	49 - 30	<30
CBO5 (mg O2/l)	<=3.0	3.1 - 5.0	5.1 - 8.0	8.1 - 20.0	>20.0
Azoto Amoniacal (mg NH4/l)	<=0.10	0.11 - 1.00	1.10 - 2.00	2.01 - 5.00	>5.00
Nitratos (mg NO3/l)	<=5.0	5.0 - 25.0	25.1 - 50.0	50.1 - 80.0	>80.0
Fosfatos (mg P2O5/l)	<0.54	-	<0.94	>0.94	-

Ribeira de Valadares – V. N. Gaia

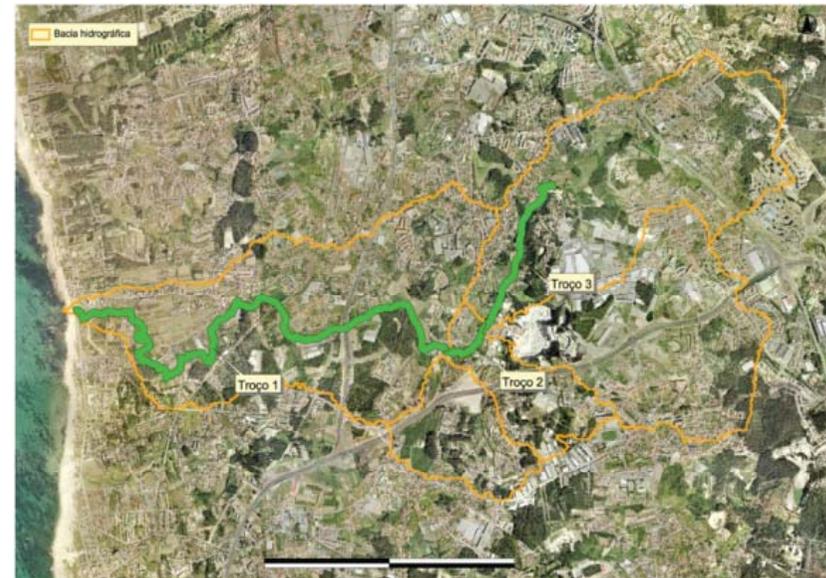
Troço	Distancia à Foz (km)	Caudal Inverno (m ³ /s)	Caudal Verão (m ³ /s)	Comprimento (km)
1	0	0.651	0.193	4.9
2	4.9	0.356	0.094	0.5
3	5.3	0.346	0.093	1.5

Verão

	Verão		
	Troço 1	Troço 2	Troço 3
Caudal (m ³ /s)	0,147	0,078	0,067
Temperatura (°C)	16,47	16,95	17,05
Condutividade (us/cm ²)	338,82	346,62	350,00
CBO (mgO ₂ /L)	14,56	10,78	10,61
NH ₄ (ugN/L)	2537	1897	1986
NO ₃ (ugN/L)	5114	4133	4799
Fósforo Orgânico (ugP/L)	76	100	116
pH	8,15	8,10	8,08
SST (mg/L)	68,88	48,84	57,50
O.D. sat (mg/L)	9,75	9,62	9,59

Inverno

	Inverno		
	Troço 1	Troço 2	Troço 3
Caudal (m ³ /s)	0,469	0,253	0,246
Temperatura (°C)	14,04	14,37	14,40
Condutividade (us/cm ²)	340,43	349,34	350,00
CBO (mgO ₂ /L)	4,33	3,29	2,85
NH ₄ (ugN/L)	459	417	405
NO ₃ (ugN/L)	1370	1270	1304
Fósforo Orgânico (ugP/L)	25	32	32
pH	8,15	7,95	7,89
SST (mg/L)	22,60	15,49	16,01
O.D. sat (mg/L)	10,27	10,16	10,14



Ribeira de Joane - Matosinhos

Troço	Distancia à Foz (km)	Caudal Inverno (m ³ /s)	Caudal Verão (m ³ /s)	Comprimento (km)
1	0	0.275	0.02	0.5
2	0.5	0.265	0.019	1.6
3	2.1	0.161	0.012	0.5

Verão

Verão			
	Troço 1	Troço 2	Troço 3
Caudal (m ³ /s)	0,020	0,019	0,012
Temperatura (°C)	14,50	14,69	16,75
Condutividade (u)	488,38	493,76	505,00
CBO (mgO ₂ /L)	103,28	108,15	68,28
NH4 (ugN/L)	37763	34939	15065
NO3 (ugN/L)	153652	161315	112208
Fósforo Orgânico	3995	4306	3861
pH	7,70	7,92	7,43
SST (mg/L)	248,74	122,93	140,45
O.D. sat (mg/L)	10,20	10,14	9,68

Inverno

Inverno			
	Troço 1	Troço 2	Troço 3
Caudal (m ³ /s)	0,275	0,265	0,161
Temperatura (°C)	13,62	13,67	13,89
Condutividade (u)	489,14	493,03	505,00
CBO (mgO ₂ /L)	8,59	8,90	9,67
NH4 (ugN/L)	1477	1446	2108
NO3 (ugN/L)	11172	11594	16008
Fósforo Orgânico	330	345	555
pH	7,98	7,90	7,50
SST (mg/L)	21,64	12,10	20,26
O.D. sat (mg/L)	10,38	10,36	10,29



Ribeira do Pego – Viana do Castelo

Troço	Distancia à Foz (km)	Caudal Inverno (m ³ /s)	Caudal Verão (m ³ /s)	Comprimento (km)
1	0	0,348	0,031	4,2
2	4,2	0,345	0,030	2,9
3	7,1	0,257	0,023	1,5

Verão

Inverno

	Verão		
	Troço 1	Troço 2	Troço 3
Caudal (m ³ /s)	0,031	0,030	0,023
Temperatura (°C)	16,00	16,13	16,07
Condutividade (us/cm ²)	52,18	51,33	49,00
CBO (mgO ₂ /L)	4,31	4,44	4,30
NH ₄ (ugN/L)	550	374	230
NO ₃ (ugN/L)	4818	2212	2087
Fósforo Orgânico (ugP/L)	49	52	51
pH	8,38	8,35	8,45
SST (mg/L)	5,86	1,84	1,81
O.D. sat (mg/L)	9,87	9,75	9,51

	Inverno		
	Troço 1	Troço 2	Troço 3
Caudal (m ³ /s)	0,348	0,345	0,257
Temperatura (°C)	11,89	11,85	11,82
Condutividade (us/cm ²)	51,77	51,55	49,00
CBO (mgO ₂ /L)	0,41	0,41	0,41
NH ₄ (ugN/L)	61	56	24
NO ₃ (ugN/L)	426	191	189
Fósforo Orgânico (ugP/L)	5	5	5
pH	8,30	8,25	8,35
SST (mg/L)	0,54	0,18	0,18
O.D. sat (mg/L)	10,79	10,71	10,43



- BIODIVERSIDADE:

- Perifiton
- Ictiofauna
- Macroinvertebrados
- Zooplanton
- Bosque de Ribeira/Vegetação ripária.



- CARACTERIZAÇÃO DA ENVOLVENTE DA RIBEIRA:



- Grau de cobertura da zona ripária.
- Estrutura da cobertura vegetal.
- Qualidade da cobertura vegetal.
- Grau de naturalidade do canal fluvial.
- Tipo de desníveis da zona ripária.
- Grau de intervenção humana no leito de cheia.
- Potencialidade do substrato suportar uma massa vegetal permanente.

- ÍNDICES BIÓTICOS:

- QBR
- IBB
- BMWP
- Índice de Carlson
- Índice de Shannon-Wiever

Determinação de índices bióticos

- Índice de qualidade biológica da água **BMWP**.

- Índice Biótico Belga **IBB**.

- Índice de Qualidade do Bosque de Ribeira **QBR**.

- ...

ASPECTOS A CONSIDERAR:

- Nº de unidades sistemáticas (famílias) por grupos faunísticos .
- Nº unidades sistemáticas (famílias/géneros) por grupos faunísticos.
- Grau de cobertura da zona ripária.
- Estrutura da cobertura vegetal.
- Qualidade da cobertura vegetal.
- Grau de naturalidade do canal fluvial
- Tipo de desníveis da zona ripária.
- Potencialidade do substrato suportar uma massa vegetal permanente.

Ribeira da Madalena – V. N. Gaia

A Ribeira da Madalena atravessa uma zona fortemente urbanizada do concelho de Vila Nova de Gaia, na região Norte de Portugal, drenando uma área de 6 km², no seu percurso de 6,42km e nos 1.15km de afluentes.

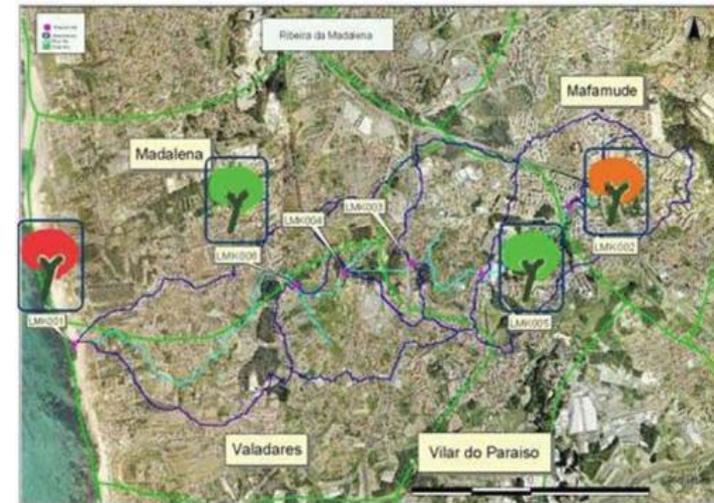
Percentagem de ocupação da área da bacia de drenagem da Ribeira de Valadares				
Área residencial	Área agrícola	Terrenos incultos	Terrenos arborizados	Outros tipos de ocupação
77,3	13,2	0	6,8	2,7

Concentração, na coluna de água, de nutrientes azotados, fósforo total e clorofila *a*.

Pontos de amostragem	N tot (mg/L)	P tot (mg/L)	Ntot/Ptot	Cl-a (mg/m ³)
LMK001	36.43	0.52	70.1	0.01
LMK002	34.53	1.04	33.2	0.02
LMK005	23.59	0.42	56.2	0.02
LMK006	14.55	0.71	20.5	0.035

A ribeira da Madalena revelou uma baixa densidade fitoplanctónica, evidenciada pela reduzida concentração de clorofila *a*.

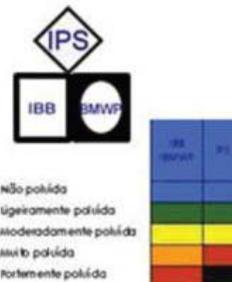
Verificou-se uma elevada concentração de fósforo total, principalmente nos pontos LMK002 e LMK006, hipoteticamente resultante de descargas orgânicas ou de lixiviação agrícola, podendo este nutriente assumir proporções de factor limitante, no ecossistema.



Qualidade do Bosque de Ribeira em diferentes pontos



Os índices bióticos IBB/ IBMWP/ IPS e a qualidade da água:



Ribeira da Certagem - Matosinhos

A Ribeira de Certagem atravessa uma zona com marcante utilização agrícola, no concelho de Matosinhos, na região Norte de Portugal, drenando uma área de 5,46km², na sua extensão de 4,9km e nos 4,44km dos seus afluentes. Para além da área agrícola, abrange área residencial e a ocupada pelo aeroporto Francisco Sá Carneiro.

Percentagem de ocupação da área da bacia de drenagem da Ribeira de Certagem				
Área residencial	Área agrícola	Terrenos incultos	Terrenos arborizados	Outros tipos de ocupação
23,44	36,81	0,00	14,65	25,09

Concentração de clorofila *a*, na coluna de água:

Pontos de amostragem	Cla <i>a</i> planctónica (mg/m ³)
LMK001	0,12
LMK006	0,13
LMK007	0,02

A ribeira de Certagem revelou uma baixa densidade fitoplanctónica, evidenciada pela reduzida concentração de clorofila *a*, principalmente no ponto LMK007, situação que pode dever-se à dinâmica da água, na época de realização das amostragens.



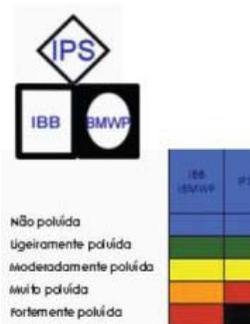
Pontos LMK001(A e B) e LMK002 (C), revelando o processo de artificialização das margens.



Qualidade do Bosque de Ribeira em diferentes pontos



Os índices bióticos IBB/IBMWP/IPS e a qualidade da água:



Ribeira do Peralta - Esposende

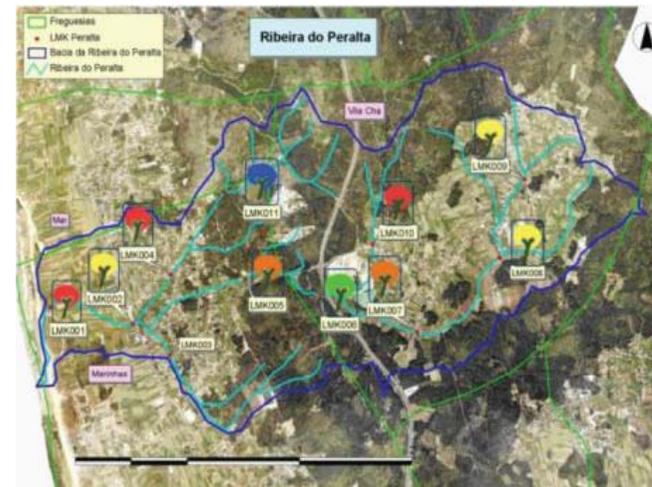
A Ribeira do Peralta atravessa uma zona fortemente arborizada do concelho de Esposende, na região Norte de Portugal, drenando uma área de 10,93 km², no seu percurso de 7,12km e nos 15,60 km de afluentes. No seu trecho superior, a ribeira atravessa um núcleo agrícola rodeado por uma cintura arborizada, percorrendo depois uma zona urbanizada e, finalmente, uma área exclusivamente agrícola.

Percentagem de ocupação da área da bacia de drenagem da Ribeira do Peralta				
Área residencial	Área agrícola	Terrenos incultos	Terrenos arborizados	Outros tipos de ocupação
11,69	32,58	15,15	40,37	0,22

Concentração de clorofila *a*, na coluna de água

Pontos de amostragem	Cla a (mg/m ³)
LMK001	0,9
LMK002	0,89
LMK004	0,75
LMK005	0,68
LMK006	0,56
LMK007	0,45
LMK008	0,58
LMK009	0,90
LMK010	0,95
LMK011	0,092

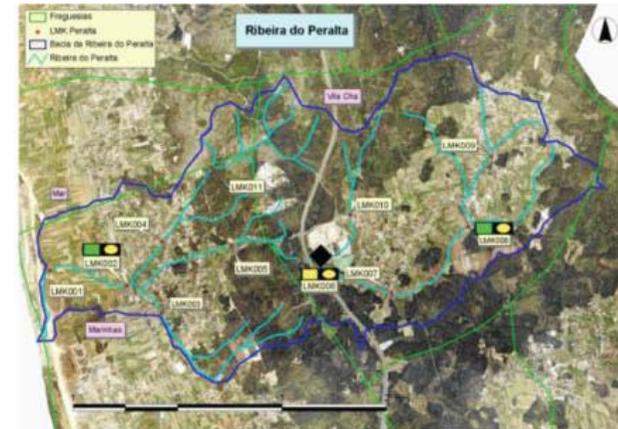
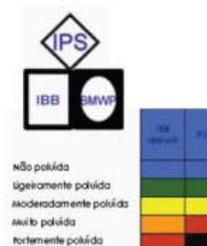
A ribeira de Peralta apresentou uma reduzida densidade da comunidade fitoplanctónica, evidenciada pelas baixas concentrações de clorofila *a*.



Qualidade do Bosque de Ribeira em diferentes pontos



Os índices bióticos IBB/ IBMWP/ IPS e a qualidade da água:



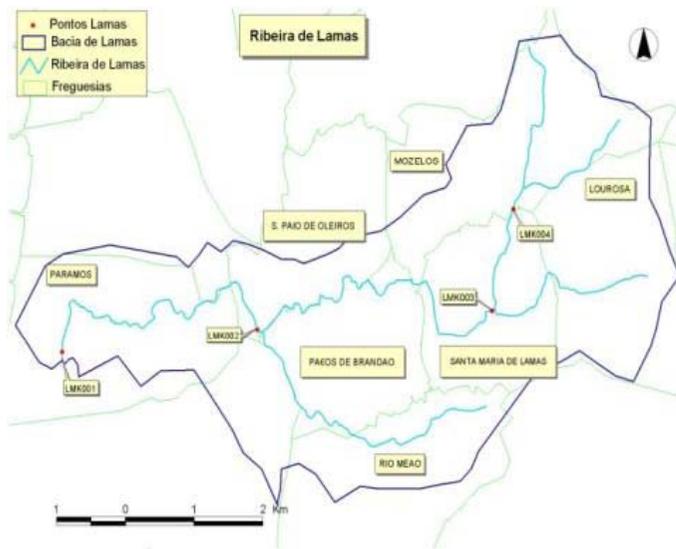
Diferentes aspectos da RIBEIRA DE VALADARES





UM ASPECTO DA RIBEIRA DA GRANJA

**A sua Bacia
Hidrográfica ocupa
27% da área do
Concelho do Porto
e, dos 22km de
extensão da mesma,
apenas 2,8km são a
céu aberto.**



Ribeira de Lamas - Espinho

