



Instituto Politécnico
de Castelo Branco

2º Workshop do Projeto POCTEP Águeda
9 de Novembro de 2012
Instituto Politécnico de Castelo Branco

QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL DEFINIÇÃO DE ÁREAS DE RISCO

Sandrina Oliveira, Teresa Albuquerque, Margarida Antunes, Fátima Seco, Natália Roque



União Europeia
FEDER
Investimos no seu futuro

PROJETO
ÁGUEDA



União Europeia
FEDER
Investimos no seu futuro

PROJETO
ÁGUEDA



Princípios básicos do modelo numérico implementado no QUAL2KW

1 - Modelo numérico que permite simular a evolução da qualidade de água num curso de água espacial e temporalmente

2 - Este modelo foi desenvolvido por Steve Chapra, Greg Pelletier e Hua Tao, no Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Tufts (EUA) e é distribuído gratuitamente pelo EPA (United States Environmental Protection Agency)



União Europeia
FEDER
Investimos no seu futuro



PROJETO
ÁGUEDA



- Modelação da qualidade das águas superficiais – aplicação do Modelo numérico Qual2Kw
- Plano de amostragem – 1ª e 2ª campanhas
- Atributos de entrada no modelo
- Resultados obtidos
- Crítica dos resultados e conclusões
- Desenvolvimentos e trabalhos futuros

Oliveira S, Albuquerque MTD, Antunes IMHR, Seco F, Roque N 2



União Europeia
FEDER
Investimos no seu futuro



PROJETO
ÁGUEDA



3 - Suporte:

- O interface gráfico é acessível pois está implementado numa folha de cálculo do software *Microsoft Excel*.
- Permite: desenhar o sistema a modelar definindo a sua forma física e as condições iniciais, tais como, valores de entrada, e de saída, do sistema, bem como as condições naturais.
- Permite igualmente interpretar os resultados graficamente e numericamente.

4 - O algoritmo numérico é programado em *Fortran 90*.

■ **Parâmetros utilizados na calibração do modelo a vermelho. A negro atributos admitidos pelo modelo mas não introduzidos:**

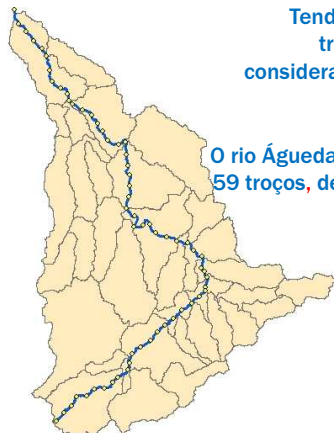
- **1 - Temperatura;**
- **2 - Condutividade Elétrica;**
- **3 - Oxigénio Dissolvido (OD);**
- **Sólidos Suspensos Totais (SST);**
- **4 - CBO rápido; CBO lento;**
- **Fósforo orgânico e inorgânico;**
- **Azoto total (Ntot);**
- **5 - Nitratos e Nitritos;**
- **Coliformes fecais;**
- **CQO;**
- **Alcalinidade;**
- **6 - pH**

Oliveira S, Albuquerque MTD, Antunes IMHR, Seco F, Roque N 5

■ **MODELAÇÃO**

- **O curso de água foi segmentado admitindo características constantes para todos os troços (inclinação do talude, largura do fundo, rugosidade do canal, etc.).**
- **Os troços foram numerados por ordem crescente sendo que o primeiro começa no ponto mais alto do rio (montante).**
- **Os tributários considerados, surgem no modelo como contribuições tópicas para o sistema global.**

Oliveira S, Albuquerque MTD, Antunes IMHR, Seco F, Roque N 6



Tendo em consideração trabalhos realizados, consideraram-se troços com cerca de 2,5km

O rio Águeda foi sectionado em 59 troços, desde Navasfrías até Barca d'Alva

Figura 1 - Bacia do Rio Águeda

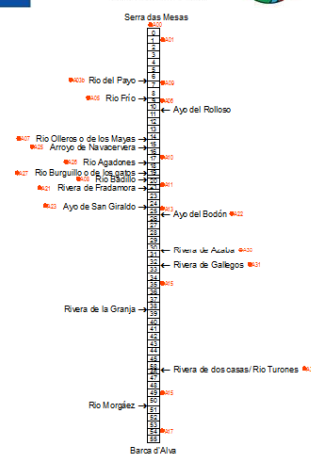


Figura 2 - Esquema de segmentação. Entradas e pontos de monitorização (a vermelho)

Oliveira S, Albuquerque MTD, Antunes IMHR, Seco F, Roque N 7

Curva Hipsométrica

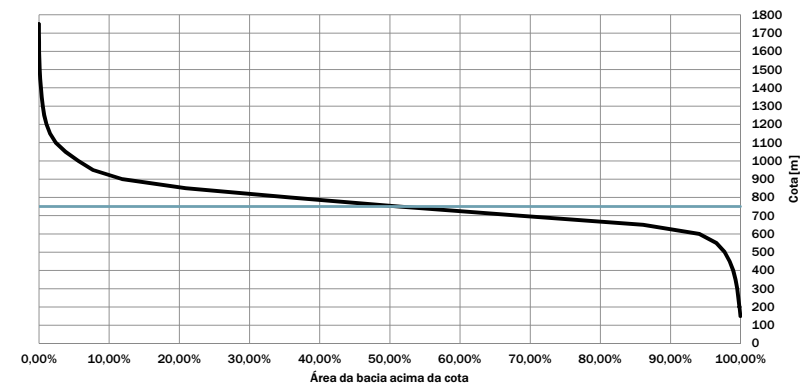


Figura 3 - Curva Hipsométrica da bacia do rio Águeda

Oliveira S, Albuquerque MTD, Antunes IMHR, Seco F, Roque N 8

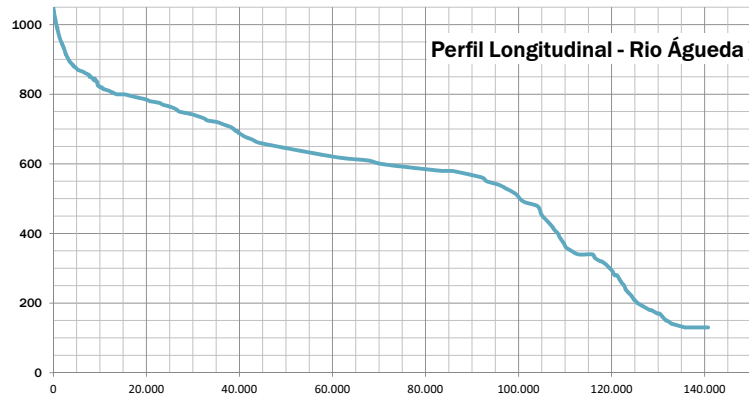
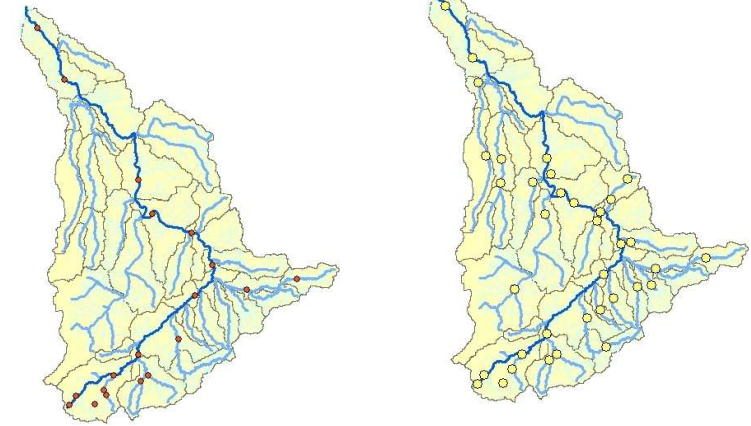


Figura 4 - Perfil longitudinal do rio Águeda

Oliveira S, Albuquerque MTD, Antunes IMHR, Seco F, Roque N 9

AMOSTRAGEM



1ª Campanha - Out. 2011

2ª Campanha - Maio 2012

Figura 5 - Pontos de amostragem

Oliveira S, Albuquerque MTD, Antunes IMHR, Seco F, Roque N 10

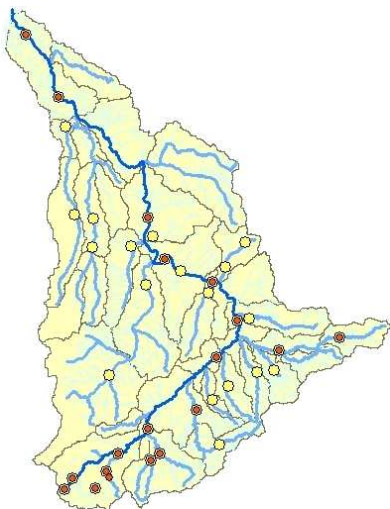


Figura 6 - Pontos de amostragem

Para a calibração do modelo numérico foi utilizada, exclusivamente a segunda campanha.

Na verdade, a falta de pontos recolhidos durante a primeira campanha, nomeadamente ao longo dos tributários, não permitiu uma calibração aceitável do modelo simulado.

Oliveira S, Albuquerque MTD, Antunes IMHR, Seco F, Roque N 11

INPUT'S QUAL2KW

QUAL2Kw (version 5.1)
Stream Water Quality Model
Greg Pelletier, Steve Chapra, and Hua Tao
Department of Ecology and Tufts University

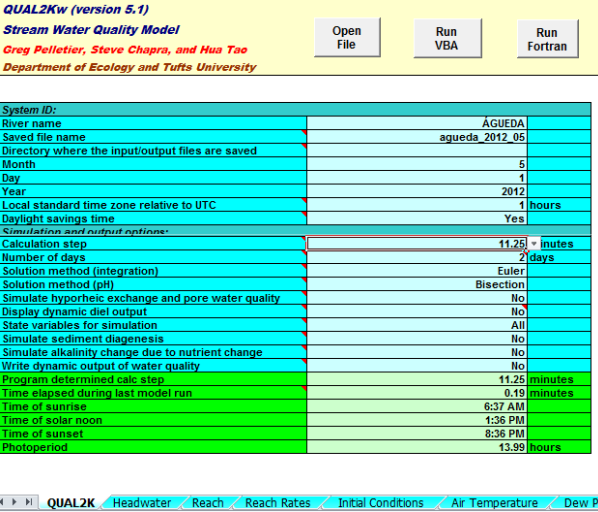
Open File Run VBA Run Fortran

System ID:	AGUEDA
River name:	agueda_2012_05
Saved file name:	
Directory where the input/output files are saved:	
Month:	5
Day:	4
Year:	2012
Local standard time zone relative to UTC:	1 hours
Daylight savings time:	Yes
Simulation and output options:	
Calculation step:	11.25 minutes
Number of days:	2 days
Solution method (integration):	Euler
Solution method (pH):	Bisection
Simulate hyporheic exchange and pore water quality:	No
Display dynamic diel output:	No
State variables for simulation:	All
Simulate sediment diagenesis:	No
Simulate alkalinity change due to nutrient change:	No
Write dynamic output of water quality:	No
Program determined calc step:	11.25 minutes
Time elapsed during last model run:	0.19 minutes
Time of sunrise:	6:37 AM
Time of solar noon:	1:36 PM
Time of sunset:	8:36 PM
Photoperiod:	15.99 hours

QUAL2K Headwater Reach Reach Rates Initial Conditions Air Temperature Dew Po

Figura 7- Input do Qual2Kw Oliveira S, Albuquerque MTD, Antunes IMHR, Seco F, Roque N 12

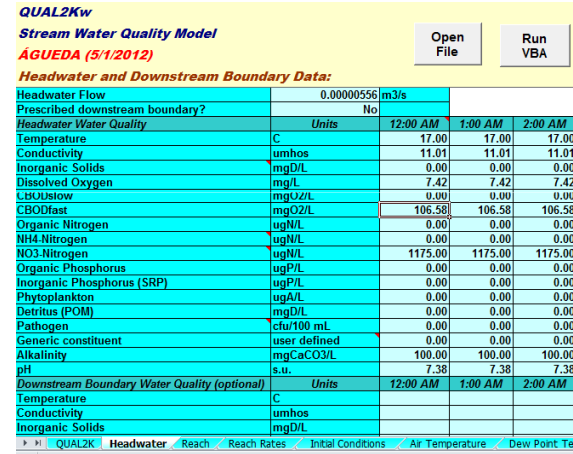
- QUAL2K
- Headwater
- Reach
- Reach Rates
- Initial Conditions
- Air Temperature
- Dew Point Temperature
- Wind Speed
- Cloud Cover
- Shade
- Solar
- Light and Heat
- Point Sources
- Diffuse Sources
- Rates
- Fitness
- Temperature Data
- WQ Data



QUAL2K

Os Parâmetros foram seleccionados tendo em consideração indicações da bibliografia e trabalhos realizados

Figura 8 - Parâmetros do rio Águeda inseridos no Qual2Kw

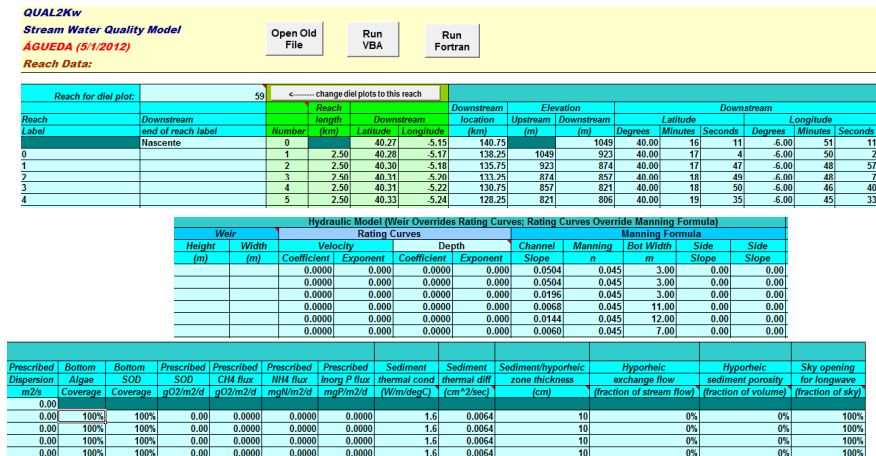


HEADWATER

Dados da Nascente

* Caudal (estimativa)
* Parâmetros de Qualidade da Água medidos in-situ e em laboratório (Ponto A00)

Figura 9 - Resultados do rio Águeda utilizados no Qual2Kw



REACH

Figura 10 - Resultados obtidos no Qual2Kw

Atributos a introduzir na simulação: exemplo de cálculos por aproximação I

REACH

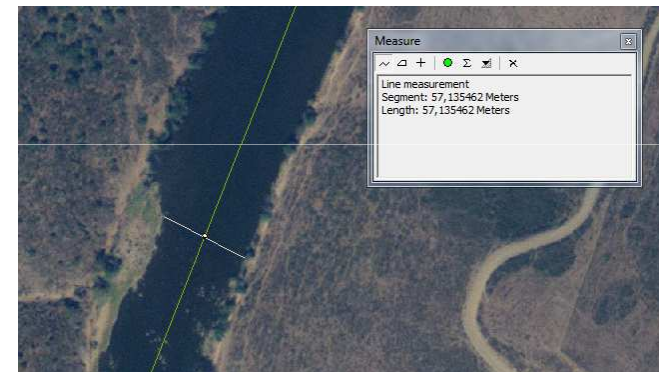


Figura 11 - Cálculo da largura dos canais a partir de fotointerpretação, tendo por base os ortofotomapas.

REACH RATES

QUAL2Kw Stream Water Quality Model AGUEDA (5/1/2012)

Open Old File Run VBA Run Fortran

Optional reach-specific rate parameters (leave blank if not used):

Reach number	Reach label	Prescribed Reaeration /d	ISS Settling Velocity m/d	Hydrolysis Rate /d	Slow CBOD Oxidation Rate /d	Fast CBOD Oxidation Rate /d
1	0.00	190.000				
2	1.00	60.289				
3	2.00	59.170				

INICIAL CONDITION

QUAL2Kw Stream Water Quality Model AGUEDA (5/1/2012)

Open Old File Run VBA Run Fortran

Optional reach-specific initial conditions:

Reach number	Reach label	Water column constituents					
		Temp	Spec Cond umhos	Inorg SS mg/D/L	Diss Oxygen mg/L	CBOD slow mgO2/L	CBOD fast mgO2/L
1	0.00	C					
2	1.00						
3	2.00						

Figura 12 - Qual2Kw - Dados opcionais (campos não preenchidos)

Oliveira S, Albuquerque MTD, Antunes IMHR, Seco F, Roque N 17

Atributos a introduzir na simulação: exemplo de cálculos por aproximação II

QUAL2Kw Stream Water Quality Model AGUEDA (5/1/2012)

Open File Run VBA Run Fortran

Air Temperature Data:

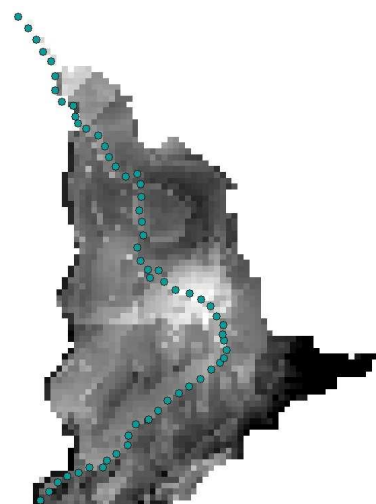
Upstream Label	Reach Label	Downstream Label	Reach Number	Upstream Distance km	Downstream Distance km	12:00 AM Hourly air temperature (T)	1:00 AM Hourly air temperature (T)
Nascente	0	1	1	146.75	138.25	13.39	13.39
		2	2	128.25	135.75	14.10	14.10
		3	3	135.75	133.25	13.94	13.94
		4	4	133.25	130.75	12.65	12.65
		5	5	130.75	128.25	13.67	13.67
		6	6	128.25	125.75	14.71	14.71
RIO DEL PAGO	6	7	7	125.75	123.25	13.94	13.94
		8	8	123.25	120.75	13.90	13.90
		9	9	120.75	117.34	13.90	13.90
RIO FRIO	9	10	10	117.34	115.75	13.84	13.84
		11	11	115.75	113.25	13.90	13.90
		12	12	113.25	110.75	14.08	14.08
		13	13	110.75	108.25	12.31	12.31
		14	14	108.25	105.75	14.14	14.14
RIO OLLEROS O DE	14	15	15	105.75	103.46	13.78	13.78
		16	16	103.46	100.75	14.21	14.21
		17	17	100.75	98.25	14.39	14.39
RIO AGADONES	17	18	18	98.25	95.38	14.28	14.28
		19	19	95.38	93.25	14.60	14.60

A partir de informação recolhida no site do Min. Agricultura Alimentación e Medio Ambiente - Espanha, obteve-se uma série de raster mensais relativos à T do mês de Maio, para os anos de 2000 a 2010.

Com auxílio de software SIG, gerou-se um raster médio da temperatura mensal do mês de Maio (2000-2010). Retirou-se a T no ponto médio de cada trecho do modelo.

Figura 13- Introdução dos valores das temperaturas médias

Oliveira S, Albuquerque MTD, Antunes IMHR, Seco F, Roque N 18



qual2Kw - centro trecho

Temperatura média mês Maio (serie 2000-2010)

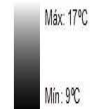


Figura 14 - Raster das temperaturas médias

Oliveira S, Albuquerque MTD, Antunes IMHR, Seco F, Roque N 19

DEW POINT TEMPERATURE

QUAL2Kw Stream Water Qual. AGUEDA (5/1/2012) Dew Point Tempera

Valores climatológicos normales. Salamanca Aeropuerto

Recepción: (37° 27' 00" - 47° 00' 00" - 100) Latitud: 40° 13' 30" N, Longitud: 0° 20' 30" O

Mes	T	TH	TH	R	H	ORL	DT	DP	SM	OD	I
Enero	3,6	7,9	-6,7	31	84	6	2	0	8	15	5
Febrero	5,6	10,8	-8,3	27	76	6	2	0	7	14	4
Marzo	7,7	14,0	-1,4	22	66	5	2	0	2	11	7
Abril	9,6	15,7	3,5	38	65	7	1	1	1	4	5
Mayo	13,4	19,2	7,4	48	63	8	1	3	1	4	204
Junio	17,0	25,2	10,5	34	57	5	0	4	0	7	304
Julio	21,0	29,3	12,8	16	51	3	0	6	0	15	340
Agosto	20,5	28,7	12,4	11	54	2	0	2	0	13	200
Septiembre	17,2	24,5	8,9	32	62	4	0	2	1	0	245
Octubre	12,2	18,2	4,1	38	72	7	0	1	1	4	185
Noviembre	7,3	12,4	2,2	42	81	7	1	0	6	11	134
Diciembre	4,9	8,9	-0,7	47	85	7	1	0	8	15	7
Año	11,7	17,6	5,2	303	68	44	0	14	32	77	801

A temperatura de ponto de orvalho é dependente da T do ar (T) e da humidade relativa (H). Pode ser obtida através da seguinte fórmula:

$$R = \sqrt[0.8]{\frac{H}{100} \cdot [112 + (0,9 \cdot T)] + (0,1 \cdot T) - 112}$$

T - Determinada anteriormente

H - Obtido através da consulta do site de meteorologia de espanha (www.aemet.pt) e usando o valor médio do mês de Outubro 2011, na estação de Salamanca

Figura 15 - Valores da temperatura do ponto de orvalho

Oliveira S, Albuquerque MTD, Antunes IMHR, Seco F, Roque N 20

WIND SPEED

QUAL2Kw
Stream Water Quality Model
ÁGUEDA (5/1/2012)
Wind Speed Data:

Open File Run VBA Run Fortran

Upstream Reach	Downstream Reach	Upstream Distance (km)	Downstream Distance (km)	12:00 AM Wind speed (m/s)	1:00 AM Wind speed (m/s)
Nascente	0	148.75	138.25	2.20	2.20
	1	138.25	135.75	2.20	2.20
	2	135.75	133.25	2.20	2.20
	3	133.25	130.75	2.20	2.20
	4	130.75	128.25	2.20	2.20
	5	128.25	125.93	2.20	2.20
RIO DEL PAYO	6	125.93	123.25	2.20	2.20
	7	123.25	120.75	2.20	2.20
RIO FRIO	8	120.75	117.34	2.20	2.20
	9	117.34	115.75	2.20	2.20
	10	115.75	113.25	2.20	2.20
	11	113.25	110.75	2.20	2.20
	12	110.75	108.25	2.20	2.20
	13	108.25	105.75	2.20	2.20
RIO OLLEROS O DE	14	105.75	103.46	2.20	2.20
	15	103.46	100.75	2.20	2.20
	16	100.75	98.25	2.20	2.20
RIO AGADONES	17	98.25	95.38	2.20	2.20
	18	95.38	93.25	2.20	2.20

Figura 16 - Velocidade do vento

Também obtido através da consulta do site meteorologia de Espanha www.aemet.pt.

E usando o valor médio do mês de Outubro 2011, na estação de Salamanca

Atributos adaptados da bibliografia

CLOUD COVER - Densidade de nuvens

SHADE - Índice de Sombra

SOLAR - Índice de Insolação

LIGHT AND HEAT - Índices de luz e calor

POINT SOURCES

QUAL2Kw
Stream Water Quality Model
ÁGUEDA (5/1/2012)
Point Source Data:

Open File Run VBA Run Fortran

Name	Location (km)	Point Abstraction (m ³ /s)	Point Inflow (m ³ /s)	mean Temperature (°C)	range/2 (°C)	time of max	mean Specific Conductance (umhos)	range/2 (umhos)	time of max
RIO FRIO - A05 (633)	125.93	0.0000	1.0400	20.80	10.40	12:00 AM	24.20	12.10	12:00 AM
AYO DEL ROLLOSO (631) (A6)	117.34	0.0000	0.1480	21.00	10.50	12:00 AM	27.00	13.50	12:00 AM
RIO OLLEROS O DE LAS MAYAS - A7 (632)	103.46	0.0000	0.6500	24.90	12.45	12:00 AM	14.94	7.47	12:00 AM
AYO DE NAVACERVERA - A25 (625)	98.25	0.0000	0.2090	14.30	7.15	12:00 AM	30.30	15.15	12:00 AM
RIO AGADONES - A26 (629)	95.38	0.0000	0.3930	19.60	9.80	12:00 AM	42.50	21.25	12:00 AM
RIO BURGUILLO O DE LOS GATOS - A27 (628)	91.35	0.0000	0.3890	18.40	9.20	12:00 AM	27.60	13.80	12:00 AM
RIO BADILLO - A08 (616;617;618;619)	90.58	0.0000	1.6480	18.50	9.25	12:00 AM	21.20	10.60	12:00 AM
RIVERA DE FRADAMORA - A21 (606)	86.76	0.0000	0.6110	22.80	11.40	12:00 AM	165.00	82.50	12:00 AM
AYO DE SAN GRINALDOS - A23 (598)	85.75	0.0000	0.1360	20.80	10.40	12:00 AM	471.00	235.50	12:00 AM
EL BODON - A22 (604)	73.25	0.0000	0.2320	17.60	8.80	12:00 AM	68.40	34.20	12:00 AM
RIVERA DE AZABA - A30 (611;607)	63.60	0.0000	1.2330	16.20	8.10	12:00 AM	143.90	71.95	12:00 AM
RIVERA DE SEXMIROGALLEGOS - A31 (597)	58.10	0.0000	0.2440	18.20	9.10	12:00 AM	543.00	271.50	12:00 AM
RIVERA DE LA GRANJA (567) (A15)	43.02	0.0000	0.4480	28.50	14.25	12:00 AM	100.60	50.30	12:00 AM
RIO TURONES - A35 (563;564;561;562;560;602)	24.76	0.0000	0.4310	26.30	13.15	12:00 AM	163.40	81.70	12:00 AM
RIO MORGÁEZ (539) (A17)	12.56	0.0000	0.1330	20.50	10.25	12:00 AM	64.90	32.45	12:00 AM

Dados disponíveis introduzidos: Caudal; Temperatura; Condutividade Elétrica; Oxigénio Dissolvido; Fast CBOD; Nitratos; Nitritos; pH.

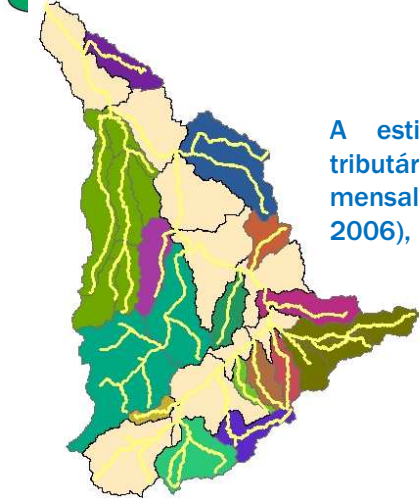
Figura 17 - Dados disponíveis introduzidos



Massas de Água (CHD)

- 521
- 522
- 523
- 524
- 525
- 539
- 560
- 561
- 562
- 563
- 564
- 567
- 581
- 597
- 598
- 602
- 604
- 606
- 607
- 611
- 616
- 617
- 618
- 619
- 625
- 626
- 628
- 629
- 631
- 632
- 633
- 634
- 200686
- 200687

Figura 18 - Sub-bacias da bacia do rio Águeda



A estimativa do caudal para cada tributário foi obtido através da média mensal do mês de Maio (série de 1941-2006), retirando os anos anómalos

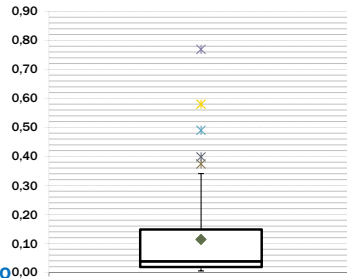


Figura 19 - Massa de água para os tributários do rio Águeda - Estimativa dos respetivos caudais para cada massa de água.

Oliveira S, Albuquerque MTD, Antunes IMHR, Seco F, Roque N 25

1 QUAL2Kw
2 Stream Water Quality Model
3 ÁGUEDA (5/1/2012)
4 Diffuse Source Data:

Open File Run VBA Run Fortran

Name	Up (km)	Down (km)	Diffuse Abstraction m ³ /s	Diffuse Inflow m ³ /s	Temp °C	Spec Cond umhos	Inorg SS mg/L	Diss Oxygen mg/L	CBOD slow mg/L2d	CBOD fast mg/L	Organic N ug/L	Ammon N ug/L	Nitrate N ug/L	Organic P ug/L	Inorganic P ug/L
10 massa agua 634 (A06)	140.75	119.00	0.0000	1.842	21.00	27.00	7.66	0.00	108.04						
11 massa agua 200687 (A10)	119.00	102.92	0.0000	1.145	16.30	24.10	9.98	0.00	24.82						988.0
12 massa agua 226 (A15)	102.92	95.85	0.0000	0.241	16.30	24.10	9.98	0.00	24.82						268.0
13 massa agua 200586 (A11)	95.85	83.70	0.0000	0.292	16.40	30.80	9.70	0.00	74.46						936.0
14 massa agua 521 (A13)	83.70	76.07	0.0000	0.365	17.90	25.70	10.92	0.00	70.08						1426.0
15 massa agua 522 (A20)	76.07	58.95	0.0000	0.490	18.20	42.00	1.35	0.00	71.34						460.0
16 massa agua 523 (A19)	58.95	43.11	0.0000	0.370	28.50	100.00	7.35	0.00	113.80						260.0
17 massa agua 524 (A16)	43.11	24.85	0.0000	0.264	22.00	70.80	9.17	0.00	55.48						940.0
18 massa agua 525 (A17)	24.85	0.00	0.0000	0.081	20.50	64.90	8.36	0.00	59.86						539.0

Figura 20- Consideração de fontes difusas no caudal

Oliveira S, Albuquerque MTD, Antunes IMHR, Seco F, Roque N 26

QUAL2Kw
Stream Water Quality Model
ÁGUEDA - 05/01/12
Scratch worksheet for goodness of fit calculations for call G3 of the "Rates" worksheet.
Note: the values and formulas in this scratch worksheet are not saved in the .qwr file.

Distance (km)	Temperature	cond-ss	SS-ss	DO-sat	CBOD-s	CBOD-f	NO ₃ -sat	NO ₃ -def	NO ₃ -def	NO ₃ -def	NO ₃ -def	NO ₃ -def	NO ₃ -def	NO ₃ -def	NO ₃ -def	NO ₃ -def
Observed dist mss or avg	15.35	12.37	7.16	0.00	102.20											
15.35	15.35	12.37	7.16	0.00	102.20											538.00
16.75	16.75	21.00	27.00	7.66	0.00	108.04										721.00
18.25	18.25	24.90	33.80	9.98	0.00	24.82										383.00
19.75	19.75	30.80	39.80	9.70	0.00	74.46										336.00
21.25	21.25	25.70	10.92	0.00	102.00											1426.00
22.75	22.75	42.00	1.35	0.00	71.34											460.00
24.25	24.25	100.00	7.35	0.00	113.80											260.00
25.75	25.75	70.80	9.17	0.00	55.48											940.00
27.25	27.25	64.90	8.36	0.00	59.86											539.00
Predicted dist mss or avg	15.35	15.32	7.16	0.04	107.89											539.64
16.75	16.75	15.30	7.34	0.41	83.50											330.65
18.25	18.25	14.29	7.49	0.86	76.31											253.32
19.75	19.75	14.77	8.12	0.99	86.35											266.89
21.25	21.25	14.44	8.15	0.98	83.00											258.67
22.75	22.75	15.19	8.05	0.98	86.90											302.00
24.25	24.25	15.14	8.06	0.97	80.43											217.16
25.75	25.75	15.01	8.06	0.74	86.07											215.60
27.25	27.25	15.32	8.03	0.37	86.16											218.23
3.75	3.75	15.43	7.15	0.24	74.11											748.84
Squared residual of dist mss	15.35	0.001342001	214.031	0.6861	0.00639	53.46666										3147.25
16.75	16.75	3.46186001	120393	0.46597	0.164189	211.0037										16263.2
18.25	18.25	0.00104001	0.00059	1.32043	0.164189	211.0037										102793
19.75	19.75	0.38626225	38.7524	0.32687	0.853401	246.1736										101364
21.25	21.25	4.23898225	211.029	3.2102	0.860561	122.7754										707022
22.75	22.75	6.880123	141231	58.2439	0.963444	135.5643										25662.4
24.25	24.25	0.0014861	66.3285	5.11105	0.946637	67.00004										6274.06
25.75	25.75	172.1646517	548.805	2.28406	0.844738	3058.3239										9786.6
27.25	27.25	40.60271829	30.4511	0.10864	0.15669	107.0059										67867.4
3.75	3.75	25.3444836	50.5317	1.656	0.001965	200.1534										44000.8
RMSE	5.4767019058	119.332	2.74076	0.733586	26.14391	347.141										0.3006
RMSECV	0.31656718	1.84669	0.31923	2.21905	0.337066											
weighting factor	100	100	50	50	100	100										
weighting RMSECV	33.0567117	16.8453	15.3616	10.3507	35.0363											

Dados Observados

Dados Simulados

Diferença quadrática entre o 2 valores

Ponderação dos parâmetros

Figura 21- Fitness/Calibração do Modelo

Oliveira S, Albuquerque MTD, Antunes IMHR, Seco F, Roque N 27

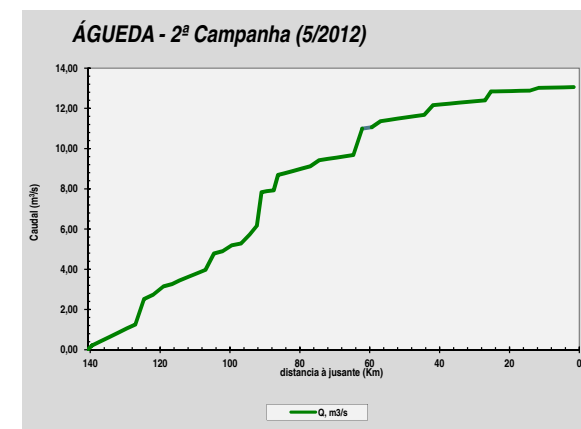


Figura 22 - Curva simulada para o caudal (não existem medições reais).

Oliveira S, Albuquerque MTD, Antunes IMHR, Seco F, Roque N 28

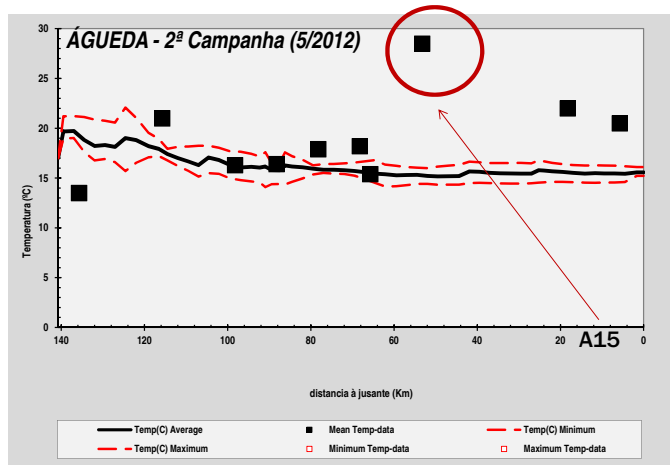


Figura 23 - Curva simulada para a temperatura.

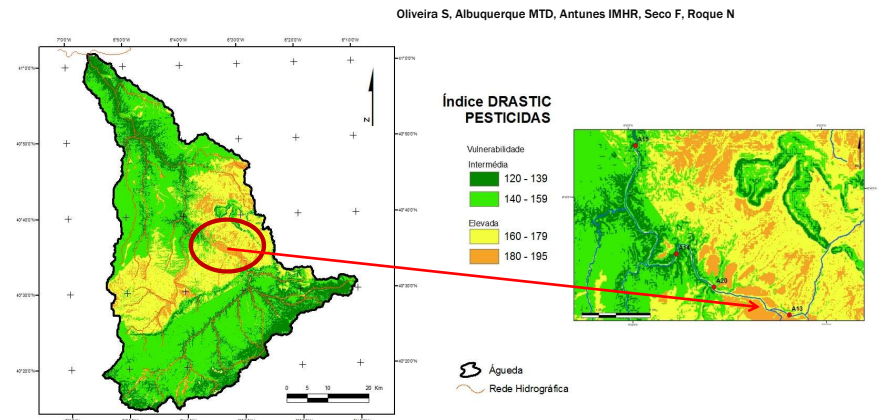


Figura 24 - Localização dos valores anómalos para a temperatura (Rivera Azaba)

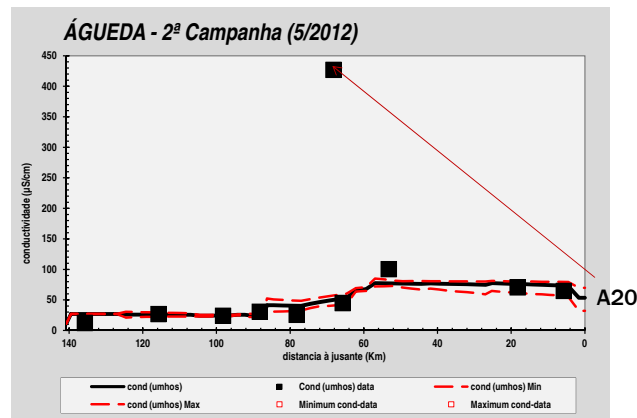


Figura 25 - Curva simulada para a condutividade elétrica.

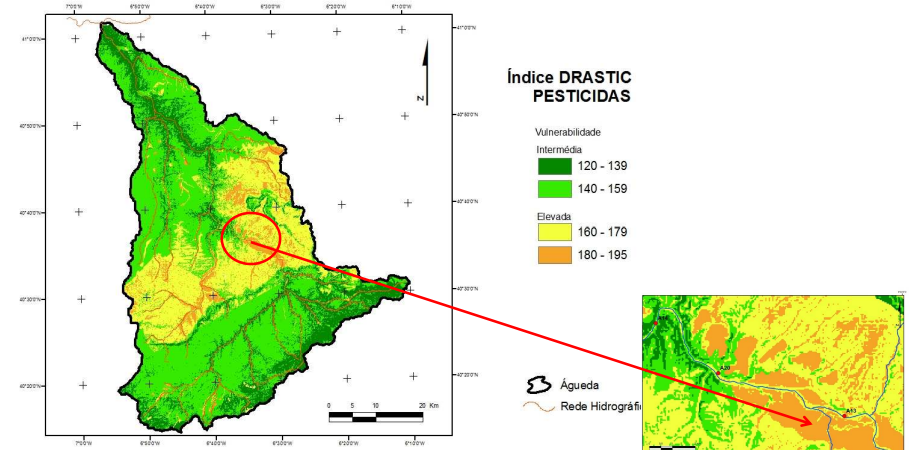


Figura 26 - Localização do valor anômalo para a condutividade elétrica.

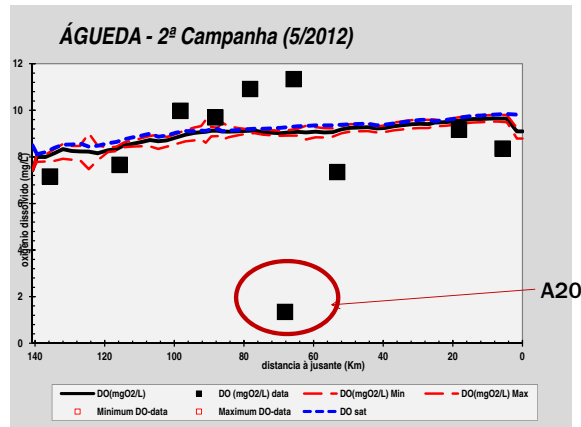


Figura 27 – Curva simulada para o oxigénio dissolvido.

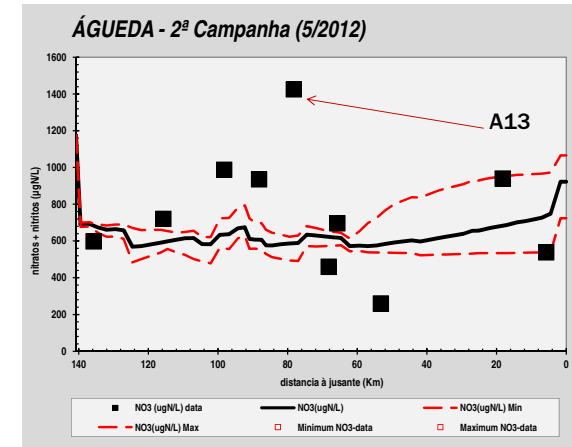


Figura 28 – Curva simulada para os nitratos e nitritos.

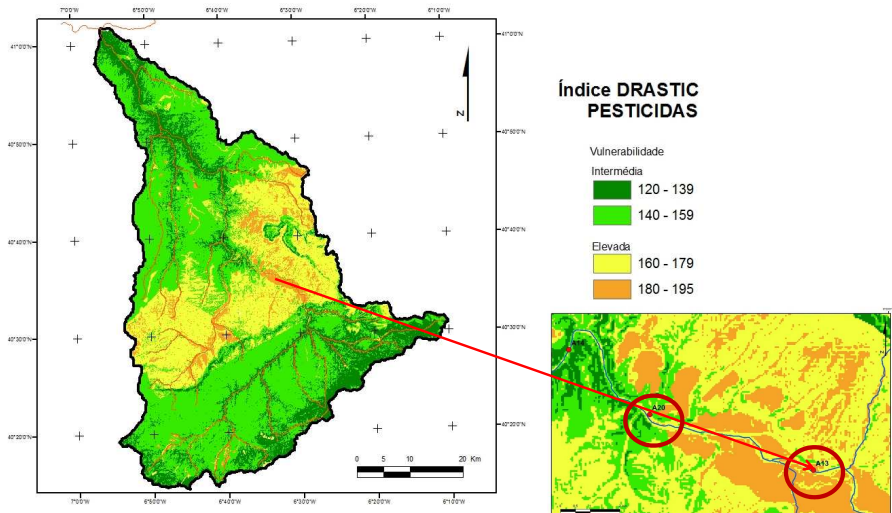


Figura 29 – Localização do valor anómalo para o oxigénio dissolvido, nitratos e nitritos.

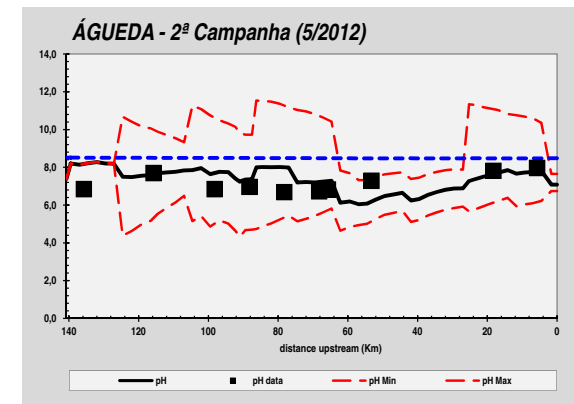


Figura 30 – Curva simulada para o pH.

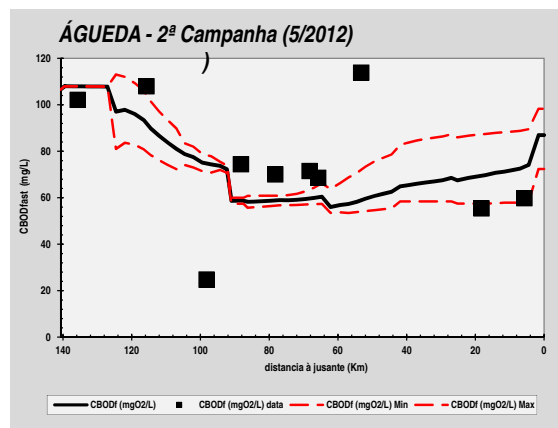


Figura 31 – Curva simulada para o CBODfast.

■ Crítica dos Resultados e Conclusões

- 1 - A primeira campanha não permitiu calibrar o modelo de forma aceitável, por deficiente malha de amostragem;
- 2 - Para uma modelação da qualidade da água do rio Águeda e seus tributários torna-se necessário monitorizar e medir parâmetros tais como o fósforo e o azoto, em campanhas futuras;
- 3 - A segunda campanha mostra uma calibração do modelo muito satisfatória, permitindo localizar pontos anómalos em zonas de alta vulnerabilidade;
- 4 - As zonas de maior risco, parecem coincidentes com a contaminação no interior de zonas de alta vulnerabilidade e localizam-se preferencialmente na zona central. Nesta zona ocorre o aquífero Terciário e os maiores aglomerados urbanos.

■ CONSIDERAÇÕES FUTURAS

- De forma a melhorar o modelo desenvolvido, torna-se necessário:
 - 1 - Obter valores para o Azoto total (Ntot) e Fósforo total (Ptot), em toda a rede de monitorização;
 - 2 - Incluir na rede de monitorização, os pontos localizados a montante (ponto de controle) e a jusante das Estações de Tratamento de Águas residuais (ETAR's);
 - 3 - Incluir no modelo, variáveis hidráulicas determinadas "in-situ", tais como: Caudais, Profundidade ...;
 - 4 - Melhorar a calibração do modelo variando os fatores de ponderação dos vários parâmetros.