

Roteiro Nacional para a Adaptação 2100

AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE DO TERRITÓRIO
PORTUGUÊS ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS EM 2100

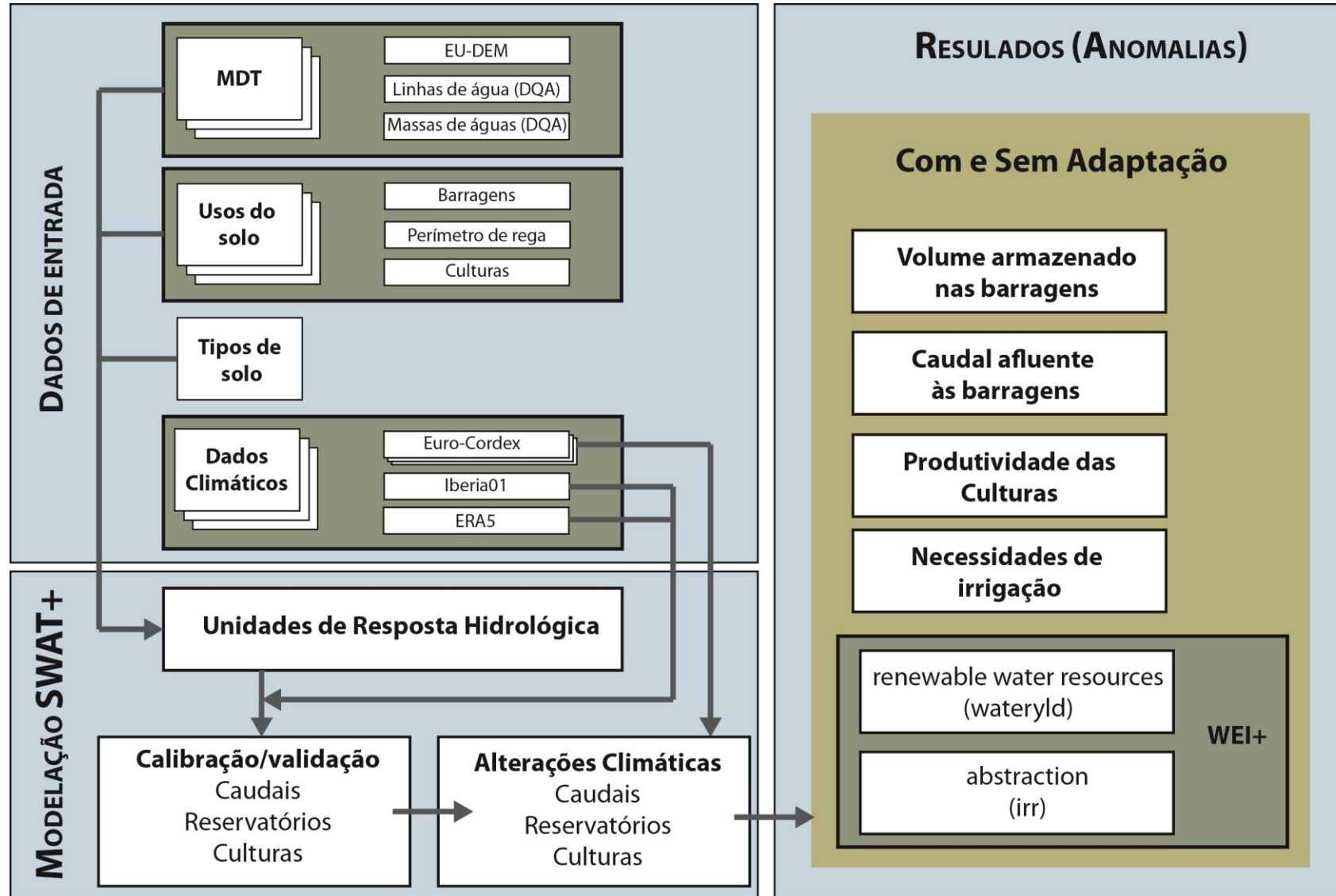
Setor Agrofloresta & Recursos Hídricos

Luís Dias (luisdias@fc.ul.pt)

- 1. Metodologia Geral e dados utilizados**
- 2. Calibração do modelo Hidrológico (SWAT+) e Agroflorestal (EPIC)**
- 3. Alguns resultados preliminares**

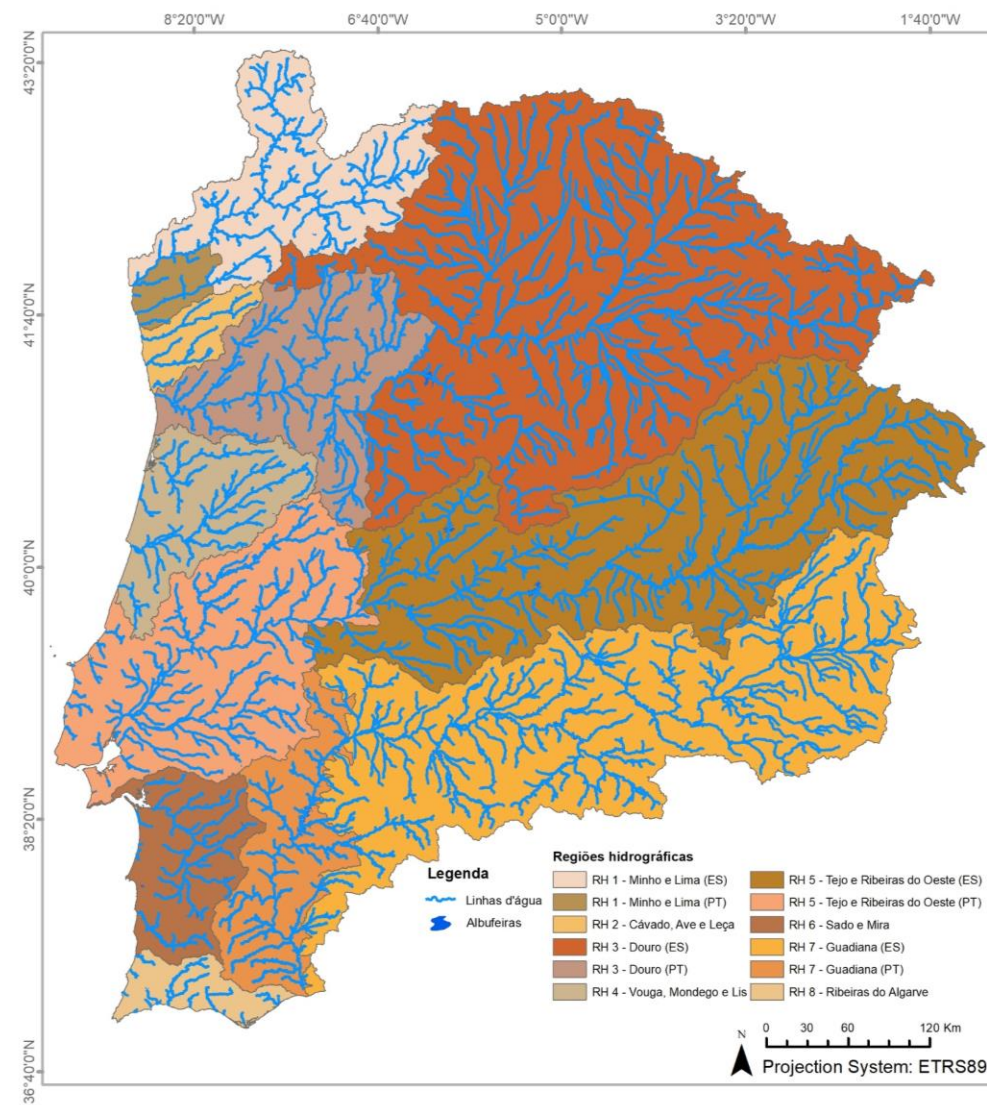
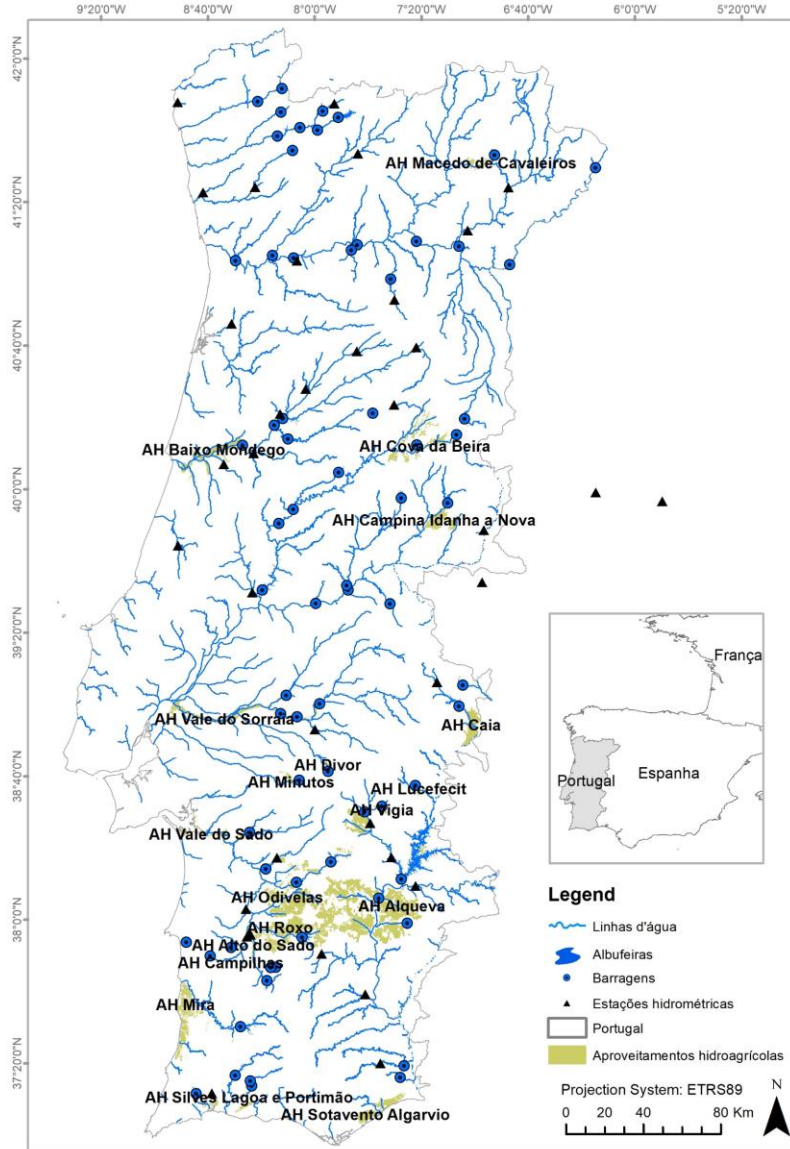
Modelação de impactes | Recursos hídricos e agrofloresta

METODOLOGIA GERAL



Modelação de impactes | Recursos hídricos e agrofloresta

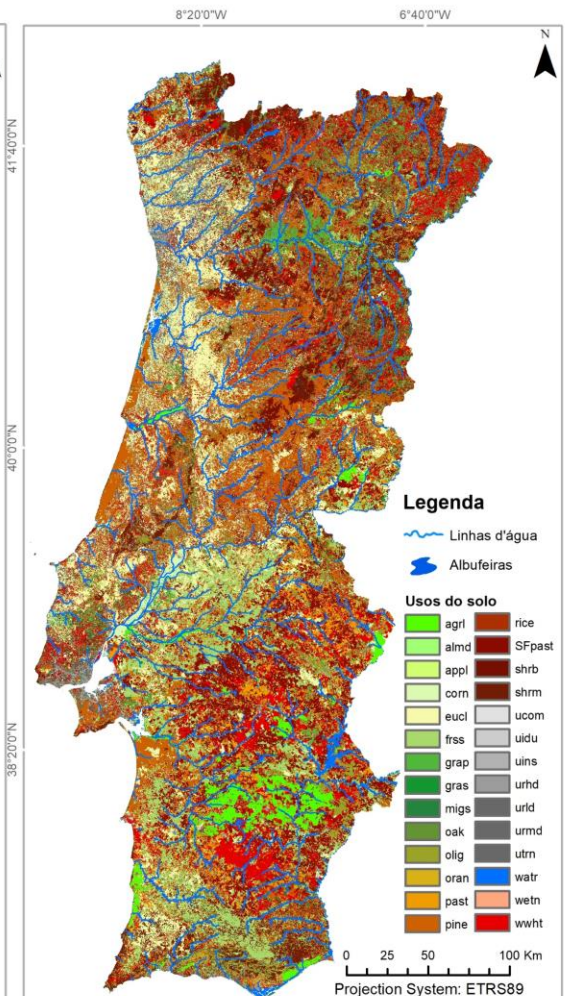
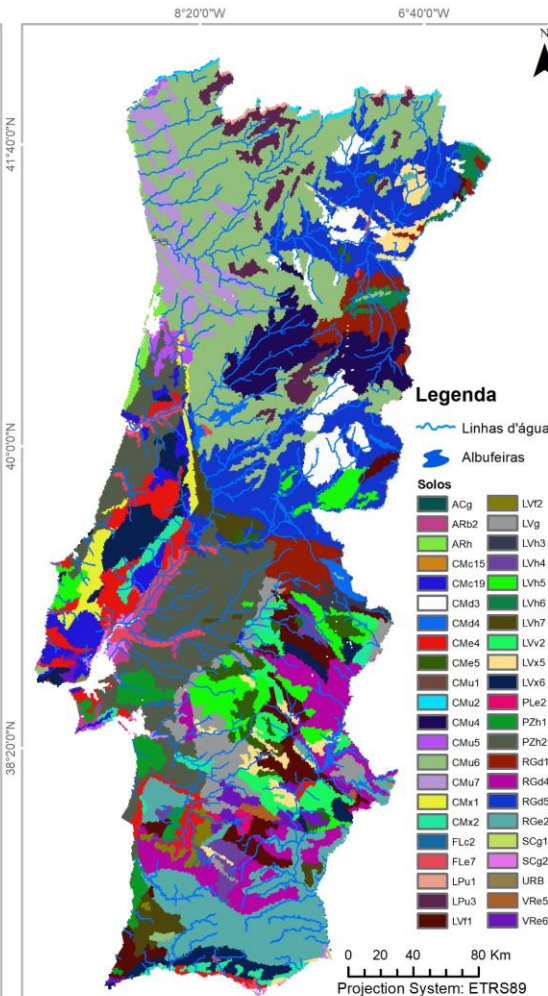
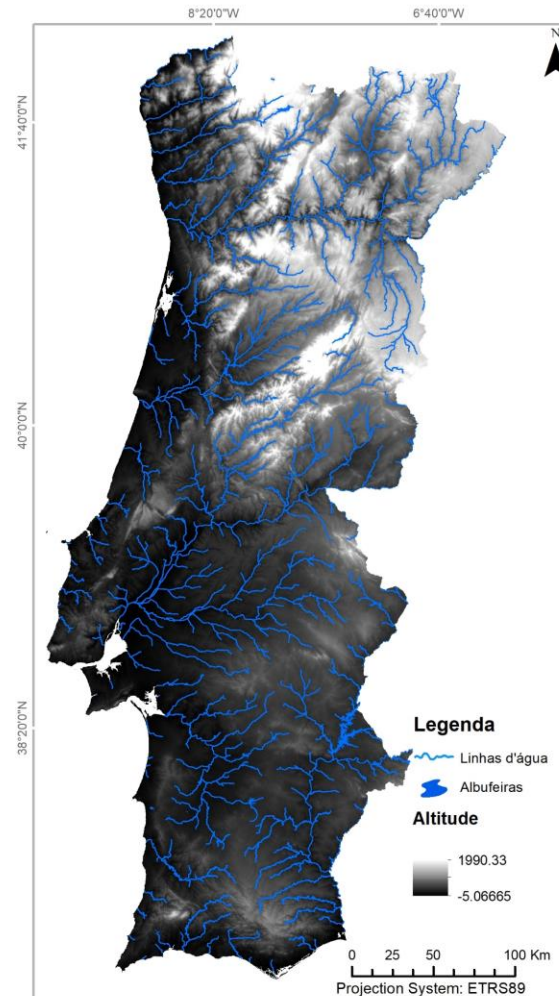
ÁREA DE ESTUDO



Modelação de impactes | Recursos hídricos e agrofloresta

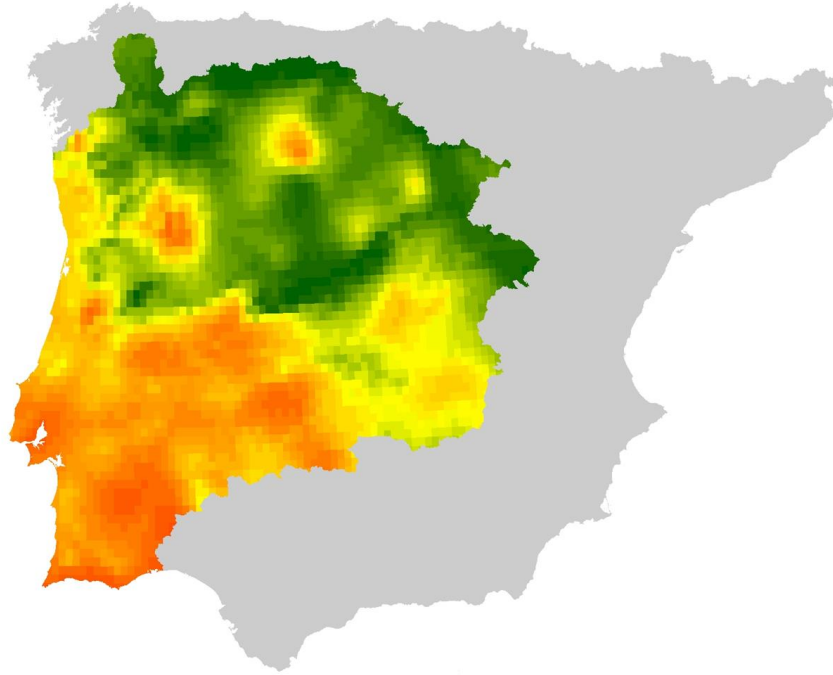
ÁREA DE ESTUDO

Dados	Referências
Modelo Digital de Terreno	European Digital Elevation Model (v1.2) - 25m.
Solos	Harmonized World Soil Database (v1.2)
Usos do Solo	COS2010 (v1.0), Corine Land Cover 2012 (v2020_20u1),
Dados observados (tmp, pr, rs, hr, vv)	Iberia 01 dataset, ERA5
Projeções Climáticas	EURO-CORDEX
Dados hidrológico	SNIRH, SAIH



Modelação de impactes | Recursos hídricos e agrofloresta

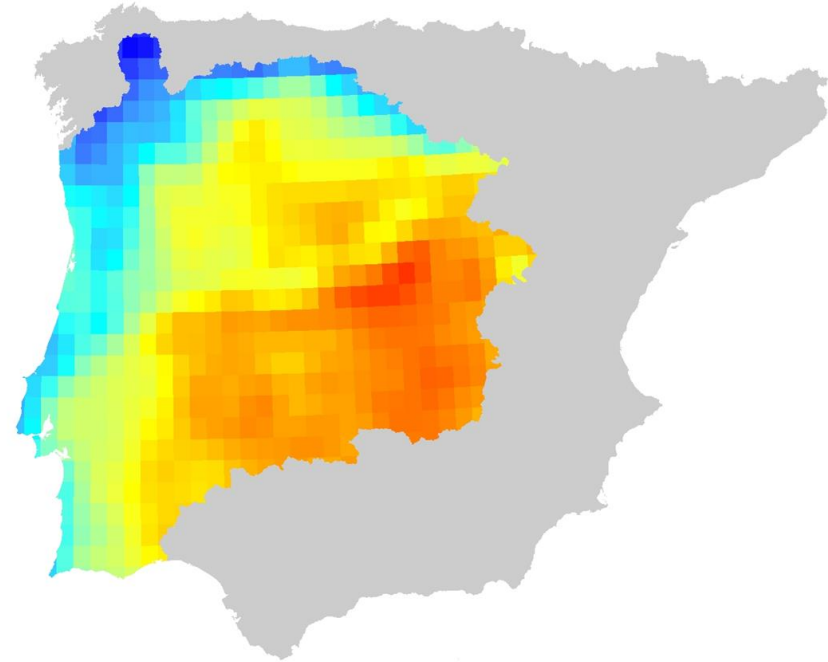
CLIMA PRESENTE (1979-2015)



Iberia01 database:

- ✓ Temperatura Máxima
- ✓ Temperatura Mínima
- ✓ Precipitação

Resolução espacial: $0.1^\circ \times 0.1^\circ$



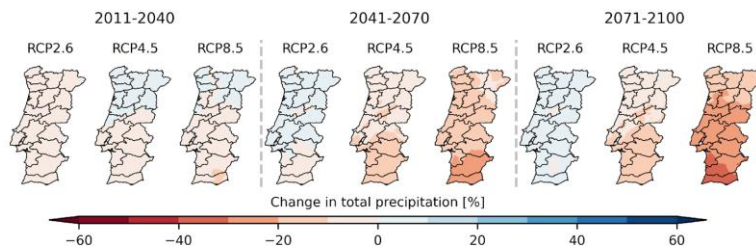
ERA5 database:

- ✓ Humidade relativa
- ✓ Radiação Solar
- ✓ Velocidade do vento

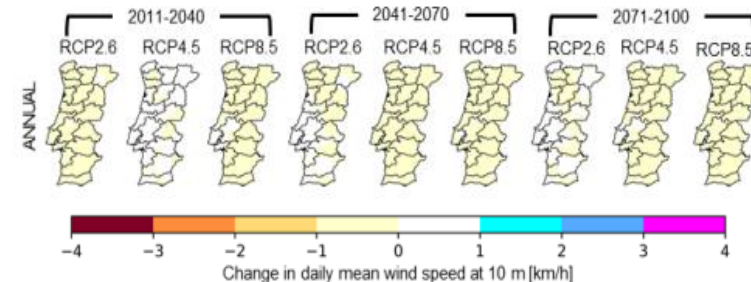
Resolução espacial: $0.25^\circ \times 0.25^\circ$

Modelação de impactes | Recursos hídricos e agrofloresta

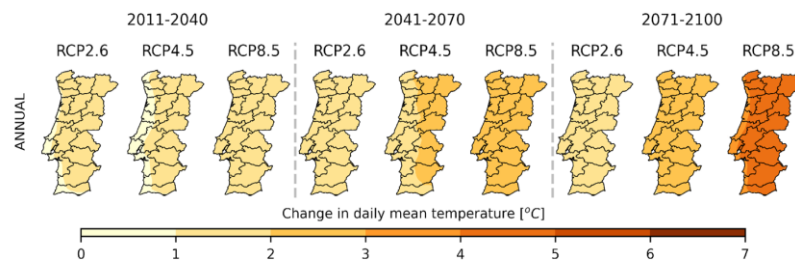
Precipitação média anual



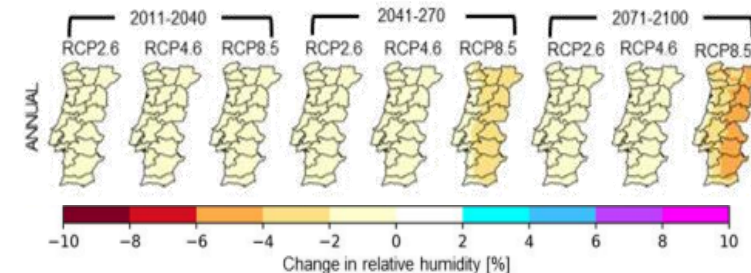
Velocidade do vento



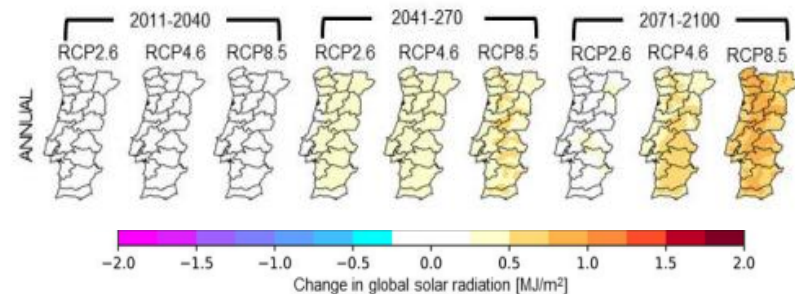
Temperatura média anual



Humidade relativa



Radiação solar



Modelo Global	Modelo Regional	Instituição
EC-Earth	HIRHAM5	DMI
HadGEM2-ES	RegCM4-6	ICTP
MPI-ESM-LR		
CNRM-CM5	RACMO22E	KNMI
EC-Earth		
HadGEM2-ES		
MPI-ESM-LR	REMO2009	MPI
EC-Earth	RCA4	SMHI
HadGEM2-ES		
MPI-ESM-LR		
NorESM1-M		

Modelação de impactes | Recursos hídricos e agrofloresta

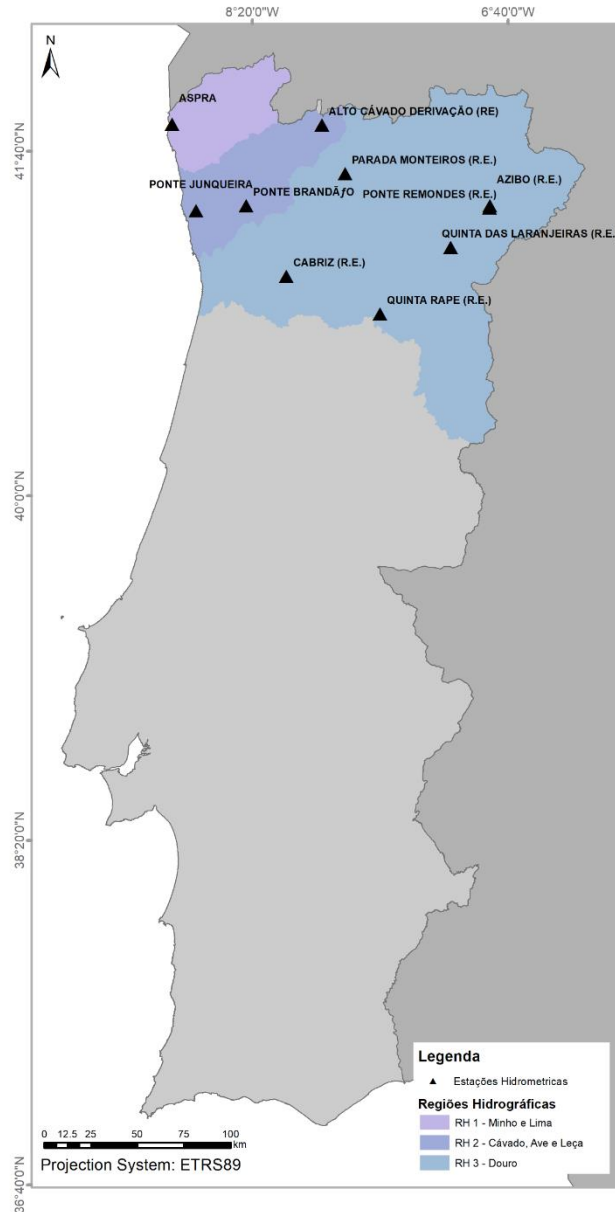
Calibração | Validação do SWAT+

- Duas componentes: **a hidrológica e a agrícola.**
 - A primeira consistiu na comparação dos resultados do modelo com as observações de caudais diários em diferentes estações hidrométricas
 - A segunda compara os resultados do modelo no que diz respeito à **produtividade agrícola**, com as estatísticas da **produtividade e da rega das principais culturas agrícolas**, publicadas pelo Instituto Nacional de Estatísticas (INE) e disponibilizadas pela Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR).

Tempo	Performance	PBIAS (%)	NSE	R ²
Diário	Muito bom	-	<u>NSE > 0.80</u>	<u>R² > 0.85</u>
	Bom	-	0.70 ≤ NSE ≤ 0.80	0.70 ≤ R² ≤ 0.85
	Satisfatório	-	<u>0.50 < NSE < 0.70</u>	<u>0.50 < R² < 0.70</u>
	Não satisfatório	-	NSE ≤ 0.50	R ² ≤ 0.50
Mensal	Muito bom	PBIAS < ±10	<u>NSE > 0.85</u>	<u>R² > 0.85</u>
	Bom	±10 ≤ PBIAS < ±15	0.70 ≤ NSE ≤ 0.85	0.80 ≤ R² ≤ 0.85
	Satisfatório	±15 ≤ PBIAS < ±25	<u>0.55 < NSE < 0.70</u>	<u>0.70 < R² < 0.80</u>
	Não satisfatório	PBIAS ≥ ±25	NSE ≤ 0.55	R ² ≤ 0.70

Modelação de impactes | Recursos hídricos e agrofloresta

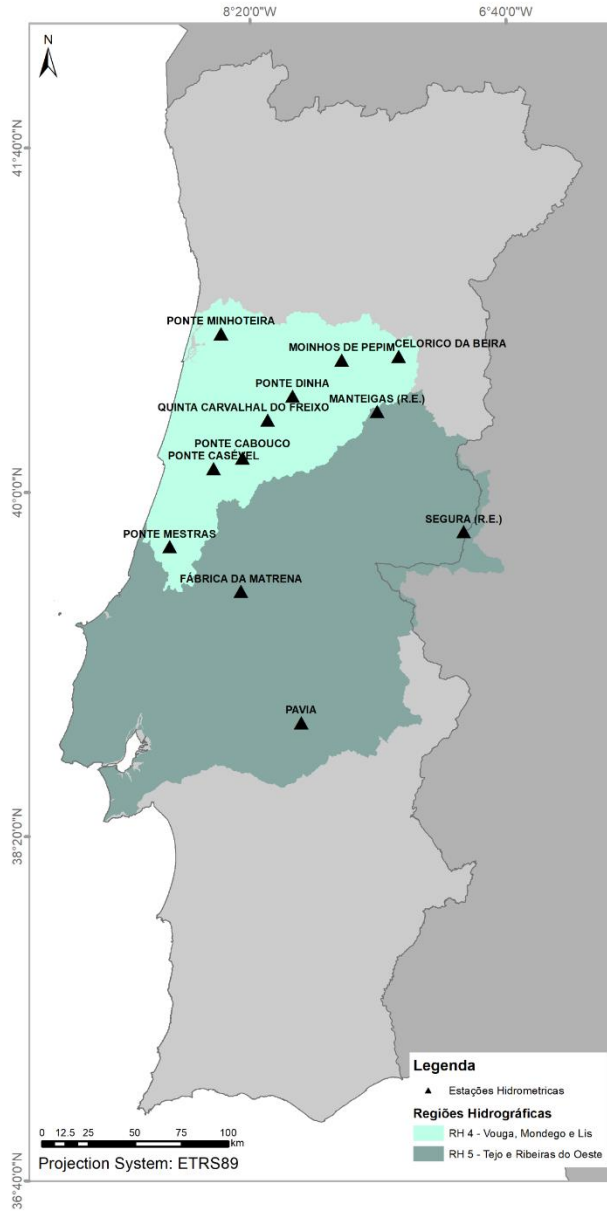
Calibração | Validação do SWAT+



Região Hidrográfica	Estação	Tempo	Período	Calibração			Validação			
				PBIAS (%)	NSE	R ²	Período	PBIAS (%)	NSE	R ²
RH1	Aspra (03D/01H)	Diário	1982-1985	-	<u>0.61</u>	<u>0.63</u>	1986-1989	-	<u>0.53</u>	<u>0.55</u>
		Mensal		<u>-16.6</u>	0.81	0.89		<u>-12.1</u>	0.77	<u>0.79</u>
RH2	Alto Cávado Total (R.E.) (03J/06H)	Diário	1982-1987	-	0.40	0.73	1988-1993	-	<u>0.65</u>	0.72
		Mensal		13.4	0.85	0.91		8.5	0.90	0.91
	Ponte Brandão (05G/01H)	Diário	1982-1985	-	0.12	<u>0.68</u>	1986-1989	-	<u>0.65</u>	0.74
		Mensal		13.0	0.34	0.82		<u>20.1</u>	0.78	0.89
Ponte Junqueira (05E/01H)	Diário	1982-1986	-	<u>0.67</u>	0.71	1987-1990	-	0.76	0.81	
	Mensal		6.3	0.72	<u>0.76</u>		<u>-8.9</u>	0.78	0.82	
RH3	Azibo (R.E.) (05Q/01H)	Diário	1982-1987	-	<u>0.50</u>	<u>0.51</u>	1988-1993	-	<u>0.56</u>	<u>0.64</u>
		Mensal		<u>-6.6</u>	<u>0.62</u>	0.62		<u>1.7</u>	0.72	<u>0.77</u>
	Cabriz (R.E.) (07I/04H)	Diário	1982-1987	-	<u>0.50</u>	<u>0.66</u>	1999-2003	-	<u>0.51</u>	<u>0.68</u>
		Mensal		39.7	<u>0.59</u>	0.87		28.5	0.82	0.93
	Parada Monteiros (R.E.) (04K/01H)	Diário	1983-1986	-	0.82	0.86	1987-1990	-	0.81	0.88
		Mensal		25.0	0.86	0.94		34.3	0.84	0.95
	Quinta Laranjeiras (06O/03H)	Diário	1982-1987	-	<u>0.51</u>	<u>0.57</u>	2000-2005	-	<u>0.64</u>	<u>0.67</u>
		Mensal		48.4	<u>0.58</u>	<u>0.77</u>		63.4	0.7	0.84
Quinta Rape (R.E.) (08L/01H)	Diário	1982-1987	-	<u>0.53</u>	<u>0.58</u>	1999-2003	-	<u>0.55</u>	<u>0.58</u>	
	Mensal		4.0	0.74	<u>0.76</u>		6.7	0.79	0.82	

Modelação de impactes | Recursos hídricos e agrofloresta

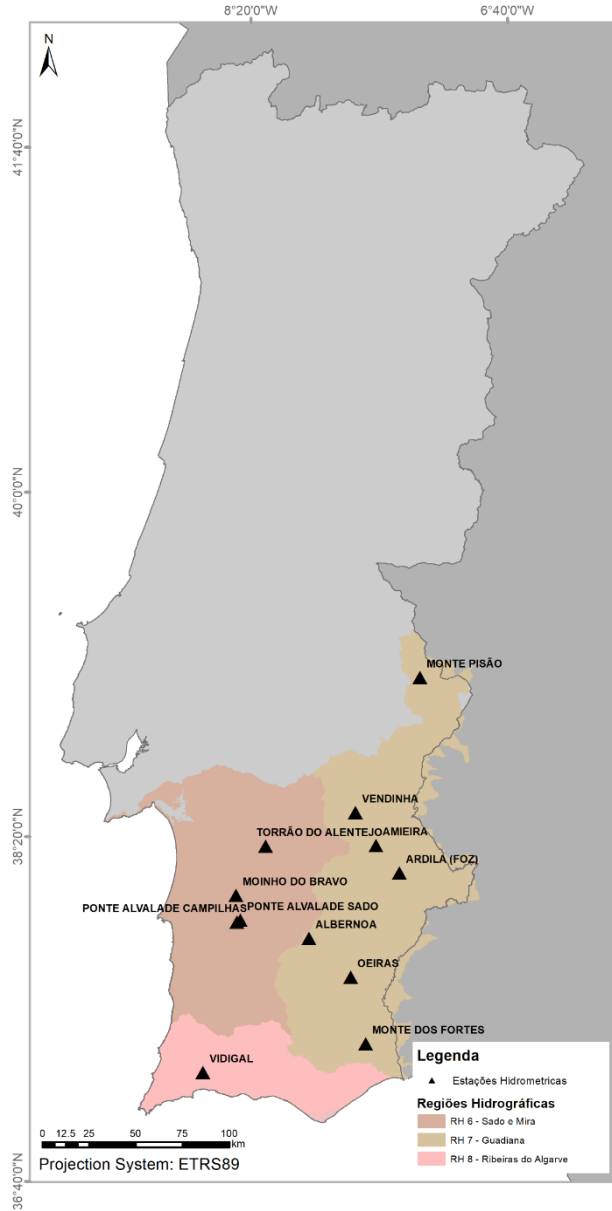
Calibração | Validação do SWAT+



Região Hidrográfica	Estação	Tempo	Calibração				Validação			
			Período	PBIAS (%)	NSE	R ²	Período	PBIAS (%)	NSE	R ²
RH4	Celorico da Beira (09M/01H)	Diário	1982-1985	-	<u>0.65</u>	0.71	1986-1989	-	0.74	0.76
		Mensal		-33.36	0.73	0.88		-19.69	0.85	0.92
	Moinhos de Pepim (10K/04H)	Diário	1982-1985	-	<u>0.51</u>	0.70	1986-1989	-	<u>0.61</u>	0.78
		Mensal		-44.52	<u>0.56</u>	0.88		-33.92	0.78	0.96
	Ponte Cabouco (12G/02H)	Diário	1982-1985	-	0.70	0.73	1986-1989	-	<u>0.69</u>	0.76
		Mensal		25.70	0.80	0.89		26.31	0.82	0.91
	Ponte Casével (13F/02H)	Diário	1982-1985	-	-0.14	<u>0.65</u>	1986-1989	-	-0.09	<u>0.62</u>
		Mensal		<u>19.76</u>	0.85	0.96		2.50	0.90	0.94
	Ponte Dinha (11I/07H)	Diário	1982-1985	-	<u>0.66</u>	<u>0.67</u>	1986-1989	-	<u>0.66</u>	<u>0.67</u>
		Mensal		-0.84	0.86	0.88		-16.73	0.90	0.94
	Ponte Mestras (15E/03H)	Diário	1982-1986	-	-0.88	<u>0.64</u>	2002-2009	-	0.03	0.39
		Mensal		<u>22.54</u>	<u>0.59</u>	0.92		-31.94	0.73	0.83
Ponte Minhoteira (09F/01H)	Diário	1982-1985	-	0.15	<u>0.55</u>	1986-1990	-	0.08	<u>0.50</u>	
	Mensal		-12.96	0.81	0.89		-27.30	<u>0.67</u>	0.78	
Quinta Carvalhal Freixo (11H/04H)	Diário	1982-1985	-	<u>0.69</u>	0.74	1986-1989	-	0.72	0.73	
	Mensal		<u>16.26</u>	0.89	0.93		1.25	0.94	0.94	
RH5	Fábrica Matrena (16G/01H)	Diário	1982-1986	-	-3.56	<u>0.66</u>	2002-2009	-	0.11	<u>0.68</u>
		Mensal		77.55	-0.70	0.91		-0.44	0.85	0.93
	Manteigas (R.E.) (11L/01H)	Diário	1982-1986	-	0.28	<u>0.62</u>	1987-1996	-	0.44	<u>0.59</u>
		Mensal		14.05	<u>0.87</u>	0.93		-0.31	0.92	0.94
Pavia (20I/04H)	Diário	1982-1986	-	<u>0.71</u>	0.72	1988-1990	-	0.78	0.79	
	Mensal		-16.61	0.83	0.93		-25.19	0.87	0.89	
Segura (R.E.) (15P/01H)	Diário	1982-1993	-	0.81	0.83	2006-2009	-	<u>0.69</u>	0.73	
	Mensal		-24.55	0.89	0.94		-40.37	0.78	0.91	

Modelação de impactes | Recursos hídricos e agrofloresta

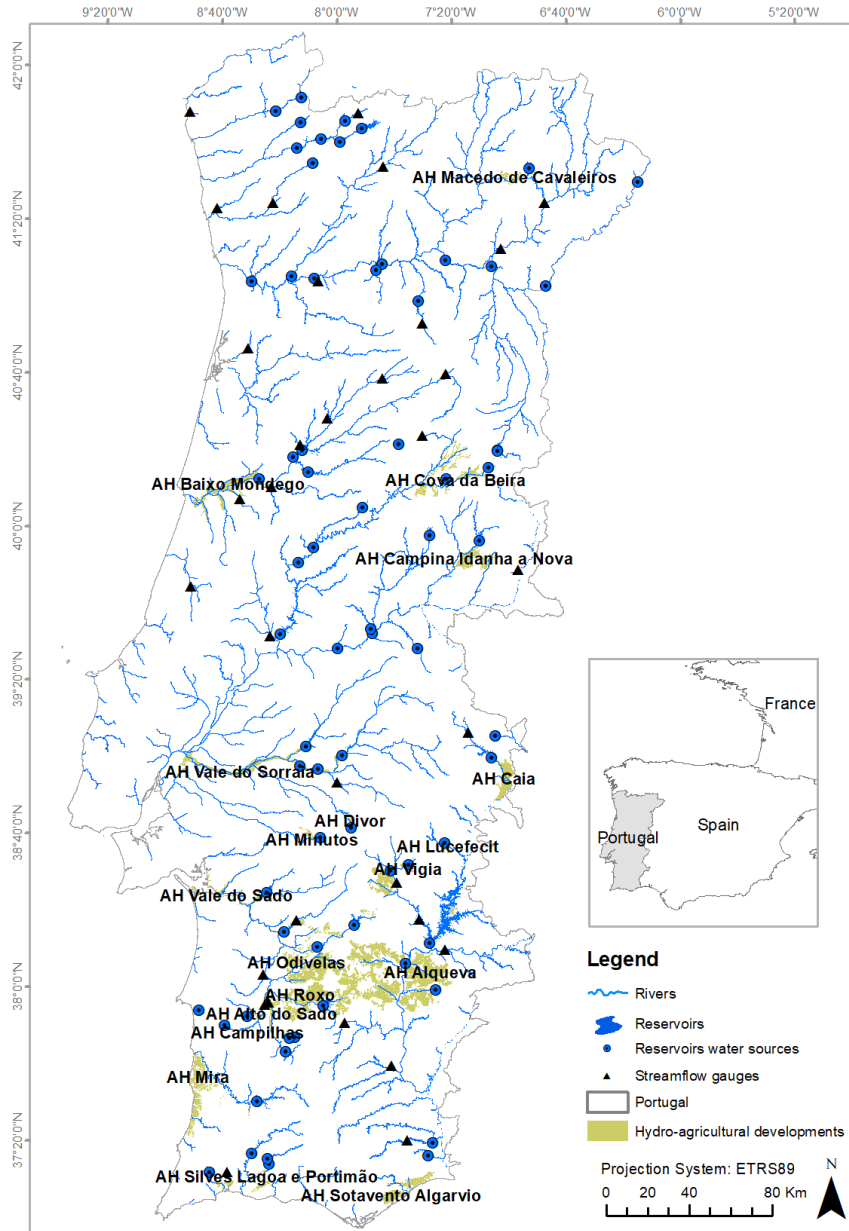
Calibração | Validação do SWAT+



Região Hidrográfica	Estação	Tempo	Calibração				Validação				
			Periodo	PBIAS (%)	NSE	R ²	Periodo	PBIAS (%)	NSE	R ²	
RH6	Moinho do Bravo (25G/02H)	Diário	1982-1985	-	<u>0.57</u>	0.73	1986-1989	-	<u>0.57</u>	<u>0.68</u>	
		Mensal		-44.2	<u>0.58</u>	0.88		-40.4	<u>0.64</u>	0.87	
	Ponte Alvalade – Cam. (26G/04H)	Diário	1982-1987	-	<u>0.65</u>	0.66	1988-1993	-	<u>0.62</u>	<u>0.68</u>	
		Mensal		-9.9	0.85	0.85		0.7	0.96	0.96	
	Ponte Alvalade - Sado (26G/05H)	Diário	1982-1987	-	<u>0.67</u>	0.68	1988-1993	-	<u>0.56</u>	<u>0.61</u>	
		Mensal		-	<u>0.5</u>	0.51	1994-1999	-	<u>0.5</u>	0.51	
		Diário		-25.5	<u>0.69</u>	0.75	1988-1993	-32.9	0.79	0.87	
		Mensal		-	<u>0.72</u>	0.73	1994-1999	-33.2	0.78	0.87	
	Torrão Alentejo (24H/03H)	Diário	1982-1987	-	<u>0.69</u>	0.7	1988-1993	-	<u>0.72</u>	0.73	
		Mensal		-	<u>0.54</u>	<u>0.56</u>	2004-2009	-	<u>0.54</u>	<u>0.56</u>	
		Diário		-35.8	0.76	0.87	1988-1993	-29.6	0.9	0.92	
		Mensal		-	<u>0.76</u>	0.88	2004-2009	-48.6	0.76	0.88	
RH7	Albernoa (26J/01H)	Diário	1982-1987	-	0.23	0.35	1988-1993	-	0.32	0.34	
		Mensal		-80.3	0.24	0.5		-63.6	0.75	0.89	
	Amieira (24L/01H)	Diário	1982-1987	-	<u>0.67</u>	0.84	1988-1993	-	0.48	<u>0.56</u>	
		Mensal		-	<u>0.79</u>	0.8	1995-2000	-	<u>0.79</u>	0.8	
		Diário		-30.7	<u>0.68</u>	0.91	1988-1993	-43.7	<u>0.64</u>	<u>0.78</u>	
		Mensal		-	<u>0.89</u>	0.93	1995-2000	-16.5	0.89	0.93	
	Ardila (Foz) (25M/01H)	Diário	1982-1987	-	0.7	0.74	1988-1993	-	0.7	0.8	
		Mensal		-13.7	0.67	0.73		2.4	0.97	0.97	
		Diário		-	<u>0.64</u>	<u>0.67</u>		1988-1993	-	0.47	0.47
		Mensal		-	<u>0.67</u>	<u>0.67</u>		1994-1999	-	<u>0.67</u>	<u>0.67</u>
	Monte Fortes (29I/01h)	Diário	1982-1987	-	<u>0.64</u>	0.86	1988-1993	-12.2	0.79	0.82	
		Mensal		-	<u>0.86</u>	0.86	1994-1999	-21.2	0.85	0.86	
		Diário		-	<u>0.61</u>	0.71	1988-1993	-	0.8	0.85	
		Mensal		-	<u>0.64</u>	<u>0.67</u>	2004-2009	-	<u>0.64</u>	<u>0.67</u>	
	Monte Pisão (19N/01H)	Diário	1982-1987	-	<u>0.61</u>	0.71	1988-1993	-	0.8	0.85	
		Mensal		-	<u>0.64</u>	<u>0.67</u>	2004-2009	-	<u>0.64</u>	<u>0.67</u>	
		Diário		-10.6	0.83	0.83	1988-1993	-2.4	0.99	0.99	
		Mensal		-	<u>0.73</u>	<u>0.75</u>	2004-2009	-9.9	0.73	<u>0.75</u>	
Oeiras (28K/02H)	Diário	1982-1987	-	<u>0.6</u>	<u>0.65</u>	1988-1993	-	<u>0.56</u>	<u>0.6</u>		
	Mensal		-	<u>0.56</u>	<u>0.6</u>	1996-2001	-	<u>0.56</u>	<u>0.57</u>		
	Diário		-31.1	0.7	0.83	1988-1993	-7.0	0.91	0.91		
	Mensal		-	<u>0.83</u>	0.86	1996-2001	-13.8	0.84	0.86		
Vendinha (23K/01H)	Diário	1982-1987	-	<u>0.68</u>	0.78	1988-1993	-	<u>0.68</u>	0.77		
	Mensal		-23.2	0.72	0.89		16.4	0.93	0.94		
RH8	Vidigal (30F/02H)	Diário	1982-1987	-	<u>0.6</u>	0.71	1988-1993	-	<u>0.62</u>	<u>0.63</u>	
		Mensal		-	<u>0.69</u>	0.72	1995-2000	-	<u>0.69</u>	<u>0.72</u>	
		Diário		43.9	0.76	0.86	1988-1993	12.9	0.9	0.92	
		Mensal		-	<u>0.86</u>	0.86	1995-2000	27.1	0.8	0.88	

Modelação de impactes | Recursos hídricos e agrofloresta

Calibração | Validação do EPIC



N	Aproveitamento Hidroagrícola	Bacia Hidrográfica	Origem da água (Albufeiras)
1	Macedo de Cavaleiros	Douro	Azibo
2	Cova da Beira	Douro	Sabugal
2	Cova da Beira	Tejo	Meimoa
3	Divor	Tejo	Divor
4	Vale do Sorraia	Tejo	Maranhão
4	Vale do Sorraia	Tejo	Montargil
5	Minutos	Tejo	Minutos
6	Idanha-a-Nova	Tejo	Idanha
7	Baixo Mondego	Mondego	Mondego
8	Campilhas e Alto Sado	Sado	Monte da Rocha
8	Campilhas e Alto Sado	Sado	Fonte Serne
8	Campilhas e Alto Sado	Sado	Campilhas
8	Campilhas e Alto Sado	Sado	Monte Gato
8	Campilhas e Alto Sado	Sado	Monte Migueis ⁹
9	Mira	Mira	Santa Clara
10	Odivelas	Sado	Odivelas
11	Roxo	Sado	Roxo
12	Vale do Sado	Sado	Pêgo do Altar
12	Vale do Sado	Sado	Vale do Gaio
13	Alqueva (EFMA)	Guadiana	Alqueva
14	Caia	Guadiana	Caia
15	Luçefecit	Guadiana	Luçefecit
16	Sotavento Algarvio	Guadiana	Beliche
16	Sotavento Algarvio	Guadiana	Odeleite
17	Vigia	Guadiana	Vigia
18	Alvor	Odeáxere	Bravura
19	Silves Lagoa e Portimão	Arade	Arade
19	Silves Lagoa e Portimão	Arade	Funcho

Modelação de impactes | Recursos hídricos e agrofloresta

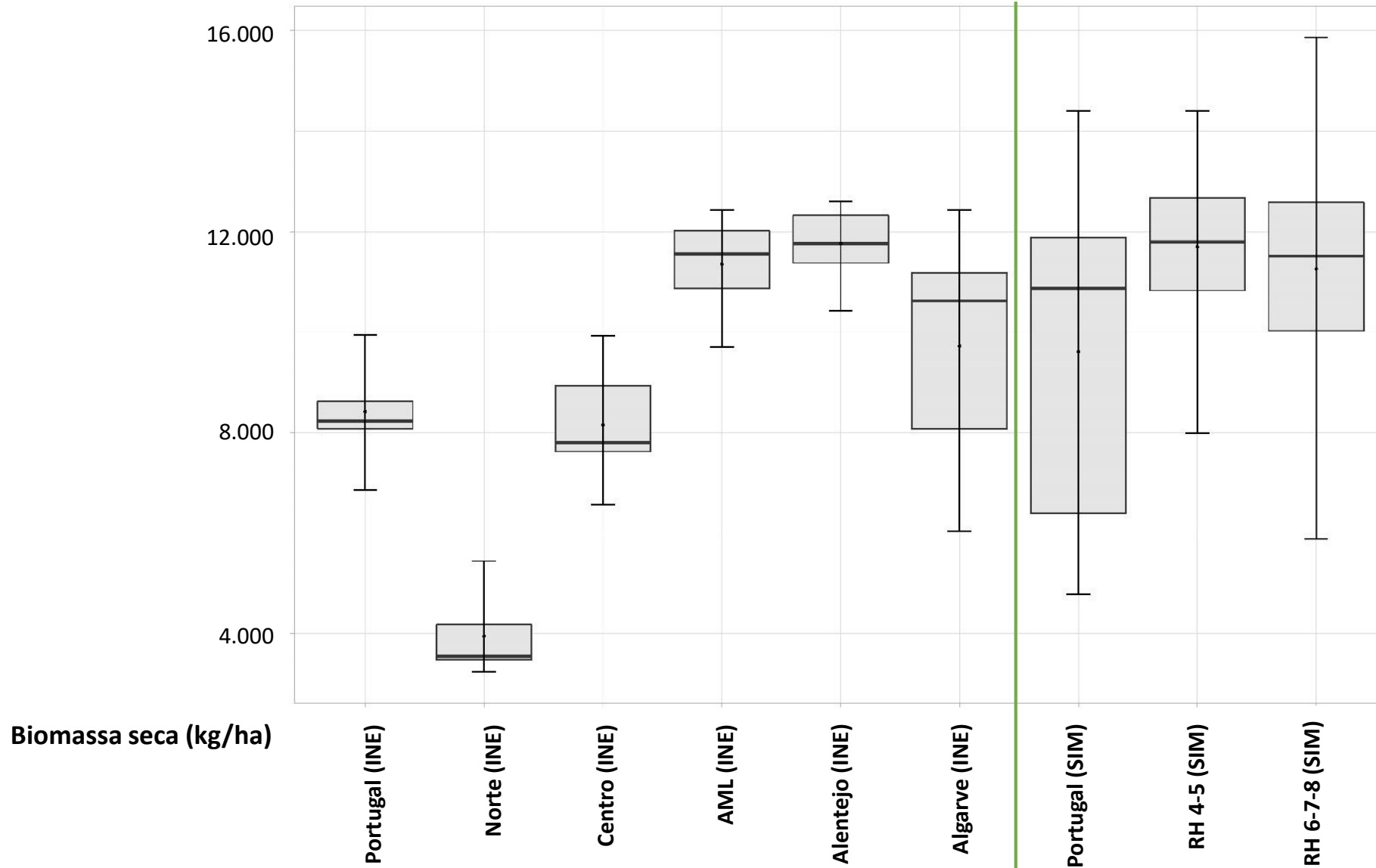
Calibração | Validação do EPIC

N	Culturas Irrigadas	N	Culturas de Sequeiro
1	Amendoeira	1	Amendoeira
2	Batata	2	Batata
3	Vinha	3	Vinha
4	Olival	4	Olival
5	Milho	5	Prado
6	Milho forrageiro	6	Trigo
7	Sorgo	7	Pastagens
8	Golfe	8	Matos
9	Feno	9	Montado
10	Alface	10	Carvalho
11	Couve	11	Floresta mediterrânica
12	Laranjal	12	Eucaliptal
13	Arroz	13	Pinheiro
14	Morango	14	Floresta densa
15	Girassol	15	Vegetação esclerofila
16	Tomate		
17	Maça		

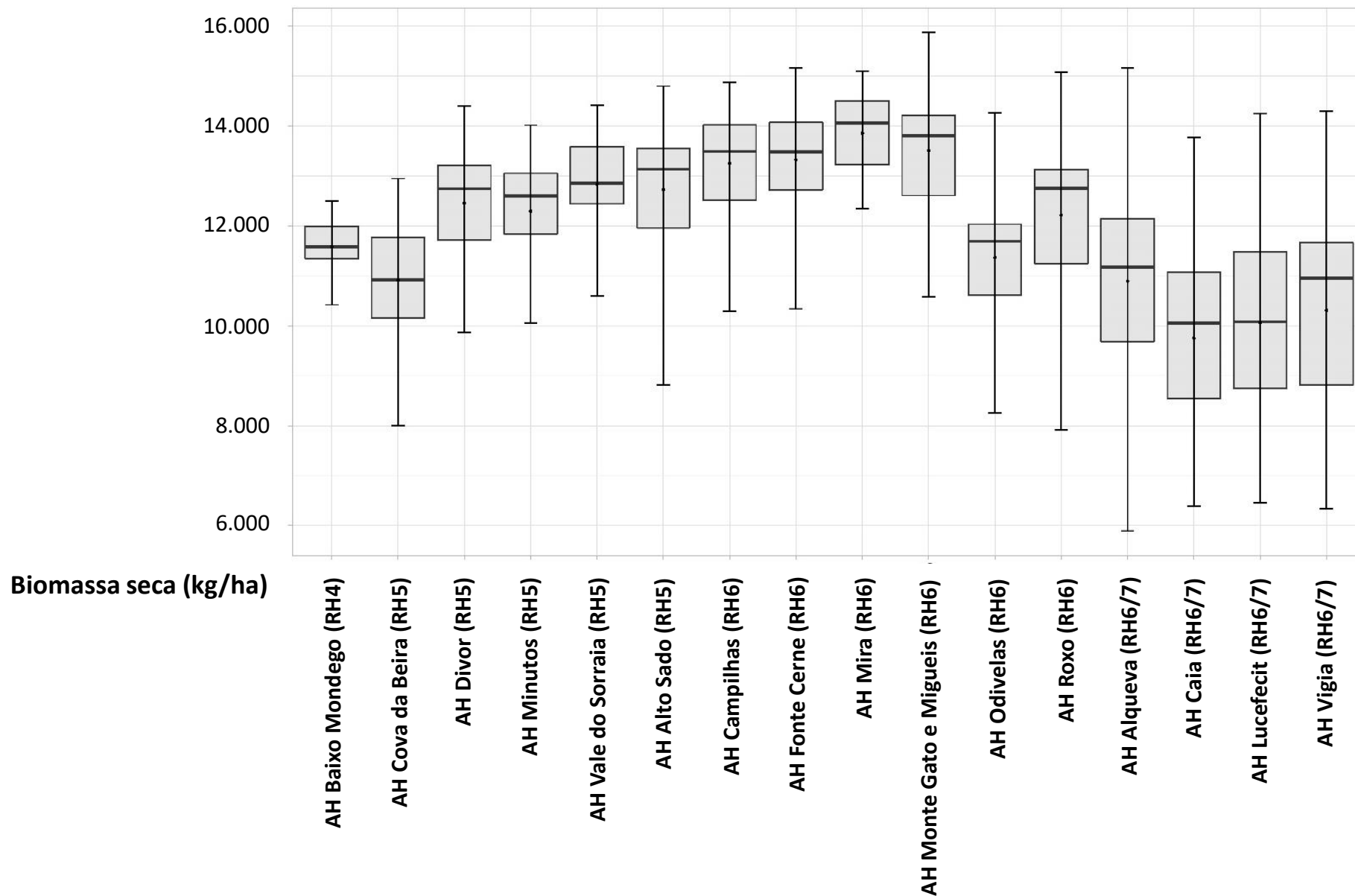


Modelação de impactes | Recursos hídricos e agrofloresta

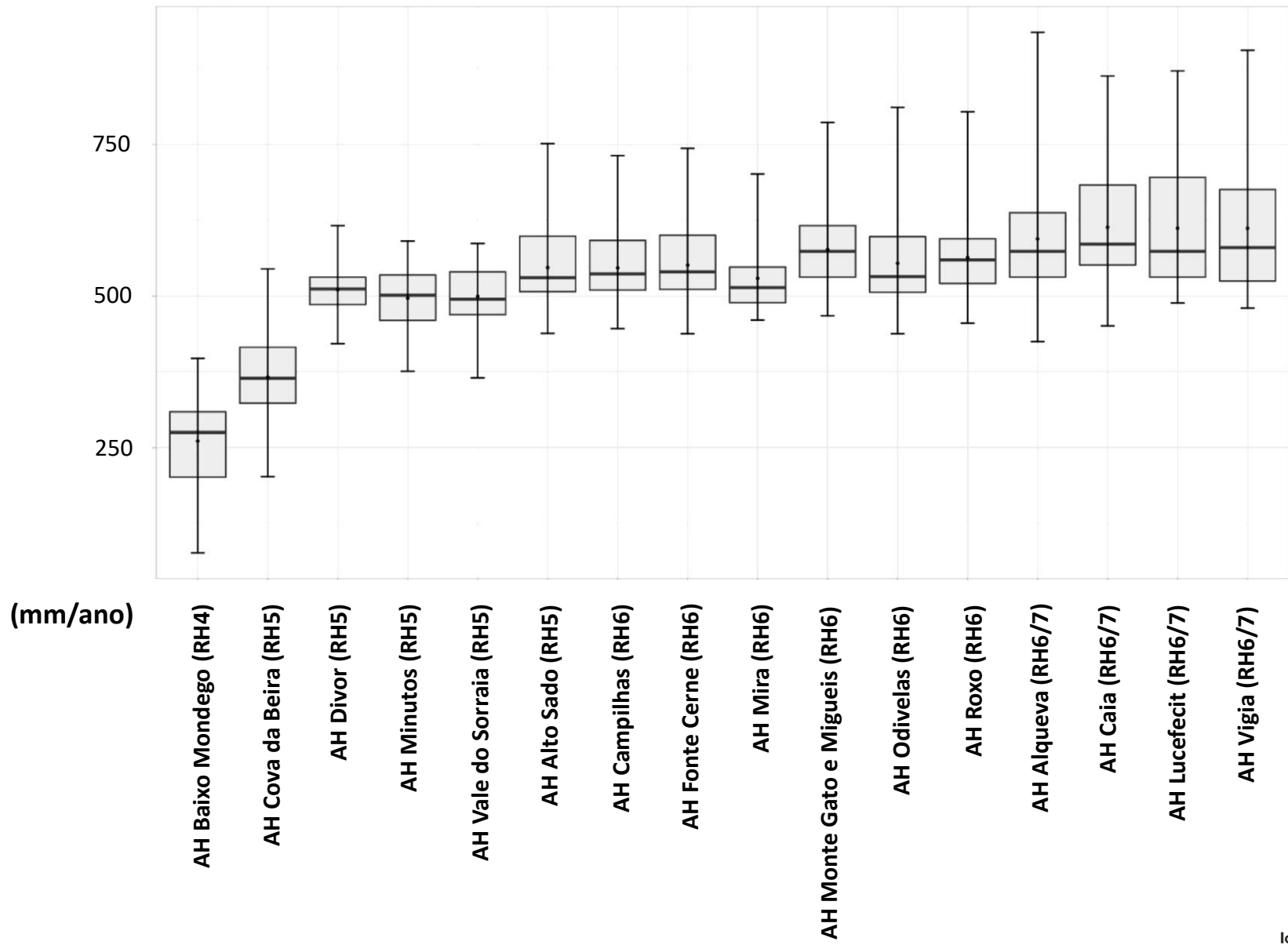
Milho | Calibração (produtividade)



Modelação de impactes | Recursos hídricos e agrofloresta



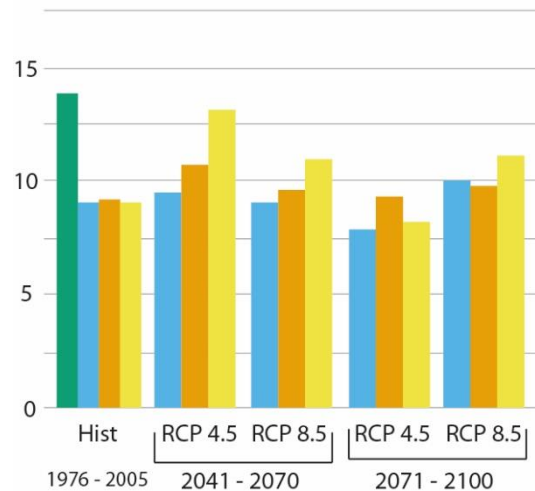
Modelação de impactes | Recursos hídricos e agrofloresta



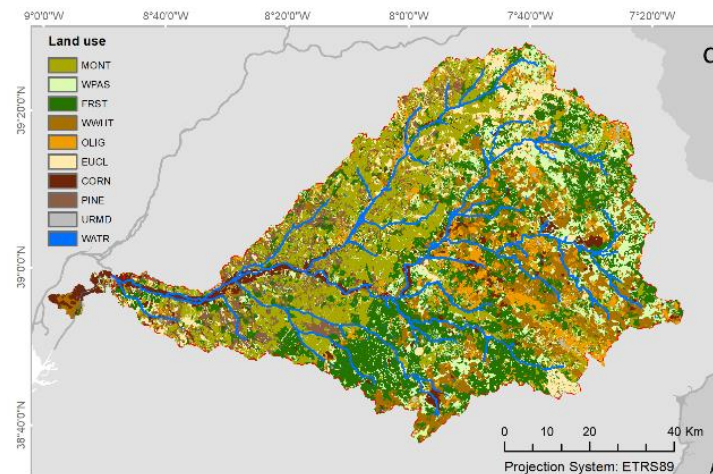
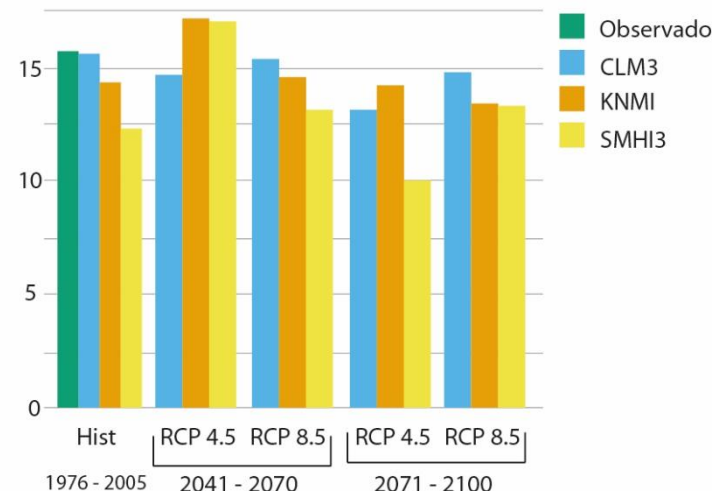
Modelação de impactes | Recursos hídricos e agrofloresta

Resultados preliminares (Barragens)

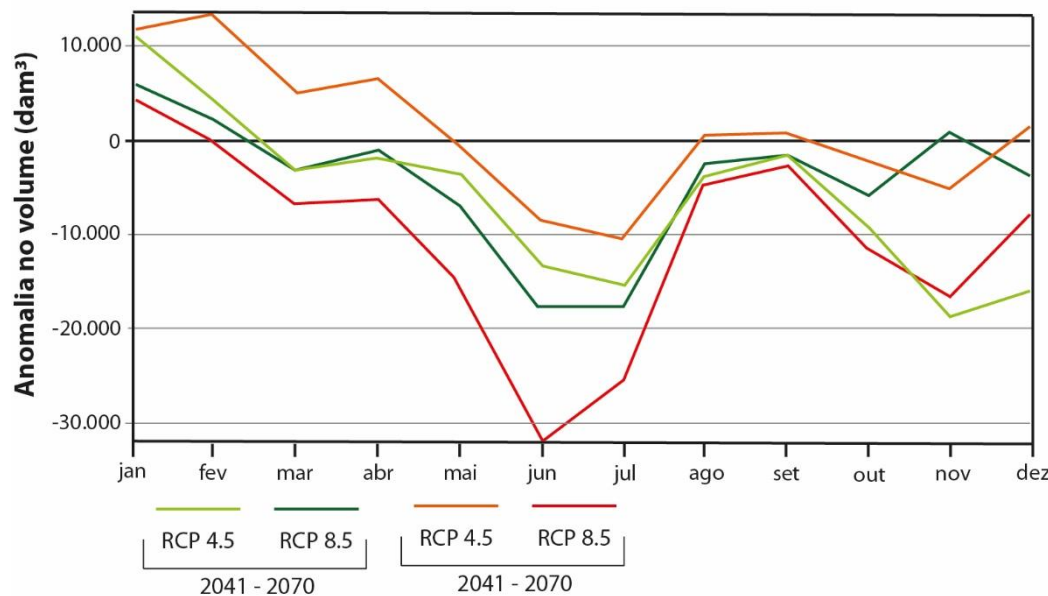
Barragem do Maranhão [WEI %]



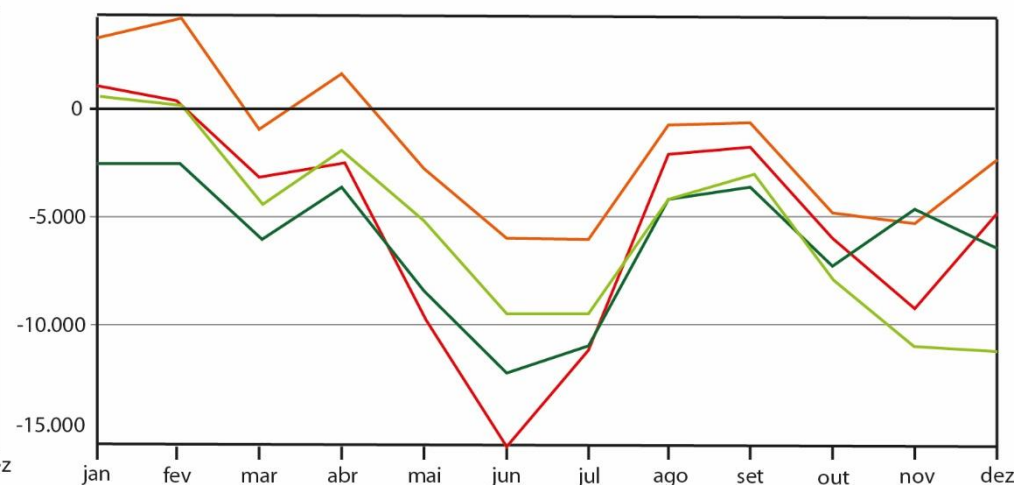
Barragem de Montargil [WEI %]



Barragem do Maranhão [Anomalias]

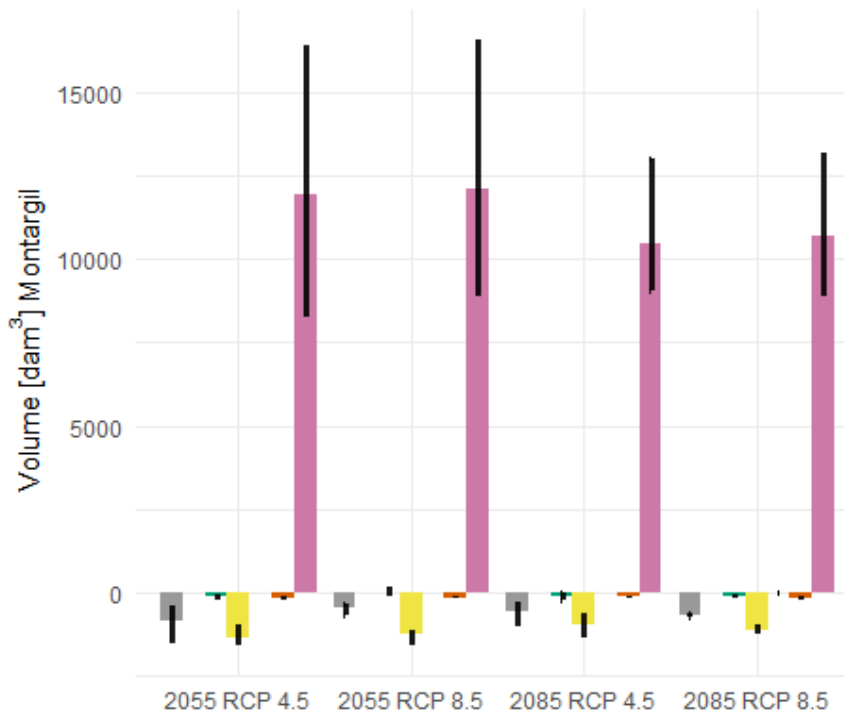
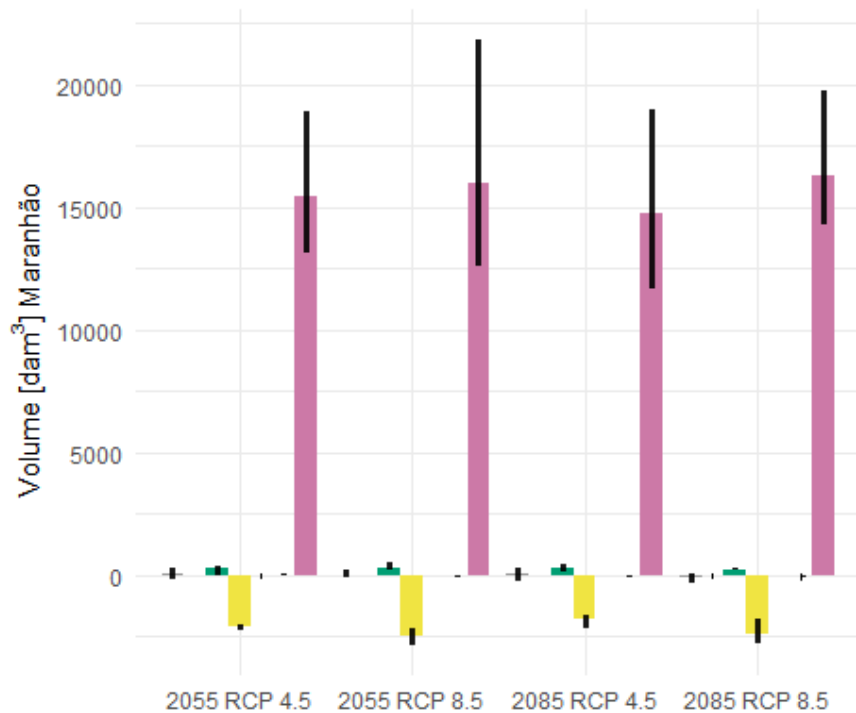


Barragem de Montargil [Anomalias]



Modelação de impactes | Recursos hídricos e agrofloresta

- Barreiras ao escoamento
- Canais de escoamento com vegetação
- Recuperação de galerias ripícolas
- Criação de bacias de retenção
- Aplicação de Mulching
- Rega de precisão
- Pastagens permanentes



Science of The Total Environment
Supports open access

14.1 | 10.754
CiteScore | Impact Factor



Iceland
Liechtenstein
Norway grants



REPÚBLICA PORTUGUESA
AMBIENTE E
AÇÃO CLIMÁTICA

Muito obrigado pela atenção

Equipa [Recursos Hídricos e Agrofloresta]



Luís Dias
(Recursos hídricos)
(Líder da Tarefa)



Franciane Santos
(Recursos hídricos)



Sílvia Carvalho
(Recursos hídricos)



João Pedro Nunes
(Recursos hídricos)



Esther van der Laan
(Recursos hídricos)



Daniela Lima
(Alterações climáticas)



Filipe Duarte Santos
(Alterações climáticas)



Pedro Matos Soares
(Alterações climáticas)
(Líder do projeto)

Consultores Externos [SWAT+ developers]



Nancy B. Sammons



Jeffrey Arnold