

UC.PT

I Seminário da Rede Incêndios-Solo e
I Simpósio Ibero-Afro-Americano de
Riscos



RISCO DE INTRUSÃO SALINA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - GESTÃO INTEGRADA DE ÁGUA SUBTERRÂNEAS



**Henrique Carvalho, Carita Ponte, Nuno Veloso,
Edite Reis, Pedro Coelho & Manuela Moreira da Silva**

Faro - 05 de novembro, 2015



Introdução

Necessidade de se definirem estratégias de Gestão Integrada da Água que garantam a água necessária à população.

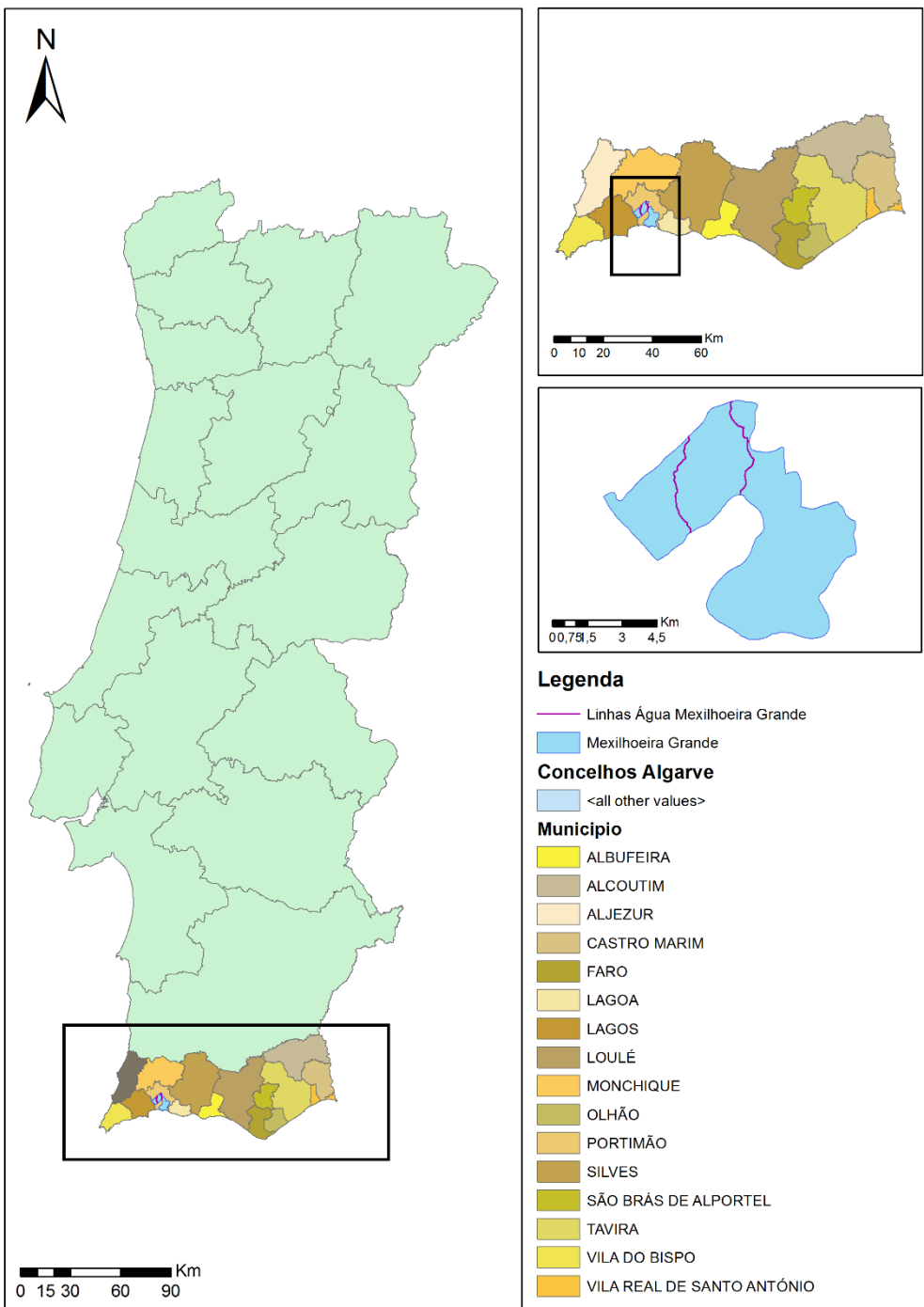
considerando

as origens da água para os diversos usos

promovendo **usos eficientes**

...no cenário atual de **conjuntura sócio-económica** difícil!

...numa situação de grande proximidade ao mar...**Intrusão salina?**



UC.PT

I Seminário da Rede Incêndios-Solo e
I Simpósio Ibero-Afro-Americano de
Riscos



Carvalho H., Ponte C., Veloso N., Reis E., Coelho P. & Moreira da Silva M.

Faro - 05 de novembro, 2015

Sistema Aquífero Mexilhoeira Grande

➡ Principal uso atual - rega agrícola

....numerosos pedidos de licenciamento para novas captações.

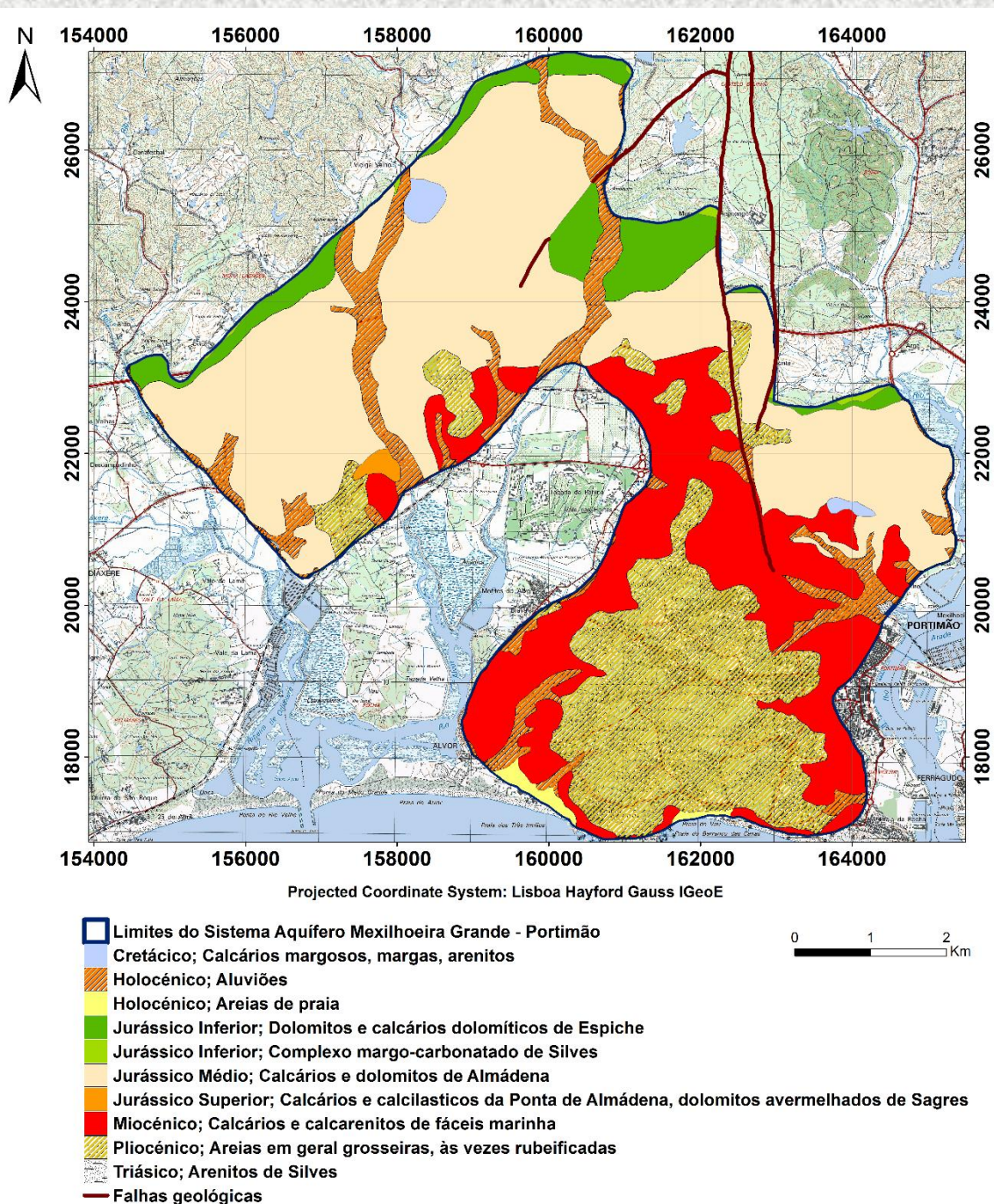
➡ Entidades gestoras dos recursos

hídricos: definir e utilizar critérios que,

asseguem a conservação dos

aquíferos mas que, permitam o

desenvolvimento sustentável.



UC.PT

I Seminário da Rede Incêndios-Solo e
I Simpósio Ibero-Afro-Americano de
Riscos



Carvalho H., Ponte C., Veloso N., Reis E., Coelho P. & Moreira da Silva M.
Faro - 05 de novembro, 2015

Sistema Aquífero Mexilhoeira Grande

caraterísticas de multi-aquífero
tipo cársico e poroso,
de livre a confinado,
com áreas de massa de 51,71 km² e
de drenagem de 130,58 km²



Objetivos Gerais

...Sistema Aquífero da Mexilhoeira Grande

- 👉 análise crítica da evolução nos últimos 30 anos
- 👉 considerados 3 cenários futuros assumindo o aumento da extração de água para rega agrícola e para rega de novos espaços verdes urbanos.



Objetivos Específicos

➔ atualizar informação relativa ao **Sistema Aquífero da Mexilhoeira Grande:**

- *caracterização dos **usos do solo;**
- ***consumos de água;**
- ***níveis piezométricos e balanço hídrico;**
- ***qualidade da água e evidências de intrusão salina.**

Metodologia

UC.PT

I Seminário da Rede Incêndios-Solo e
I Simpósio Ibero-Afro-Americano de
Riscos



Carvalho H., Ponte C., Veloso N., Reis E., Coelho P. & Moreira da Silva M.
Faro - 05 de novembro, 2015

-Caracterização dos Usos do Solo

***ortofotomapas**

***fotointerpretação**

-Georreferenciação das captações de água com base nos

pedidos de licenciamento criou-se uma nova base de dados, georreferenciando-se

todos os pedidos de licenciamento do Concelho de Portimão, existentes até ao momento na APA-ARHAlgarve, correspondendo a 485 requerimentos para novas captações (furos e poços).

Posteriormente, foram selecionados as captações incluídas dentro da área do aquífero, correspondentes a 180 captações

Metodologia

UC.PT

I Seminário da Rede Incêndios-Solo e
I Simpósio Ibero-Afro-Americano de
Riscos



Carvalho H., Ponte C., Veloso N., Reis E., Coelho P. & Moreira da Silva M.

Faro - 05 de novembro, 2015

- Estimativa da Quantidade de Água do Aquífero Utilizada nos diversos usos do solo

$$A = B \times C$$

A = Volume de água extraída (m³/ano)

B = Área relativa a cada uso do solo (ha)

C = Dotações de rega (m³/ha/ano)

☞ dotação de rega, de acordo com PGBHRA e Dec. Reg. 12/2002 de 9 de março, para cada tipo de cultura agrícola...



Metodologia

- *Determinação dos Níveis Piezométricos*

- * dados através da rede de monitorização dos níveis da água subterrânea da APA-ARHAlgarve
- * criaram-se mapas de isopiezas
- * gráficos de níveis piezómetros
- ☞ de forma a **analisar a evolução temporal da piezometria**

Metodologia

UC.PT

I Seminário da Rede Incêndios-Solo e
I Simpósio Ibero-Afro-Americano de
Riscos



Carvalho H., Ponte C., Veloso N., Reis E., Coelho P. & Moreira da Silva M.
Faro - 05 de novembro, 2015

- *Qualidade da Água*

- *dados da APA-ARHAlgarve dos últimos 30 anos

- *amostragem entre setembro e novembro de 2014, em 61 captações representativas do aquífero

- ☞ parâmetros de **qualidade da água indicadores de**

- intrusão salina:** cloretos, condutividade, sulfatos

- pressão agrícola:** nitratos

...acrescidos de pH, temperatura, alguns iões metálicos e alcalinidade.

Metodologia

UC.PT

I Seminário da Rede Incêndios-Solo e
I Simpósio Ibero-Afro-Americano de
Riscos



Carvalho H., Ponte C., Veloso N., Reis E., Coelho P. & Moreira da Silva M.
Faro - 05 de novembro, 2015

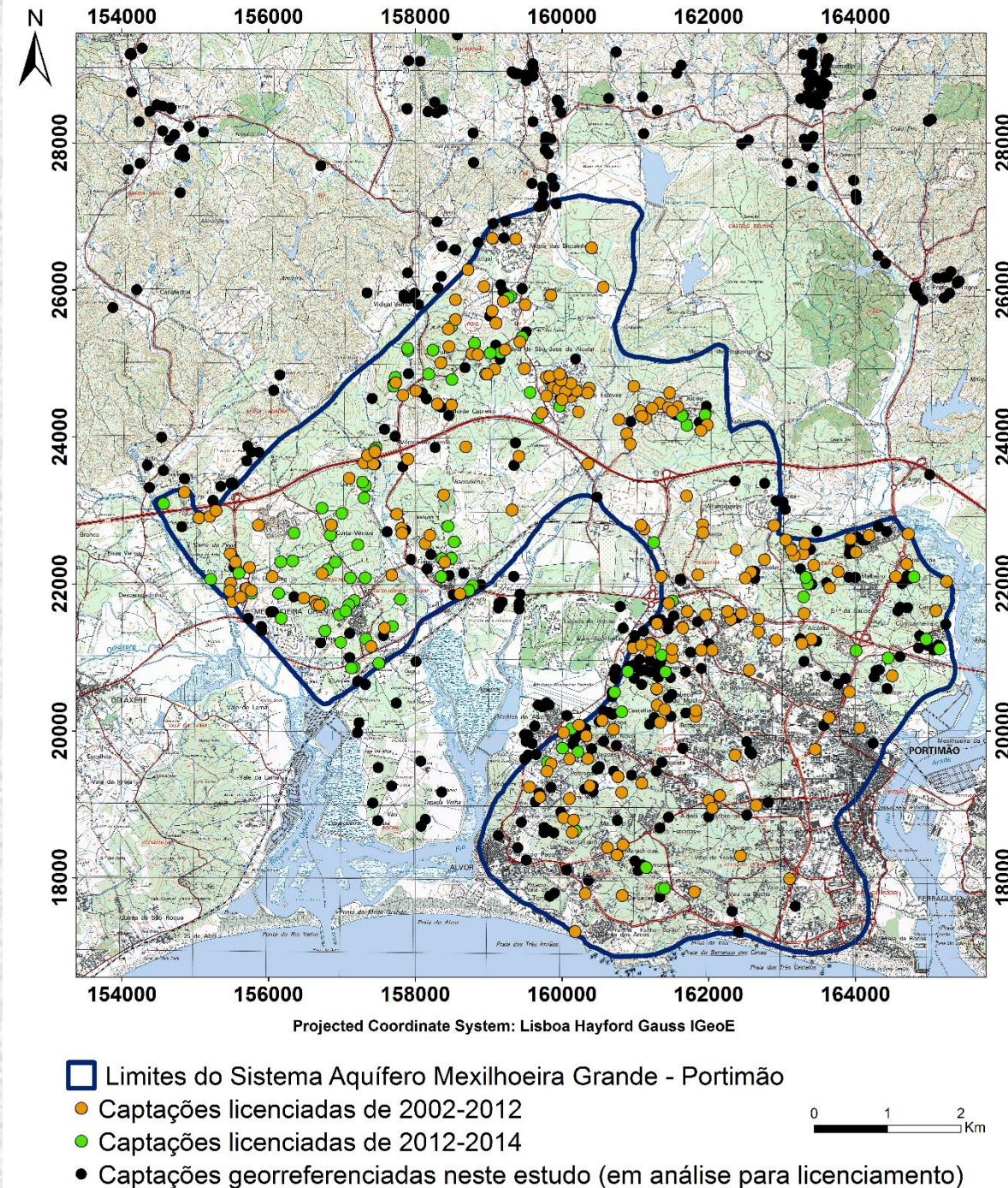
Metodologias analíticas laboratoriais

Ensaio	Unidade	Metodologia	Referência Bibliográfica ou Normativa
Bicarbonatos	mg/L HCO_3^-	Titulometria (2320 B)	A.D. Eaton et al, 2005
Cloretos	mg/L Cl^-	Titulometria (4500 Cl^- B)	A.D. Eaton et al, 2005
Condutividade a 20 °C	mS/cm	Eletrometria (2510 B)	A.D. Eaton et al, 2005
Nitratos NP	mg/L NO_3^{2-}	Espectrometria de Absorção Molecular	NP 4338-1:1996
Nitratos SMEWW	mg/L NO_3^{2-}	Espectrometria de Absorção Molecular (4500- NO_3 B)	A.D. Eaton et al, 2005
Sulfatos	mg/L SO_4^{2-}	Espectrometria de Absorção Molecular (7.49.2)	J. Rodier, 2009

Resultados

Distribuição Geográfica das Captações

👉 180 novas captações no Sistema Aquífero Mexilhoeira Grande



Resultados

UC.PT

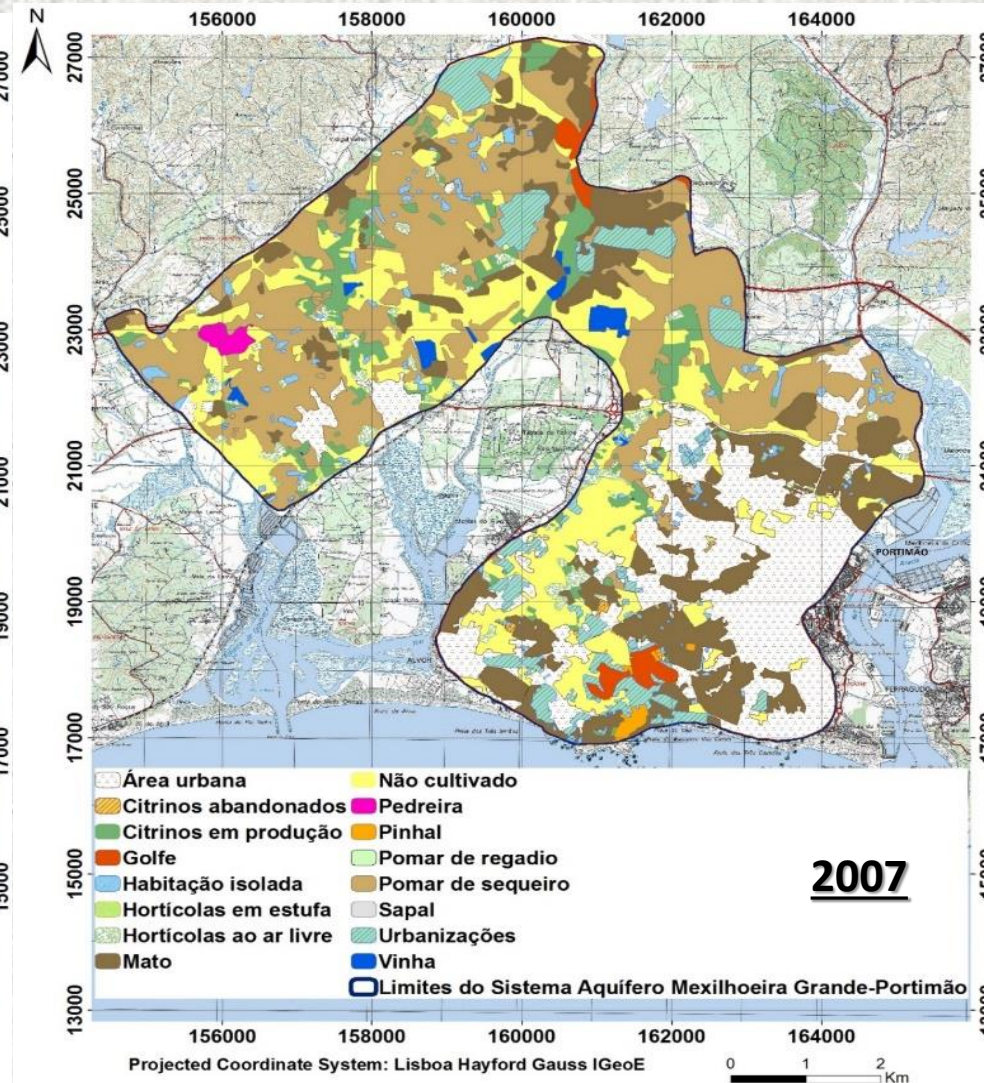
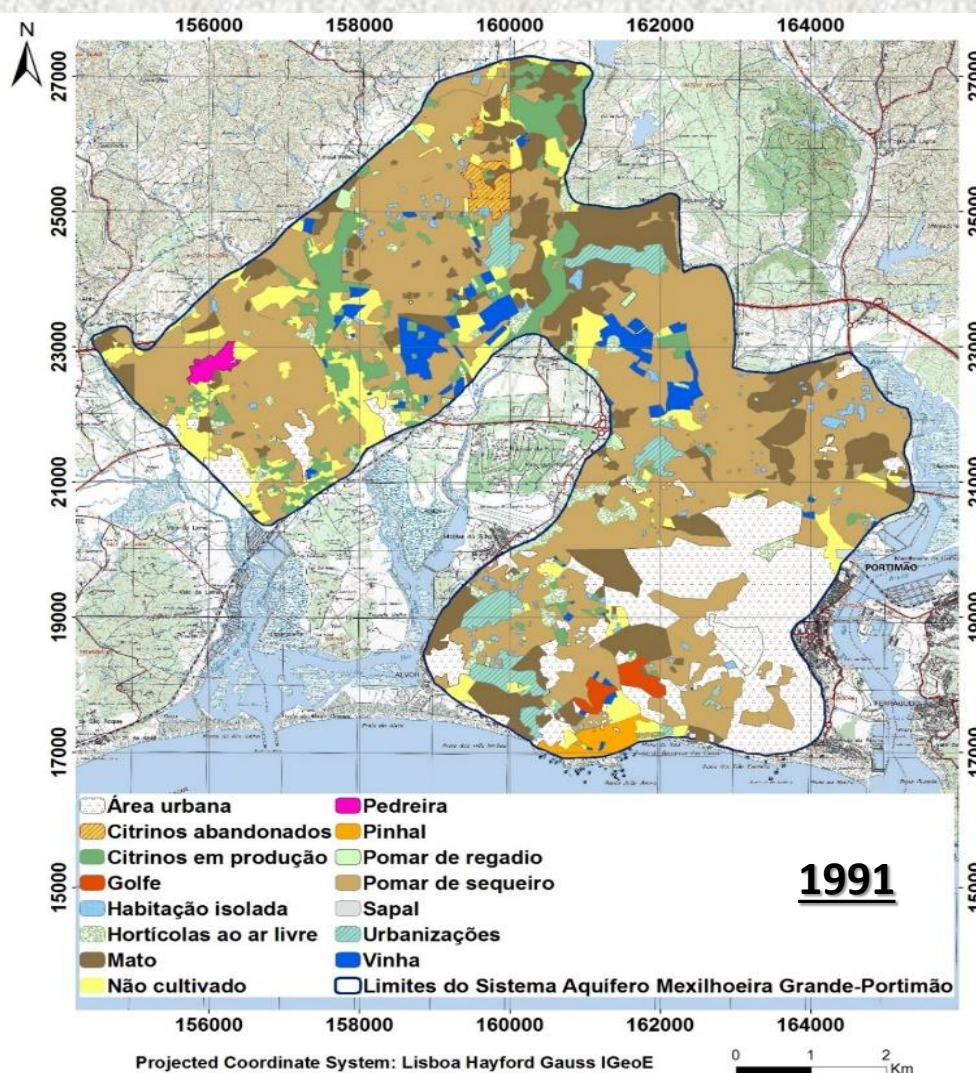
I Seminário da Rede Incêndios-Solo e
I Simpósio Ibero-Afro-Americano de
Riscos



Carvalho H., Ponte C., Veloso N., Reis E., Coelho P. & Moreira da Silva M.

Faro - 05 de novembro, 2015

Classificação dos Usos do Solo por Fotointerpretação



De 1991 a 2007
...15 classes de
usos do solo
área não regada
70 % para 55%

área urbana
16% para 21%

área regada
13% para 12%

Resultados

UC.PT

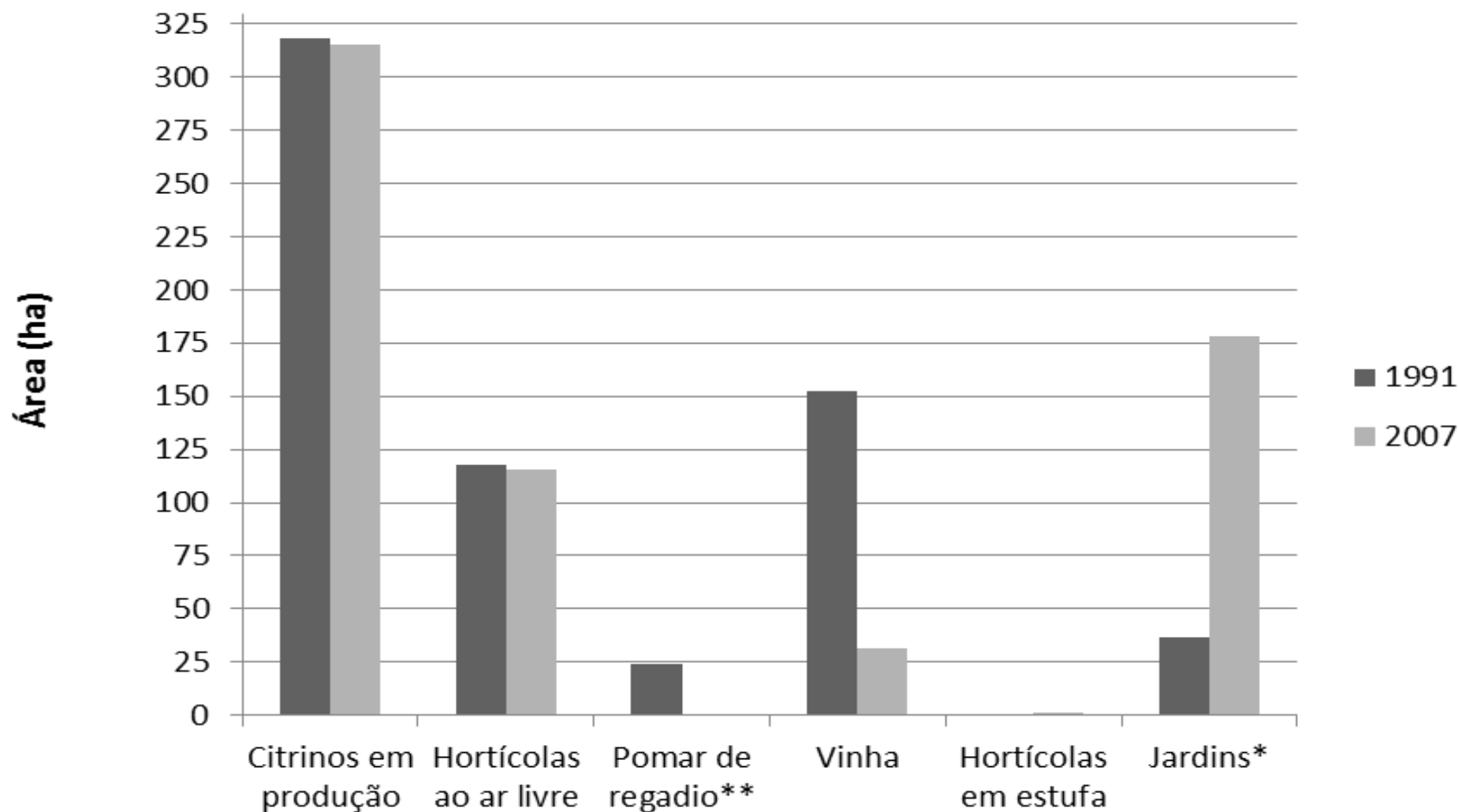
I Seminário da Rede Incêndios-Solo e
I Simpósio Ibero-Afro-Americano de
Riscos



Carvalho H., Ponte C., Veloso N., Reis E., Coelho P. & Moreira da Silva M.

Faro - 05 de novembro, 2015

Áreas regadas ocupadas pelos diversos usos do solo no aquífero



* Em Jardins incluem-se os jardins relativos a Habitação isolada e Urbanizações

** Em Pomar de Regadio incluem-se pomares de espécies diversas excluindo-se os Citrinos.

Resultados

UC.PT

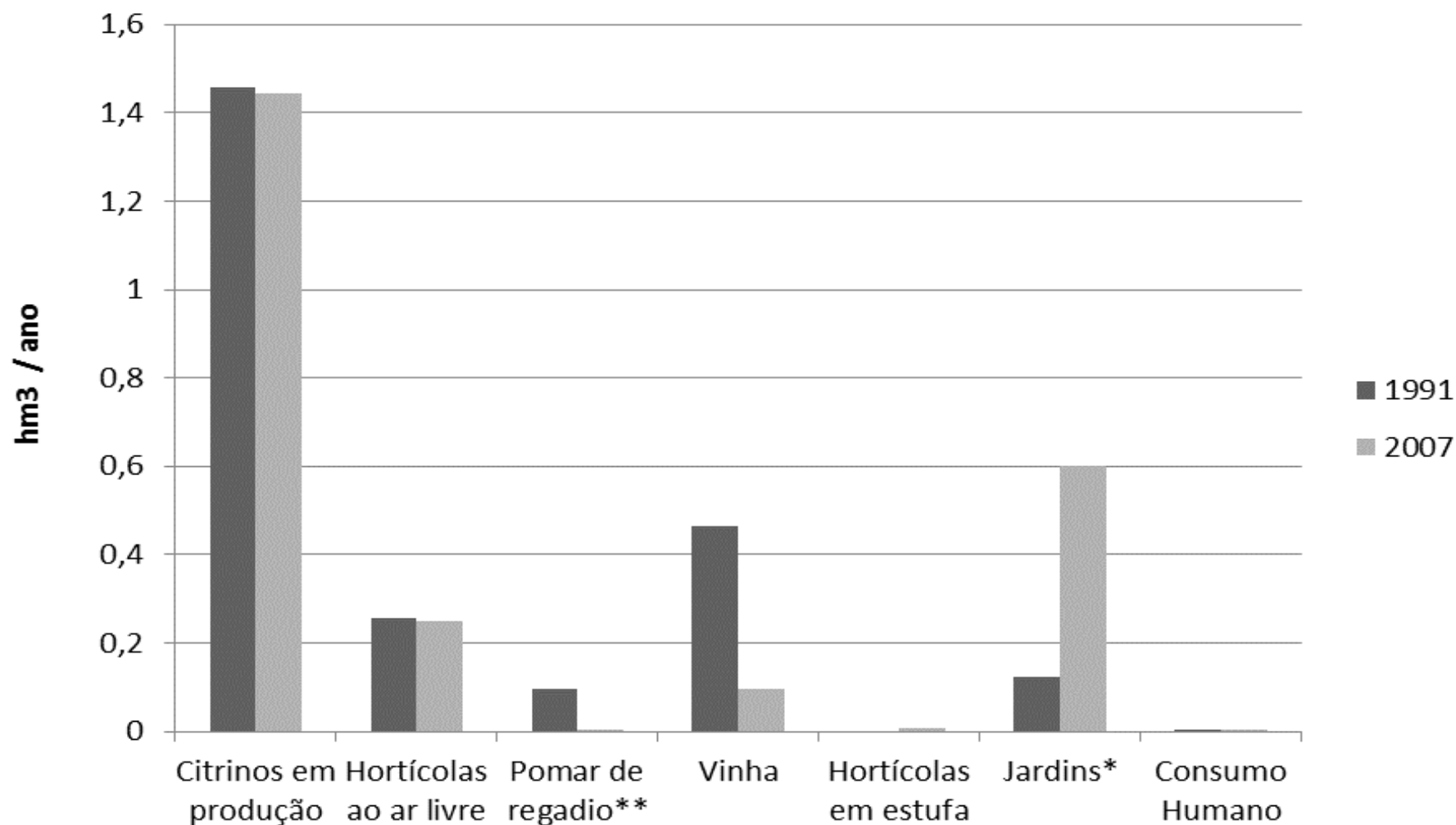
I Seminário da Rede Incêndios-Solo e
I Simpósio Ibero-Afro-Americano de
Riscos



Carvalho H., Ponte C., Veloso N., Reis E., Coelho P. & Moreira da Silva M.

Faro - 05 de novembro, 2015

Volumes de água captada (estimados) para os diferentes usos do solo

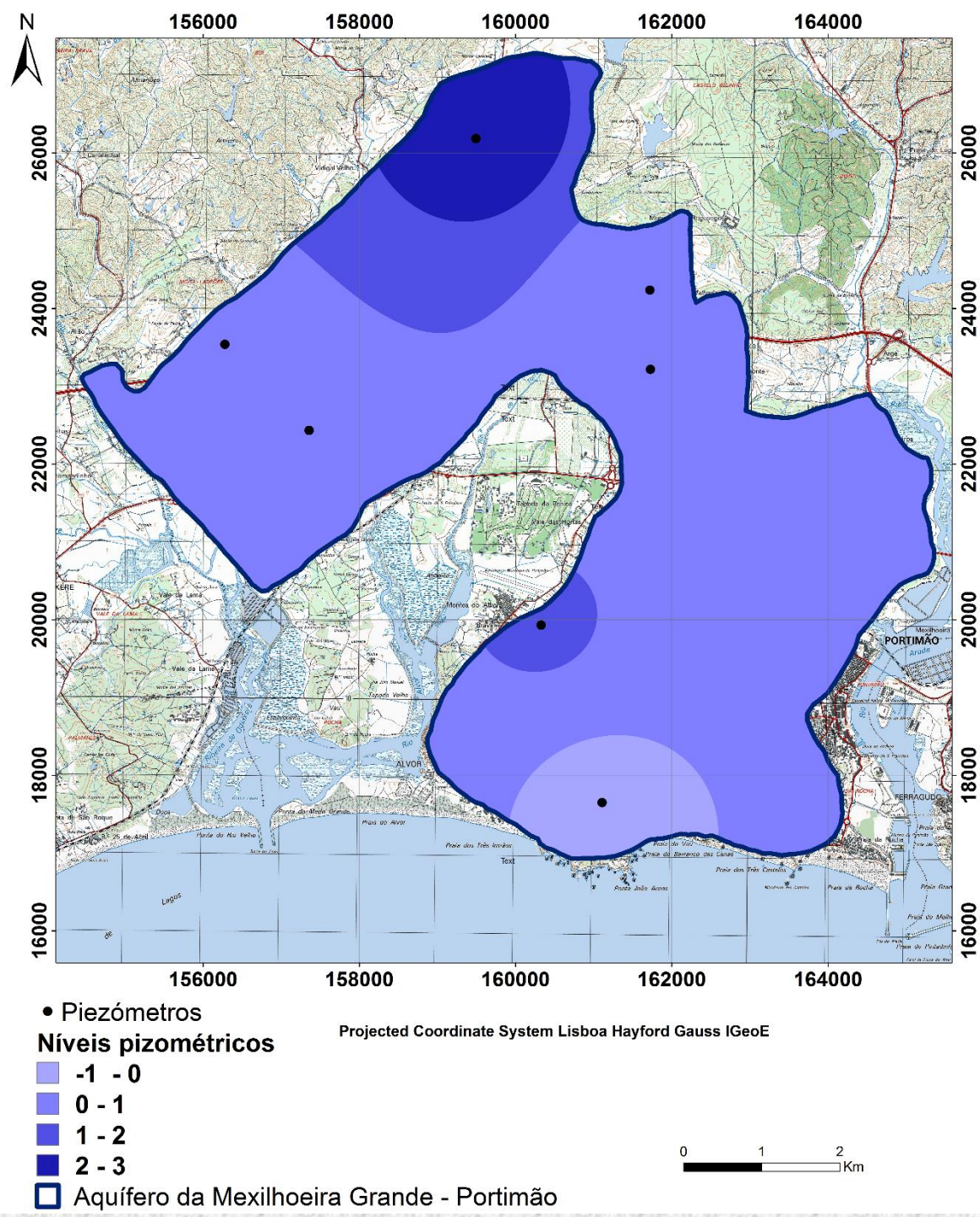


Citrinos em produção
é a responsável pela
**maior pressão
extrativa do aquífero**

1991: 2º maior
consumo foi com Vinha

2007: 2º maior
consumo foi com
Jardins

**Mantém-se Hortícolas
ao Ar Livre...**



Carvalho H., Ponte C., Veloso N., Reis E., Coelho P. & Moreira da Silva M.
Faro - 05 de novembro, 2015

Resultados

Níveis Piezométricos

Os níveis piezométricos deste sistema aquífero são mais baixos na zona litoral, no Pliocénico, onde se apresentam negativos, o que pode indicar a existência de um avanço da interface água doce - água salgada e consequente a salinização das águas. Na zona norte do sistema aquífero é onde se verificam níveis piezométricos mais elevados. De referir também que o gradiente hidráulico é muito baixo.

Fig. - Isopiezas do Sistema Aquífero Mexilhoeira Grande, outubro de 2012.

Resultados

UC.PT

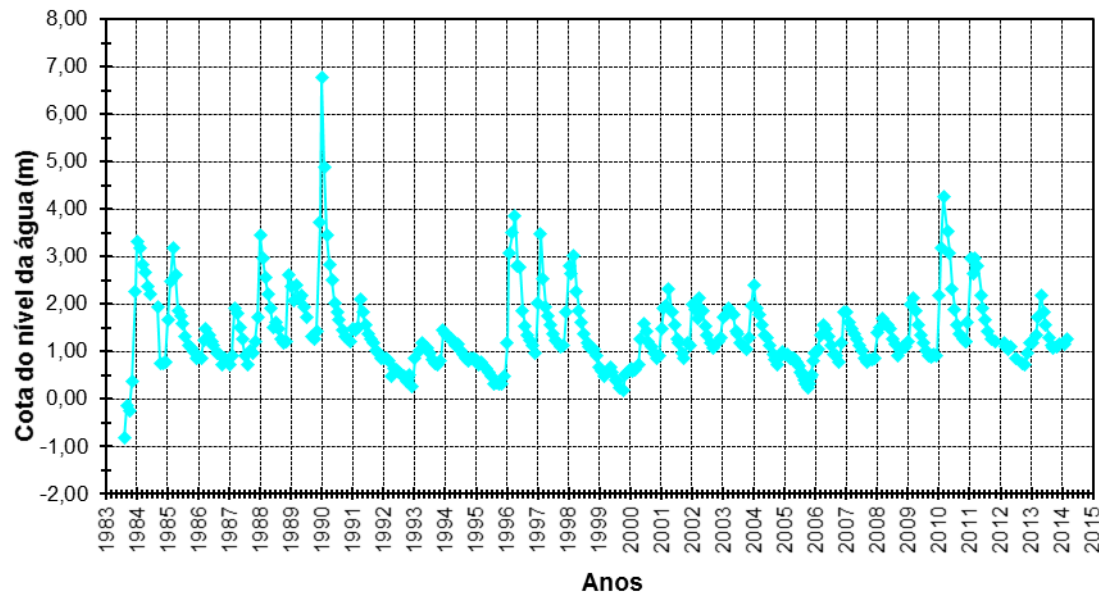
I Seminário da Rede Incêndios-Solo e
I Simpósio Ibero-Afro-Americano de
Riscos



Carvalho H., Ponte C., Veloso N., Reis E., Coelho P. & Moreira da Silva M.
Faro - 05 de novembro, 2015

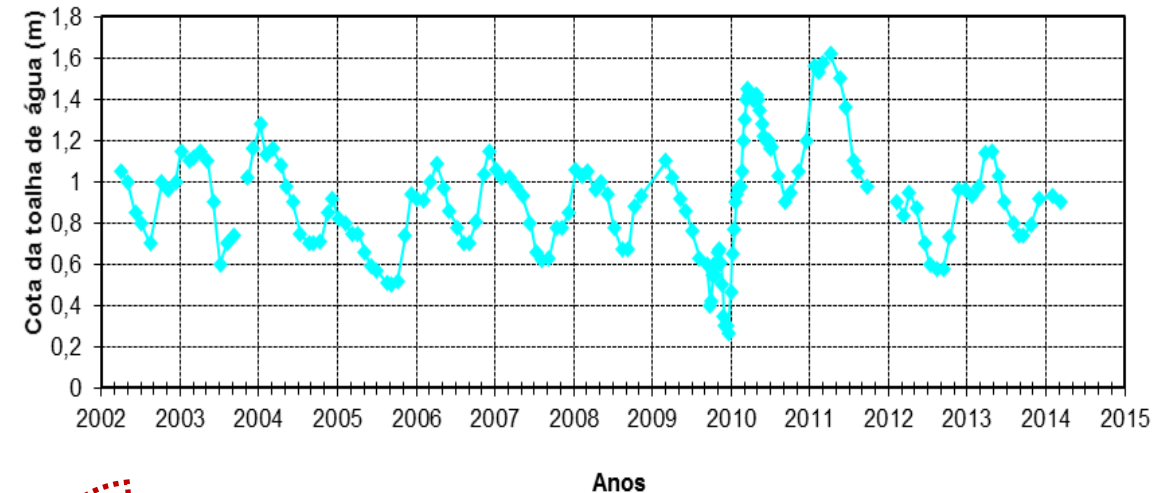
Evolução do nível piezométrico nos pontos 594/095 e 594/56

594/095 - Mexilhoeira Grande



- amplitudes de variação inter anuais até 6 m
- rápidas subidas no período húmido
- descidas acentuadas no período seco
- ...fraca capacidade de armazenamento nesta zona do sistema

594/56 - Donalda



- amplitude de variação inter anual sempre inferior a 1,8 m
- variação mais lenta
- ...maior capacidade de armazenamento do sistema aquífero nesta zona

Resultados

Balanço Hídrico

UC.PT

I Seminário da Rede Incêndios-Solo e
I Simpósio Ibero-Afro-Americano de
Riscos



Carvalho H., Ponte C., Veloso N., Reis E., Coelho P. & Moreira da Silva M.

Faro - 05 de novembro, 2015

Sistema Aquífero Mexilhoeira Grande		PGBHRA	Este estudo
*Disponível: 11,05 hm ³ /ano		(2012)	(2014)
Extrações (hm ³ /ano)	Conhecida	0,67	1,36
	Estimada	1,82	2,40
Balanços Hídricos (hm ³ /ano)	Conhecido	10,38	9,69
	Estimado	9,23	8,65

Balanço Hídrico
em ambos os
casos é muito
positivo!

**a recarga estimada em 11,55 hm³/ano e descargas para os ecossistemas aquáticos e 0,50 hm³/ano (PGBHRA, 2012)*

Resultados

Qualidade da Água

UC.PT

I Seminário da Rede Incêndios-Solo e
I Simpósio Ibero-Afro-Americano de
Riscos



Carvalho H., Ponte C., Veloso N., Reis E., Coelho P. & Moreira da Silva M.
Faro - 05 de novembro, 2015

Parâmetro/Período	1987-2012			2014 n = 61 captações para todos os parâmetros		
	Mínimo	Média	Máximo	Mínimo	Média	Máximo
Cloretos (mg/L) n = 132 captações	27	347	1882	52	346	2828
Condutividade (µS/cm) n = 65 captações	420	1948	5100	510	1560	8419
Nitratos (mg/L) n = 44 captações	0,1	29,2	200	4	34,9	144
Sulfatos (mg/L) n = 48 captações	4,3	58,4	531	8	75,9	530
Bicarbonatos (mg/L) n = 40 captações	150	383	510	162	353	464

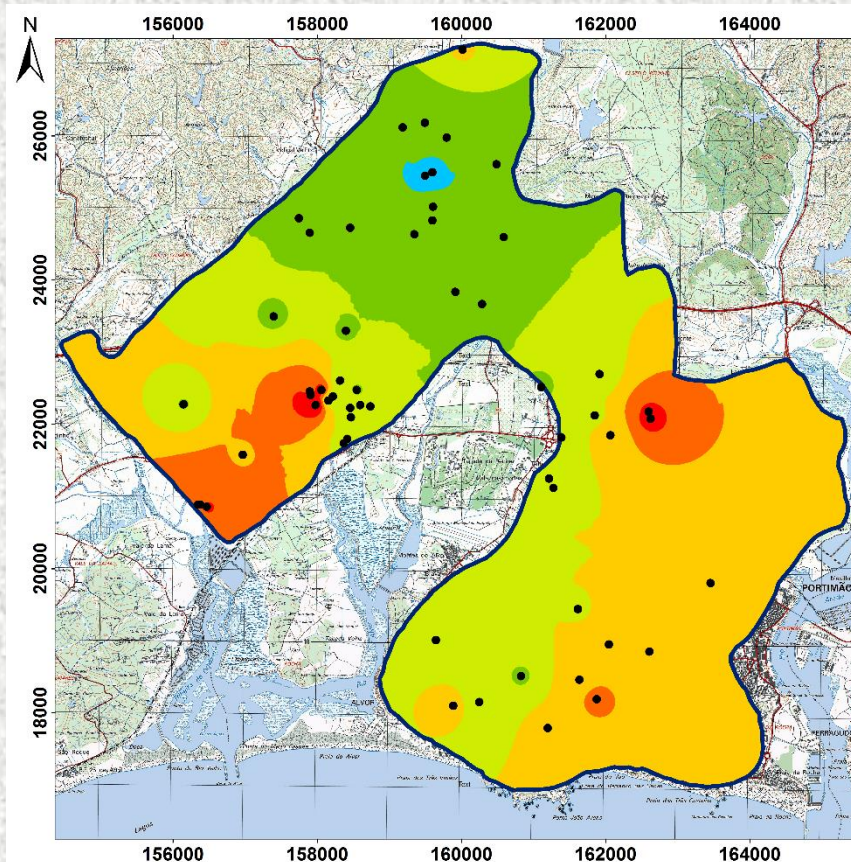
Resultados

Qualidade da Água - Cloretos

UC.PT
I Seminário da Rede Incêndios-Solo e
I Simpósio Ibero-Afro-Americano de
Riscos



Carvalho H., Ponte C., Veloso N., Reis E., Coelho P. & Moreira da Silva M.
Faro - 05 de novembro, 2015

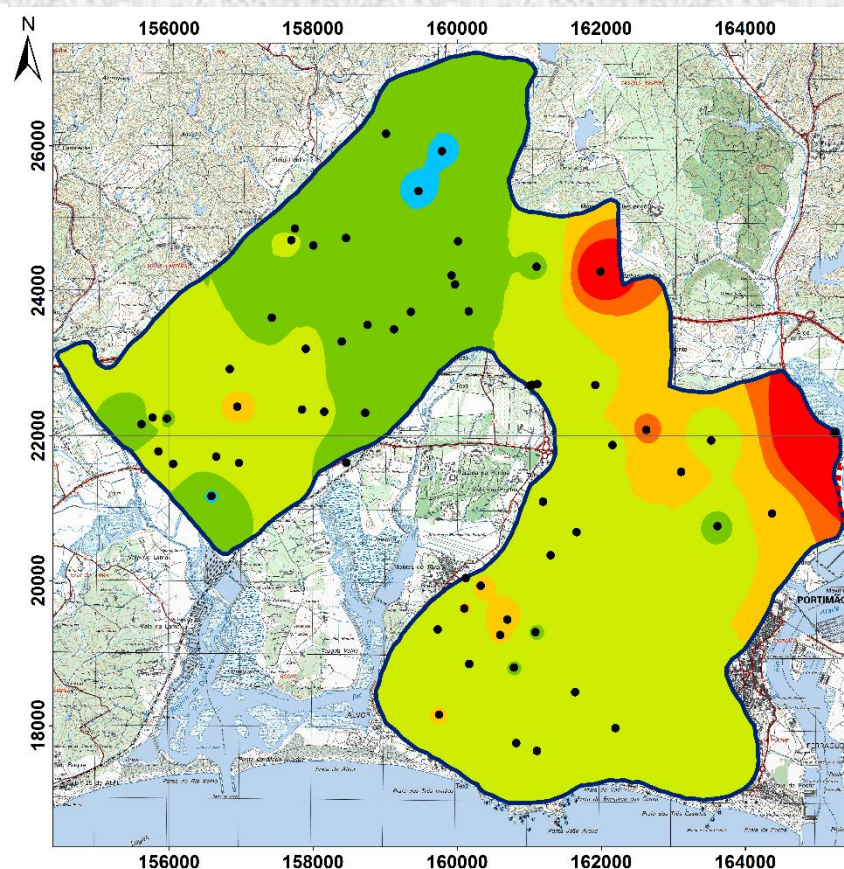


- Captações
- Cloretos (mg/L)
- < 70
- 70 - 200
- 200 - 500
- 500 - 750
- 750 - 1000
- > 1000

□ Aquífero da Mexilhoeira Grande - Portimão

1981

0 1 2 Km



- Captações
- Cloretos (mg/L)
- < 70
- 70 - 200
- 200 - 500
- 500 - 750
- 750 - 1000
- > 1000

□ Aquífero da Mexilhoeira Grande - Portimão

2014

0 1 2 Km

Intrusão Salina?

Resultados

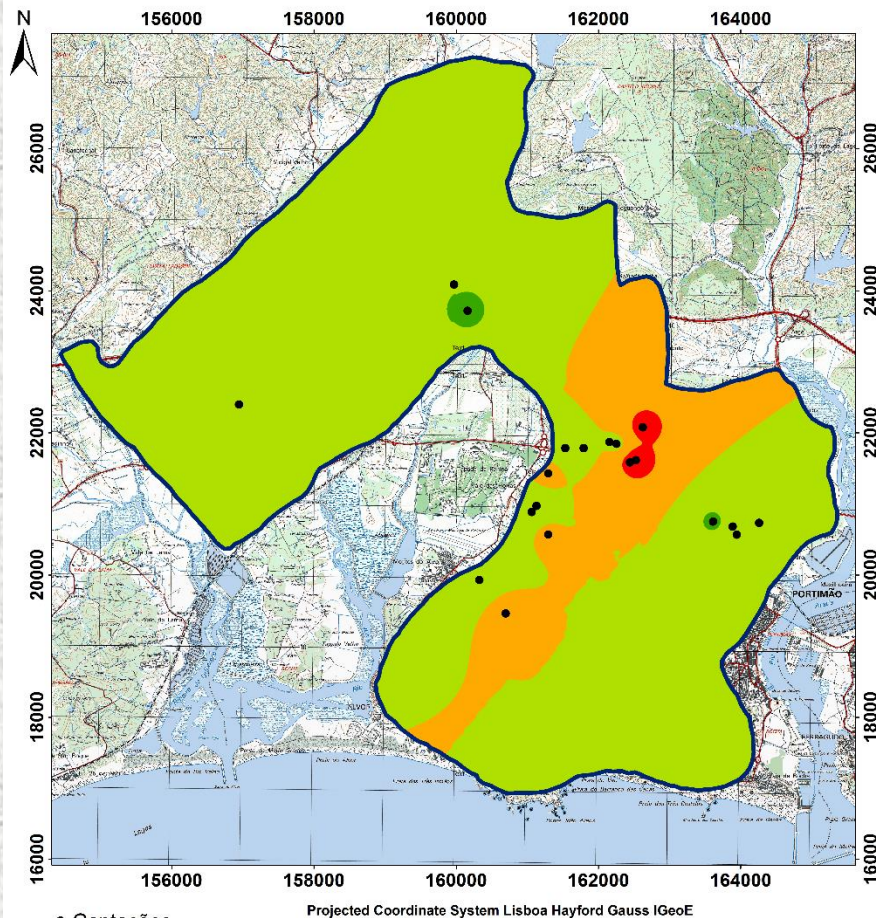
Qualidade da Água - Condutividade

UC.PT

I Seminário da Rede Incêndios-Solo e
I Simpósio Ibero-Afro-Americano de
Riscos

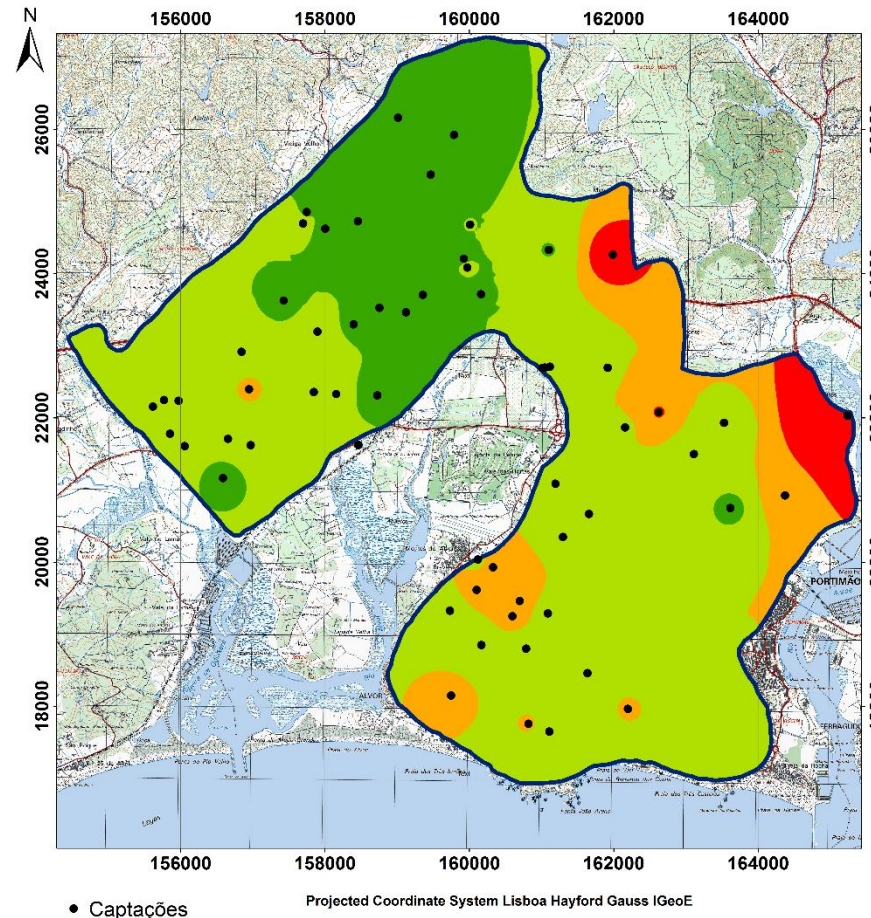


Carvalho H., Ponte C., Veloso N., Reis E., Coelho P. & Moreira da Silva M.
Faro - 05 de novembro, 2015



• Captações
Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
■ < 1000
■ 1000 - 2000
■ 2000 - 3000
■ > 3000
□ Aquífero da Mexilhoeira Grande - Portimão

2009



• Captações
Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
■ < 1000
■ 1000 - 2000
■ 2000 - 3000
■ > 3000
□ Aquífero da Mexilhoeira Grande - Portimão

2014

Distribuição espacial e evolução temporal dos valores da semelhante às observadas nos CI-

Riscos de salinização para os solos agrícolas, desde baixo ($< 750 \mu\text{S}/\text{cm}$)

médio (750 a $1500 \mu\text{S}/\text{cm}$)

alto (1500 a $3000 \mu\text{S}/\text{cm}$)

muito alto ($> 3000 \mu\text{S}/\text{cm}$)

(Varennnes, 2003)

Resultados

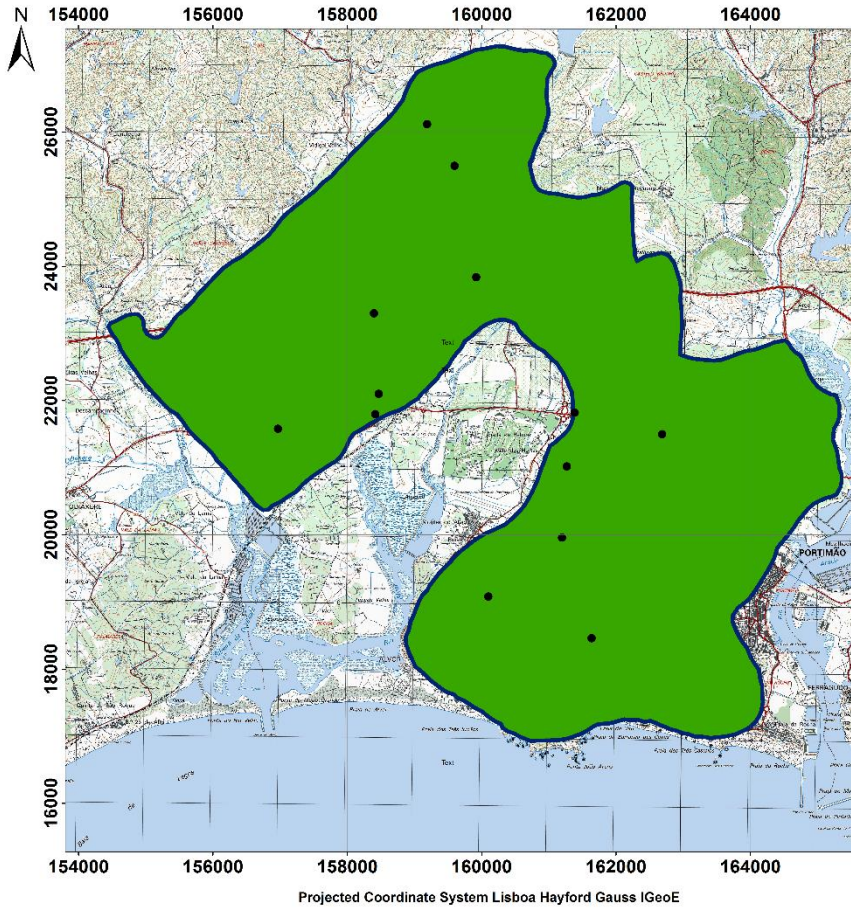
Qualidade da Água - Sulfatos

UC.PT

I Seminário da Rede Incêndios-Solo e
I Simpósio Ibero-Afro-Americano de
Riscos



Carvalho H., Ponte C., Veloso N., Reis E., Coelho P. & Moreira da Silva M.
Faro - 05 de novembro, 2015

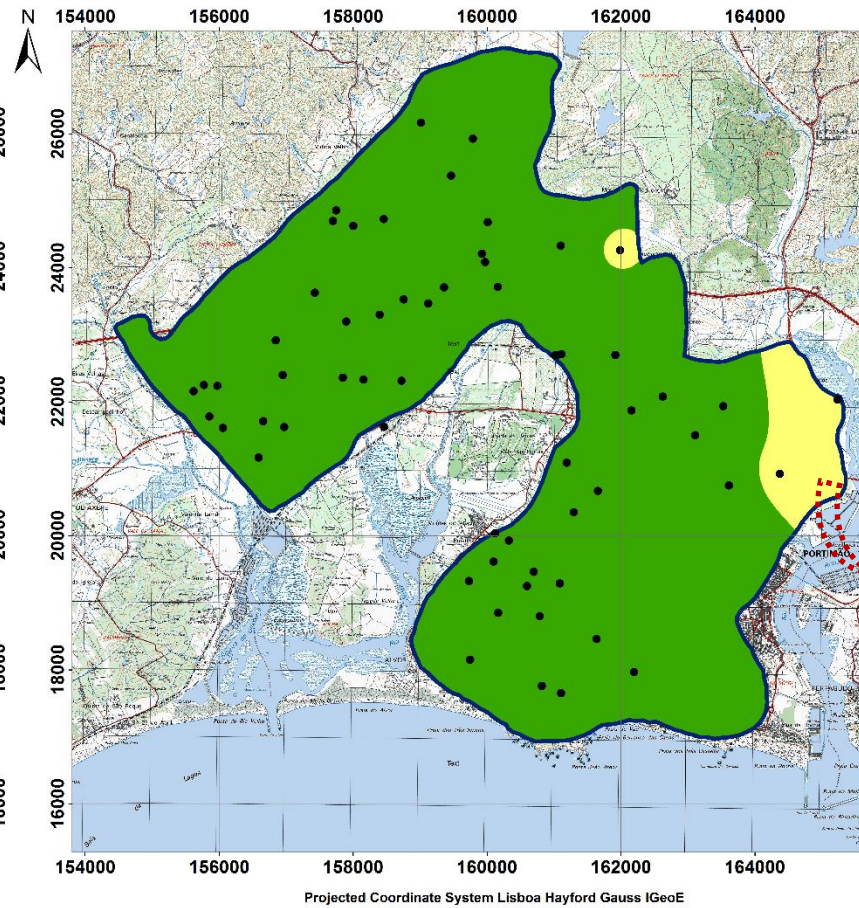


Projected Coordinate System Lisboa Hayford Gauss IGeoE

1981

- Captações
- Aquífero da Mexilhoeira Grande - Portimão
- Sulfatos (mg/L)
- 4 - 150

0 1 2 Km



Projected Coordinate System Lisboa Hayford Gauss IGeoE

2014

- Captações
- Aquífero da Mexilhoeira Grande - Portimão
- Sulfatos (mg/L)
- 4 - 150
- 150 - 250

0 1 2 Km

Tal como nos Cloretos...

Intrusão Salina!

Resultados

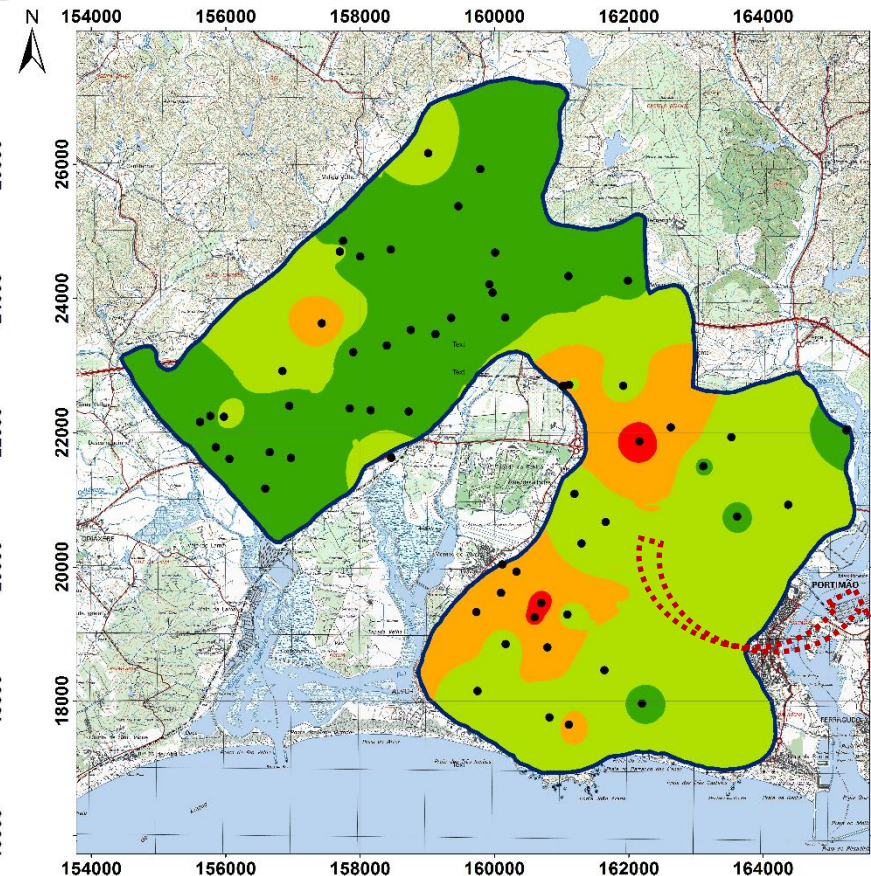
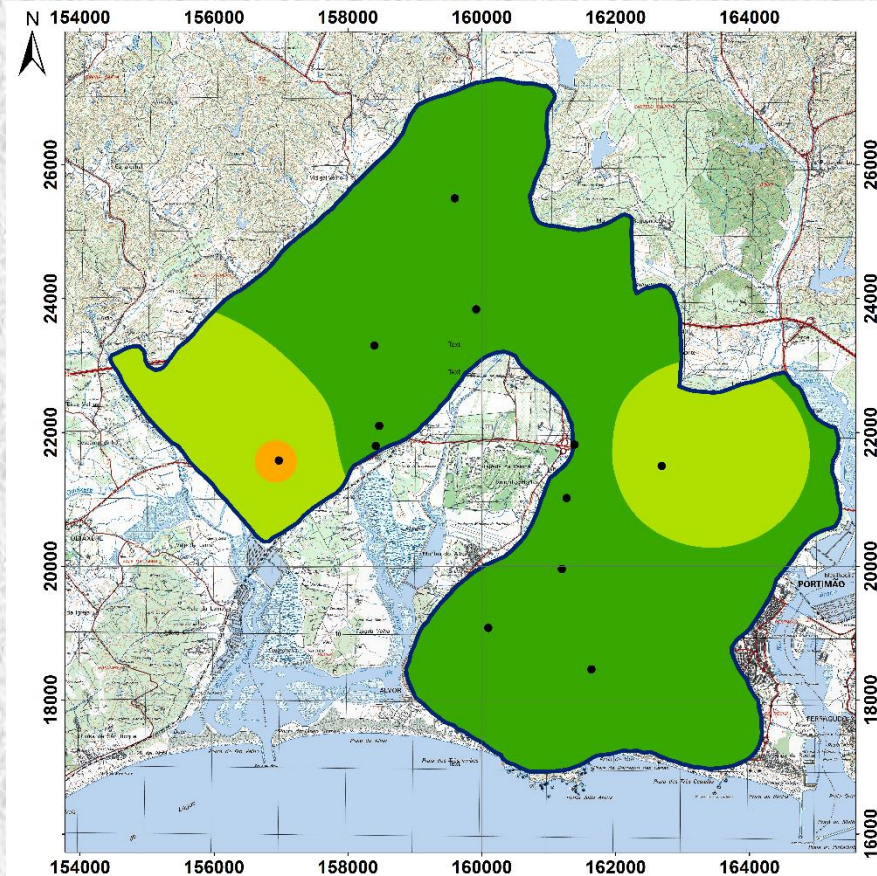
Qualidade da Água - Nitratos

UC.PT

I Seminário da Rede Incêndios-Solo e
I Simpósio Ibero-Afro-Americano de
Riscos



Carvalho H., Ponte C., Veloso N., Reis E., Coelho P. & Moreira da Silva M.
Faro - 05 de novembro, 2015



**Aumento da pressão agrícola...nestas
zonas do aquífero!**

Fertilização de Jardins?

Resultados



Qualidade da Água -Bicarbonatos

... indicadoras da alcalinidade da água constituindo uma informação importante para a compreensão da sua composição química.

Quando água deste sistema aquífero é utilizada para rega, deve ser verificado caso a caso, nomeadamente atendendo à espécie cultivada, se é necessário efetuar-se uma acidificação prévia

[Bicarbonatos] < 520 mg/L, caso contrário há risco de precipitação de cálcio e magnésio levando à salinização dos solos agrícolas (A. Varennes, 2003).

Resultados

UC.PT

I Seminário da Rede Incêndios-Solo e
I Simpósio Ibero-Afro-Americano de
Riscos



Carvalho H., Ponte C., Veloso N., Reis E., Coelho P. & Moreira da Silva M.
Faro - 05 de novembro, 2015

Futura Utilização da Água deste Sistema Aquífero...

Cenário A - Se toda a área não regada (não cultivada, mato e pomar de sequeiro) for utilizada para citrinos com dotação de rega de $4500 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{ano}$;

Cenário B - Se toda a área, classificada como Reserva Agrícola Nacional (RAN) for utilizada para citrinos com dotação de rega de $4500 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{ano}$;

Cenários C - Se os espaços não ocupados na área urbana de Portimão forem utilizados para-espaços verdes, com dotação de rega equivalente a jardins.

Dentro destes cenários considerou-se ainda,

Cenário C1: todos os espaços não ocupados vão ser utilizados para jardins;

Cenário C2: 50% dos espaços não ocupados vão ser utilizados para jardins;

Cenário C3: 25% dos espaços não ocupados vão ser utilizados para jardins.

Cenário A	Extrações Estimadas (hm³/ano)	16,72	NÃO!
	Balanço Hídrico (hm³/ano)	-5,67	
Cenário B	Extrações Estimadas (hm³/ano)	4,58	
	Balanço Hídrico (hm³/ano)	6,47	
Cenários C	C1		
	Extrações Estimadas (hm³/ano)	3,94	
	Balanço Hídrico (hm³/ano)	7,11	
	C2		
	Extrações Estimadas (hm³/ano)	1,97	
	Balanço Hídrico (hm³/ano)	9,08	
	C3		
	Extrações Estimadas (hm³/ano)	0,98	
	Balanço Hídrico (hm³/ano)	10,07	



Considerações Finais

- ☞ este sistema aquífero **pode efetivamente contribuir para o desenvolvimento económico desta região**, tão carenciada no setor produtivo.
...os níveis piezométricos são positivos na maior parte do sistema aquífero e não apresentam tendência de descida.
- ☞ **podem ser autorizadas novas captações de água** sem pôr em causa a sustentabilidade desta massa de águas subterrâneas, nomeadamente em termos de intrusão salina. Mas será fundamental **monitorizar-se periodicamente** a situação do aquífero, atender à localização das novas captações, aos volumes extraídos e ao tipo de culturas agrícolas/jardins a implementar.
- ☞ **é imperativo o recurso a boas práticas agrícolas**, que a par do **uso eficiente** da água para rega, garantam o uso racional de fertilizantes, de forma a não pôr em causa o bom estado destas águas subterrâneas.

UC.PT

I Seminário da Rede Incêndios-Solo e
I Simpósio Ibero-Afro-Americano de
Riscos



Obrigada!

**Henrique Carvalho, Carita Ponte, Nuno Veloso,
Edite Reis, Pedro Coelho & Manuela Moreira da Silva**

Faro - 05 de novembro, 2015