



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
NOVOS  
DESAFIOS

## MONITORIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO EMPREENDIMENTO DE FINS MÚLTIPLOS DE ALQUEVA (EFMA)

A contribuição da EDIA para a implementação da Directiva Quadro da Água (DQA)

Manuela RUIVO<sup>1</sup>; Martinho MURTEIRA<sup>2</sup>; Ana ILHÉU<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheira do Ambiente; EDIA S.A., Rua Zeca Afonso n.º 2, 7800-522 Beja; [edia@edia.pt](mailto:edia@edia.pt); 284315245

<sup>2</sup> Mestre em Engenharia dos Recursos Hídricos; EDIA S.A., Rua Zeca Afonso n.º 2, 7800-522 Beja; [edia@edia.pt](mailto:edia@edia.pt); 284315245

<sup>3</sup> Mestre em Engenharia Civil; EDIA S.A., Rua Zeca Afonso n.º 2, 7800-522 Beja; [edia@edia.pt](mailto:edia@edia.pt); 284315245

### Resumo

A Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva, S.A. (EDIA), tem vindo a desenvolver os trabalhos necessários à implementação do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA) numa vasta região do Alentejo, assumindo atualmente a gestão e exploração da Rede Primária e Secundária de Rega do EFMA.

Consciente dos impactes ambientais associados à implementação do EFMA e numa ótica de sustentabilidade ambiental, a EDIA tem vindo a consolidar a sua atuação em quatro áreas estratégicas: gestão da água, gestão da infraestruturas, promoção do regadio e desenvolvimento regional, com o objetivo de promover um desenvolvimento regional equilibrado, o qual assenta numa estratégia que se traduz na mitigação e compensação dos impactes ambientais negativos resultantes da construção e exploração das infraestruturas, monitorização das várias componentes ambientais afetadas e potenciação dos impactes positivos gerados pelo Empreendimento.

A presente comunicação incide sobre a estratégia adotada pela EDIA ao nível da monitorização dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, a qual visa não só dar resposta às obrigações atribuídas à EDIA no âmbito da gestão e exploração do EFMA, mas, também, colaborar com diferentes entidades com responsabilidade ao nível da gestão dos recursos hídricos, numa ótica de maximização de esforços e partilha de dados.

Os recursos hídricos são um dos diversos descritores ambientais monitorizados de forma regular pela EDIA. A monitorização desta componente abrange tanto massas de água superficiais como subterrâneas e tem como principais objetivos: acompanhar a evolução da qualidade da água; avaliar a real magnitude dos impactes negativos identificados durante a fase de Avaliação de Impacte Ambiental; e verificar a eficácia das medidas de mitigação implementadas. Contudo e tendo em consideração as responsabilidades atribuídas à EDIA, quer ao nível dos procedimentos de Avaliação de Impacte Ambiental, quer do Contrato de Concessão celebrado entre o Estado Português e a EDIA em outubro de 2007, os programas de monitorização implementados para os recursos hídricos ultrapassam as obrigações legais que lhe estão atribuídas.



Todavia, a implementação faseada do EFMA, com a conseqüente realização de Estudos de Impacte Ambiental específicos para as diversas infraestruturas, resultou na definição de programas de monitorização autónomos e, por vezes, sem continuidade espacial e temporal face à conceção global do sistema, pelo que os programas atualmente em curso visam, no seu conjunto:

- Avaliar e acompanhar a evolução da qualidade da água e, no caso dos recursos hídricos subterrâneos, acompanhar a variação do nível de água em profundidade;
- Detetar atempadamente eventuais situações de deterioração da qualidade da água e, no caso das albufeiras, avaliar a qualidade da água afluyente;
- Conhecer a qualidade da água armazenada nas albufeiras e que é fornecida para os diversos fins qualitativamente exigentes;
- Avaliar os efeitos da criação das albufeiras no estado das massas de água a jusante e das escorrências dos blocos de rega nas massas de água superficiais e subterrâneas;
- Recolher dados que sirvam de suporte à tomada de decisão;
- Cumprir as disposições legais atribuídas à EDIA e integrar as obrigações resultantes da implementação da Directiva Quadro da Água, pelo Estado Português.

A definição dos programas de monitorização dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos teve por base, entre outros pressupostos, as redes de monitorização já existentes e a cargo de outras entidades, de forma a assegurar, sempre que possível, a sua devida articulação, o que se traduz numa mais valia estratégica, operacional e económica. A este nível é dada especial relevância à implementação da Directiva Quadro da Água, a qual representa um grande esforço de monitorização a nível nacional, e cujas diretrizes a EDIA, numa ótica de proatividade, tem vindo a adotar desde o ano hidrológico de 2006/2007.

No âmbito desta comunicação serão desenvolvidos os aspetos relacionados com os programas de monitorização dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos implementados pela EDIA, apresentando-se os pressupostos e metodologias que estiveram na base da sua definição, assim como a rede de monitorização resultante, a qual constitui um exemplo de articulação entre diferentes entidades com competência ao nível da gestão e exploração dos recursos hídricos.

**Palavras-chave:** Monitorização, recursos hídricos superficiais e subterrâneos, Directiva Quadro da Água, Avaliação de Impactes, qualidade da água.

**Tema:** Gestão dos recursos hídricos e bacias hidrográficas



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

## 1. EMPREENDIMENTO DE FINS MÚLTIPLOS DE ALQUEVA

O Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA), tal como definido legalmente, representa uma obra de aproveitamento dos recursos hídricos associados ao rio Guadiana, que visa o desenvolvimento regional sustentado e inclui, em especial, as seguintes componentes infraestruturais:

- a) Barragem e central hidroelétrica de Alqueva;
- b) Barragem e central hidroelétrica de Pedrógão;
- c) Sistema de adução Alqueva-Álamos;
- d) Rede primária, a qual integra as infraestruturas de captação, adução e distribuição de água cuja articulação com as componentes identificadas nas alíneas anteriores estabelece um sistema fisicamente integrado;
- e) Rede secundária, a qual integra as infraestruturas de captação, adução e distribuição que se encontram posicionadas a jusante da rede primária e visam garantir o fornecimento de água à entrada das explorações agrícolas localizadas nos perímetros de rega do empreendimento ou beneficiadas por este;
- f) Outras infraestruturas acessórias ou complementares das referidas nas alíneas anteriores e que visem a produção de energia.

Assim, o EFMA é constituído por um vasto conjunto de infraestruturas de diferente natureza, das quais se destacam as barragens, albufeiras, centrais hidroelétricas, canais a céu aberto, condutas, túneis, estações elevatórias e reservatórios. Interligadas entre si, estas infraestruturas formam um sistema que permite assegurar o fornecimento de água para fins agrícolas, produção de energia elétrica e abastecimento urbano e/ou industrial.

Atualmente, o EFMA permite regar uma vasta área da região Alentejo, que ascende a 120 000 hectares, os quais se distribuem pelos subsistemas de rega do Alqueva, Pedrógão e Ardila, sendo a origem de água do subsistema Alqueva a albufeira do Alqueva, e a dos subsistemas de Pedrógão e Ardila a albufeira de Pedrógão. De forma sumária:

- Subsistema de Rega de Alqueva – com a captação na margem direita da albufeira de Alqueva, permite a beneficiação das áreas a Oeste de Beja e do Centro Alentejo, num total de cerca de 64.000 ha.
- Subsistema de Rega do Pedrógão – a água é captada na margem esquerda da albufeira de Pedrógão, e aduzida para rega das áreas a Este de Beja até ao rio Guadiana, num total de cerca de 24.500 ha.
- Subsistema de Rega do Ardila – com origem de água na margem esquerda da albufeira de Pedrógão, permite a beneficiação das áreas localizadas na margem esquerda do Guadiana, nos concelhos de Moura e Serpa, com um total de cerca de 30.000 ha.

Deste modo, o EFMA constitui-se como uma reserva estratégica de água com capacidade de adução para usos múltiplos, nomeadamente, rega, abastecimento urbano e industrial, produção de energia elétrica e turismo.



Ao nível das responsabilidades de gestão e exploração atribuídas à EDIA, para além da gestão, manutenção e conservação da rede primária, foi concessionada a rede secundária do Empreendimento de Alqueva, o que permite gerir as infraestruturas de uma forma integrada.

Estes contratos de concessão celebrados entre o Estado Português e a EDIA vêm reforçar as responsabilidades de monitorização atribuídas à EDIA, quer para a rede primária, quer para a rede secundária do EFMA.

## **2. MONITORIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEOS NA ÁREA DO EFMA**

Consciente da importância de proceder à correta gestão e exploração do EFMA a EDIA, enquanto entidade gestora, pretende dispor de mecanismos de acompanhamento e controlo da qualidade da água, os quais deverão permitir não só a evolução da sua qualidade e a adequação para os diversos fins qualitativamente exigentes, mas também verificar a eficácia das medidas de minimização implementadas. Por outro lado, a implementação faseada do EFMA resultou na definição de programas de monitorização autónomos e, por vezes, sem continuidade espacial e temporal face à conceção global do sistema.

Assim, a EDIA assumiu como fundamental, a promoção de programas globais estruturados que considerem as diferentes infraestruturas e blocos de rega do EFMA como uma unidade, sem deixar de ter em conta as suas especificidades, adequando-os à legislação em vigor e às necessidades de informação da EDIA.

Atualmente, no domínio dos recursos hídricos e para as infraestruturas em fase de exploração, a EDIA tem em curso os seguintes programas de monitorização:

- O Programa de Monitorização dos Recursos Hídricos Superficiais da Rede Primária do EFMA.
- O Programa de Monitorização dos Recursos Hídricos Superficiais e de Qualidade Ecológica na Área dos Blocos de Rega.
- O Programa de Monitorização dos Recursos Hídricos Subterrâneos do EFMA.

Considerando as responsabilidades atribuídas à EDIA no âmbito dos procedimentos de Avaliação de Impacte Ambiental, do Programa de Gestão Ambiental do EFMA e dos Contratos de Concessão celebrados entre o Estado Português e a EDIA, os programas de monitorização dos recursos hídricos ultrapassam as obrigações legais lhe estão atribuídas, visando, no seu conjunto:

- Avaliar e acompanhar a evolução da qualidade da água e, no caso dos recursos hídricos subterrâneos, acompanhar a variação do nível de água em profundidade;
- Detetar atempadamente eventuais situações de deterioração da qualidade da água e, no caso das albufeiras, avaliar a qualidade da água afluyente;



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

- Conhecer a qualidade da água armazenada nas albufeiras e que é fornecida para os diversos fins qualitativamente exigentes;
- Avaliar os efeitos da criação das albufeiras no estado das massas de água a jusante e das escorrências dos blocos de rega nas massas de água superficiais e subterrâneas;
- Recolher dados que sirvam de suporte à tomada de decisão;
- Cumprir as disposições legais atribuídas à EDIA e integrar as obrigações resultantes da implementação da Directiva Quadro da Água, pelo Estado Português.

## 2.1. Monitorização dos Recursos Hídricos Superficiais na Área do EFMA

Com os objetivos gerais de avaliar a evolução da qualidade da água nas diferentes massas de água, a eficácia das medidas de mitigação implementadas e os impactes das escorrências agrícolas dos blocos de rega, a conceptualização destes programas teve em conta os seguintes pressupostos:

- Os termos dos Contratos de Concessão celebrados entre o Estado Português e a EDIA, a legislação em vigor e as Declarações de Impacte Ambiental e RECAPE emitidos para as infraestruturas da rede primária do EFMA.
- As potenciais utilizações para a água a fornecer pelo EFMA.
- A necessidade de obter informação para caracterização da evolução da qualidade da água, avaliação da eficácia das medidas de minimização e dos potenciais impactes resultantes da exploração do EFMA.
- Os programas de monitorização já existentes e implementados pela EDIA ou por outras entidades com responsabilidades no domínio da monitorização destas massas de água, nomeadamente a APA/ARH-Alentejo.

No caso específico da monitorização físico-química e microbiológica, as estações de amostragem podem ser organizadas por objetivo, tendo os parâmetros e periodicidades de amostragem sido definidos de acordo com a informação que se pretende obter:

- **Estações Captação EFMA** – avaliar a qualidade da água junto das captações cuja água captada poderá ser utilizada para fins de rega ou abastecimento, de forma a avaliar a adequabilidade da água para o uso rega e salvaguardar a EDIA da responsabilidade de uma eventual degradação da qualidade da água nas albufeiras utilizadas para abastecimento público.
- **Estações Captação Rega** – avaliar a qualidade da água junto das captações cuja única utilização prevista para a água captada é a rega, de forma a avaliar a adequabilidade da água para o uso rega.
- **Estações Evolução Qualidade** – acompanhar e compreender a evolução da qualidade da água armazenada nas albufeiras de Alqueva e Pedrógão e em curso no sistema primário de rega.



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

- **Estações Cargas Afluentes** – conhecer as cargas poluentes afluentes às albufeiras de Alqueva, Pedrógão e Alvito. No caso de Alqueva e Pedrógão por estas albufeiras serem a origem de água de todo o Sistema, e no caso de Alvito por ser a primeira albufeira da bacia hidrográfica do Sado a receber água da bacia hidrográfica do Guadiana.
- **Estações Caudal Ecológico** – avaliar a adequação do caudal ecológico libertado pelas barragens do sistema primário do EFMA, caso a responsabilidade de gestão do caudal ecológico libertado esteja atribuída à EDIA.
- **Estações Impactes Regadio** – acompanhar e avaliar os potenciais impactes resultantes da implementação e exploração dos blocos de rega do EFMA, em especial os decorrentes do aumento da aplicação de fertilizantes e de pesticidas ao longo do tempo.

A seleção dos parâmetros ecológicos monitorizados teve em consideração os elementos ecológicos mais representativos das pressões a que as massas de água a monitorizar estão sujeitas, o que no caso das albufeiras se traduz na afluência de cargas orgânicas, e no caso das linhas de água a jusante das barragens do EFMA, em alterações às características gerais de escoamento e na afluência de cargas orgânicas.

A época de amostragem é em grande medida condicionada pela época de amostragem recomendada pelo APA/ARH-Alentejo para os parâmetros ecológicos, uma vez que esta monitorização deve ser coincidente com a monitorização físico-química.

Não menos relevante para a definição da periodicidade e época de amostragem são os aspetos que influenciam o comportamento das massas de água e o período em que se prevê ser maior a adução de água tendo, por isso, sido também considerados os seguintes pressupostos:

- A época de rega tem início no mês de março e prolonga-se até final do mês de agosto;
- O comportamento das massas de água lânticas caracteriza-se por três fases distintas: mistura completa, estratificação térmica e quebra da termoclina;
- É geralmente a partir do mês de novembro que ocorrem os eventos de precipitação capazes de gerar escoamentos superficiais significativos, responsáveis pelo transporte de cargas poluentes para as massas de água;
- As características hidrológicas das linhas de água a monitorizar, à exceção do rio Guadiana, apresentam escoamento praticamente nulo, ou mesmo nulo, entre os meses de junho a setembro.

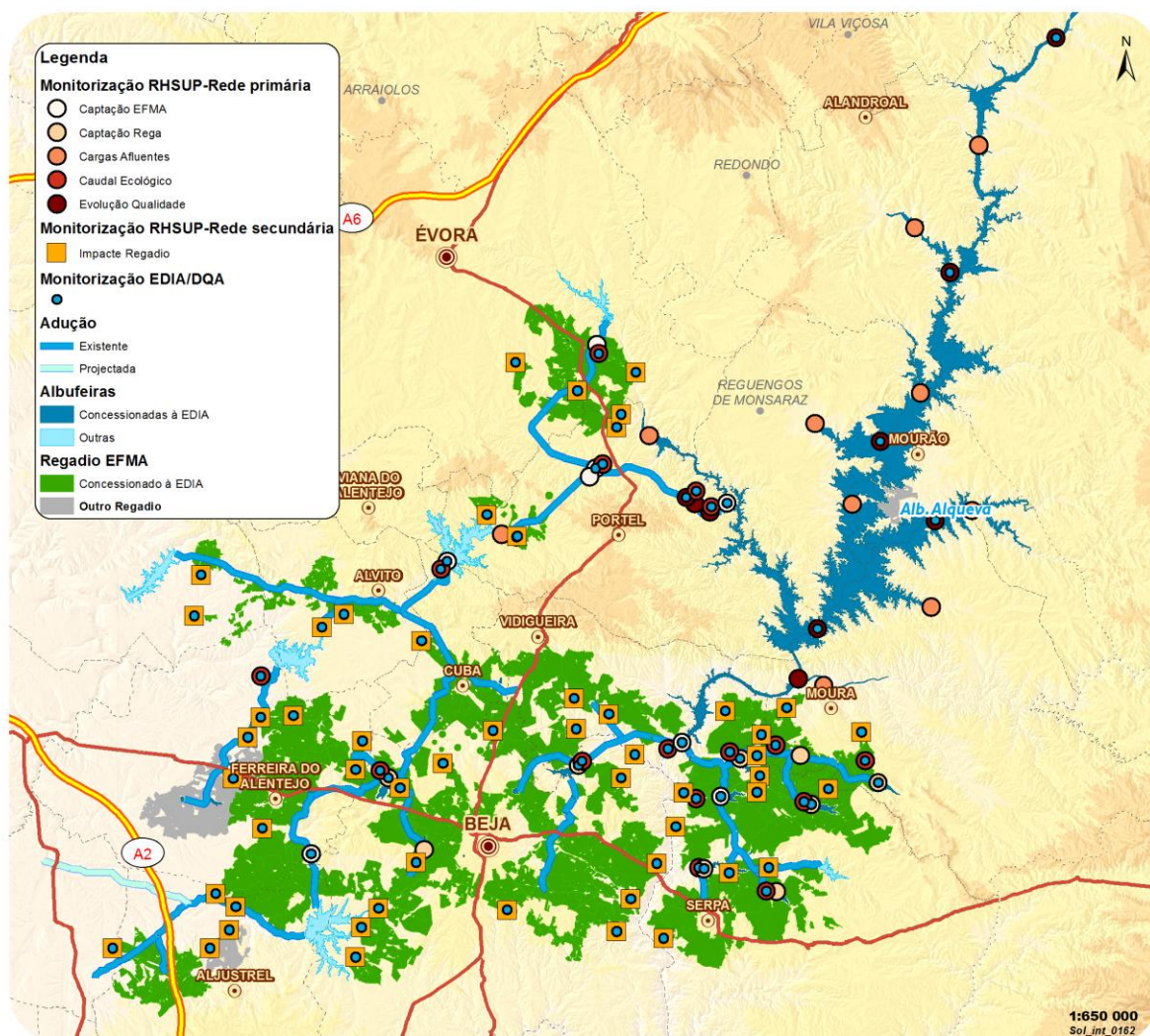
Os programas globais para a monitorização dos recursos hídricos superficiais do EFMA têm vindo a ser alvo de alguns ajustes, em especial devido às orientações subsequentemente emanadas no âmbito da implementação da DQA. Estas alterações refletem-se essencialmente ao nível dos parâmetros a monitorizar e metodologias de amostragem e são



apenas consideradas nas estações utilizadas pela APA/ARH-Alentejo para dar resposta aos compromissos assumidos pelo Estado Português, no âmbito da implementação da DQA:

- Estações localizadas em massas de água lânticas (albufeiras): 18 estações integradas na monitorização da rede primária do EFMA;
- Estações localizadas em massas de água lólicas (cursos de água): 17 estações integradas na monitorização da rede primária do EFMA e 53 estações integradas na monitorização da área dos blocos de rega.

Na Figura 1 representam-se as estações de monitorização associadas aos programas de monitorização dos recursos hídricos superficiais na área de influência do EFMA, identificando-se as estações utilizadas pela APA/ARH-Alentejo no âmbito da implementação da DQA.



**Figura 1** – Estações de monitorização dos recursos hídricos superficiais: rede primária e rede secundária do EFMA.

## 2.2. Monitorização dos Recursos Hídricos Subterrâneos na Área do EFMA

Através da elaboração do Programa de Monitorização dos Recursos Hídricos Subterrâneos do EFMA pretendeu-se definir os critérios para a avaliação do estado químico de uma massa ou grupo de massas de água subterrânea, tendo em consideração as normas de qualidade e os limiares estabelecidos pelo Estado Português.

A rede de monitorização dos recursos hídricos subterrâneos da EDIA é uma rede de amostragem estatisticamente representativa das condições piezométricas e hidroquímicas dos sistemas aquíferos localizados na área de influencia dos perímetros de rega do EFMA,





7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

q qual permite assegurar uma gestão mais sustentada e eficaz destes recursos, e que tem por objetivos gerais:

- Avaliar o estado quantitativo e qualitativo das massas de água subterrâneas.
- Avaliar e acompanhar a evolução da concentração das principais espécies químicas das águas subterrâneas e as alterações induzidas pela introdução de novas práticas agrícolas.
- Acompanhar a variação da posição do nível de água em profundidade ao longo do período de exploração do Empreendimento.
- Detetar atempadamente focos de poluição e prevenir a deterioração da qualidade da água extraída em captações destinadas ao consumo humano.

No decorrer da definição da rede de monitorização dos recursos hídricos subterrâneos da EDIA foi assegurado:

- O cumprimento das disposições estabelecidas no Programa de Gestão Ambiental do EFMA e nas Declarações de Impacte Ambiental dos diversos estudos realizados.
- A integração dos diplomas legais em vigor no domínio da monitorização dos recursos hídricos subterrâneos, dos quais se destaca a Directiva Quadro da Água, a Directiva Nitratos e a Directiva das Águas Subterrâneas.
- A análise dos programas de monitorização promovidos por outras entidades, assegurando-se, sempre que possível, a devida articulação entre os diferentes programas.

Para a definição dos locais de amostragem, a área de intervenção do EFMA foi dividida em sete unidades de monitorização com características hidrogeológicas semelhantes, cinco das quais caracterizam-se pela existência de aquíferos descontínuos, indiferenciados e de elevada heterogeneidade hidráulica:

- Indiferenciado – Coberturas do terciário;
- Maciço Antigo Indiferenciado (MAI) sector Central;
- MAI sector Este;
- MAI sectores Oeste e Loureiro-Alvito;
- MAI sector Évora;
- Gabros de Beja e área de influência;
- Moura-Ficalho e área de influência

A metodologia para definição dos locais baseou-se na equi-representatividade espacial dos pontos de monitorização, privilegiando uma seleção de locais focada no não enviesamento estatístico dos dados de monitorização e assente em critérios de quantidade mínima de pontos, densidade da rede e dispersão espacial. O modelo utilizado para avaliação da representatividade da rede de monitorização considerou como critério para determinação do número de pontos por unidade de monitorização, um máximo de 5 pontos e um mínimo de 1 pontos por 25 km<sup>2</sup>.



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

Desta forma, cada unidade de monitorização, dependendo da sua localização, teve pontos de monitorização dispersos por vários blocos de rega.

Da aplicação desta metodologia resultou um total de 72 pontos que se distribuem pelas áreas intervencionadas, conforme se indica no Quadro 1.

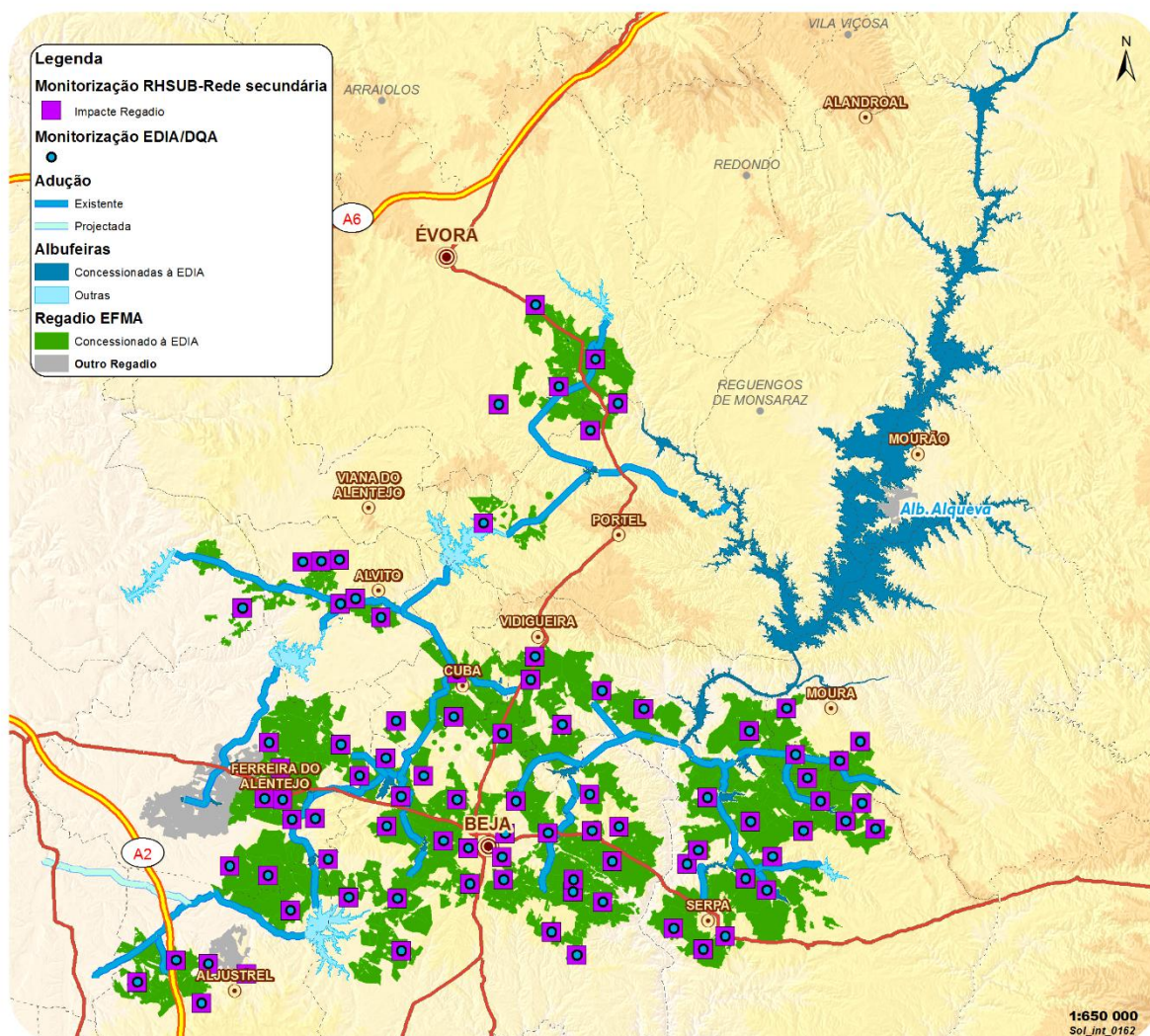
**Quadro 1** – Número de estações a monitorizar por unidade de monitorização

<b>Unidades de Monitorização</b>	<b>Área das unidades de monitorização (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Número de Estações de Amostragem</b>
Indiferenciado – Coberturas do terciário	266	11
MAI sector Central	341	15
MAI sector Este	277	11
MAI sectores Oeste e Loureiro-Alvito	103	5
MAI sector Évora	139	7
Gabros de Beja e área de influencia	285	17
Moura-Ficalho e área de influência	58	6

Ao número de pontos referidos no Quadro 1 acresce 14 pontos de controlo.

Na Figura 2 são representados os 86 pontos que constituem a rede de monitorização da EDIA.

Por último, referir que a definição dos parâmetros a amostrar e periodicidade de amostragem teve em conta as exigências de tratamento de dados da DQA, nomeadamente ao nível da avaliação do estado químico das massas de água subterrânea orientada para detetar tendências crescentes de poluição relacionadas com atividades humanas.



**Figura 2** – Estações de monitorização dos recursos hídricos subterrâneos: rede secundária do EFMA.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente comunicação incide sobre a estratégia adotada pela EDIA ao nível da monitorização dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

A definição das redes de monitorização dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos da EDIA teve por base, entre outros pressupostos, as redes de monitorização já existentes e a cargo de outras entidades, de forma a assegurar, sempre que possível, a sua devida articulação, o que se traduz numa mais valia estratégica, operacional e económica.



É neste âmbito de articulação entre diferentes entidades com competência ao nível da gestão e exploração dos recursos hídricos que a EDIA, enquanto entidade gestora das redes primária e secundária do EFMA, tem vindo a adequar os seus programas de monitorização às novas orientações emanadas pela APA/ARH-Alentejo, no âmbito da implementação da Diretiva Quadro da Água.

#### **4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AGRI-PRO Ambiente Consultores, S.A. (2015). *Programa Global para a Monitorização dos Recursos Hídricos Subterrâneos do EFMA – Fase de Exploração.*

Contrato de Concessão Relativo Utilização dos Recursos Hídricos para Captação de Água Destinada à Rega e à Produção de Energia Eléctrica no Sistema Primária do Empreendimento de Fins Múltiplos do Alqueva, de 17 de outubro de 2007.

Contrato de Concessão Relativo à Gestão, Exploração, Manutenção e Conservação das Infraestruturas da Rede Secundária do Empreendimento de Fins Múltiplos do Alqueva, de 8 de abril de 2013.

Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro de 2000.

EDIA (2016). Adenda *Programa de Monitorização dos Recursos Hídricos Superficiais para o Sistema Alqueva-Pedrogão e Rede Primária de Rega. Fase de Exploração.*

Matos, Fonseca & Associados, Lda. (2009). *Programa de Monitorização dos Recursos Hídricos Superficiais para o Sistema Alqueva-Pedrogão e Rede Primária de Rega. Fase de Exploração.*