

# DESENVOLVIMENTO DE MATRIZES DE DECISÃO PARA APOIO À SELECÇÃO DE MEDIDAS DE RECUPERAÇÃO DO ESTADO DE MASSAS DE ÁGUA (caso de estudo: Melides)

**Maria Emília NOVO (\*), Luís OLIVEIRA (\*\*)**

(\*) *Geóloga, Dr. Engenharia do Ambiente, Investigadora auxiliar, Núcleo de Recursos Hídricos e Estruturas Hidráulicas, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, [enovo@lnecc.pt](mailto:enovo@lnecc.pt); (\*\*) Mestre em Engenharia do Ambiente, ex-LNEC, [lgliveira@google.com](mailto:lgliveira@google.com)*

## RESUMO

Apresenta-se uma metodologia para o desenvolvimento e aplicação de matrizes de decisão para auxiliar na escolha de medidas técnicas e de boas práticas destinadas à recuperação eficaz e com o mínimo possível de recursos, do estado de massas de água superficiais e/ou subterrâneas. O desenvolvimento da matriz de decisão fundamenta-se no conhecimento aprofundado da zona de intervenção, integrando o funcionamento do sistema hídrico e critérios sociológicos, demográficos, económicos, ou outros pertinentes para a decisão face ao problema a resolver e às especificidades da região onde ocorre. A conceptualização desta matriz baseia-se na metodologia DPSIR. A sua estrutura flexível permite aos decisores incorporar outros critérios além dos aqui apresentados e modificar os fatores de ponderação em função das condicionantes da região, pelo que pode aplicar-se a vasto leque de situações, incluindo cenários de mudança. Ilustra-se o seu uso com o caso de estudo de Melides (redução de fosfatos de origem superficial).

**Palavras-chave:** matriz de decisão; aquífero; EDAS

## 1. Introdução

Perante o amplo conjunto de medidas aplicáveis para a melhoria do estado qualitativo duma massa de água, sejam estas a alteração de hábitos de utilização do recurso hídrico (ex.: aplicação de códigos de boas práticas), sejam soluções técnicas (ex.: instalação de zonas húmidas para evitar o aporte de poluentes à massa de água a proteger/melhorar), é necessário escolher as que melhor se adequem à situação e às condicionantes naturais, populacionais, sócio-económicas e culturais locais. Para apoiar os decisores na escolha cientificamente baseada destas medidas, desenvolveu-se no estudo PROWATERMAN uma matriz de decisão e respectiva metodologia de utilização, apresentando-se aqui uma aplicação teórica ao caso da lagoa de Melides (Fig. 1).

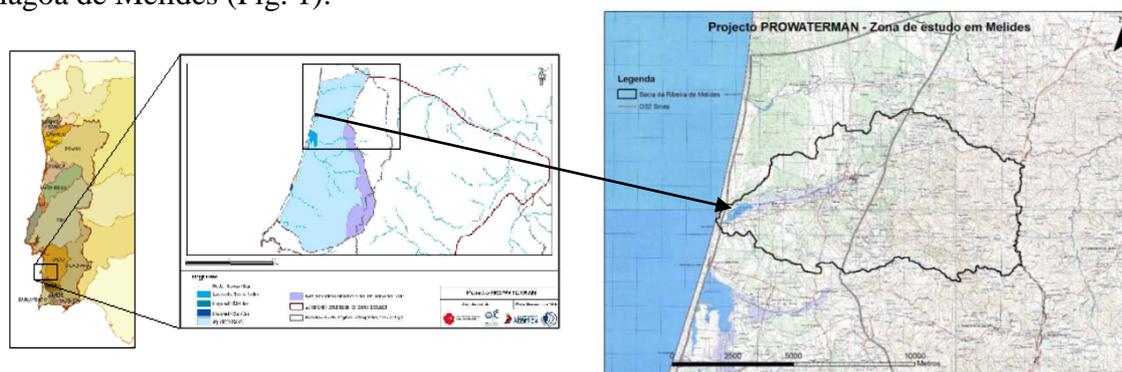


Fig. 1 – Localização da área de estudo

Dadas as especificidades tanto do tipo de fonte poluente e seu impacto sobre a lagoa, como da forma como os poluentes até ela migram e as atividades poluentes envolvidas, poderá ser necessário definir conjuntos distintos de medidas para diferentes áreas da bacia. Acresce que neste caso de estudo a lagoa é ecossistema parcialmente dependente das águas subterrâneas,

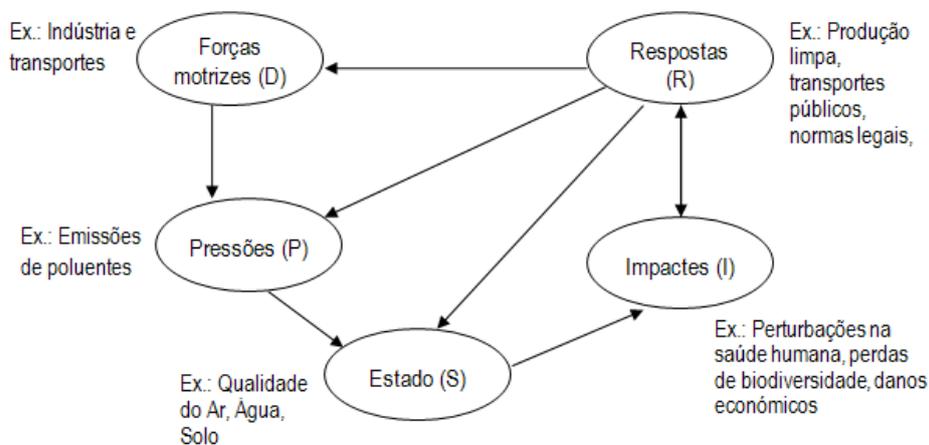
tendo assim de se atuar sobre as fontes poluentes superficiais e subterrâneas, o que exige diferentes estratégias e medidas de recuperação, específicas para cada tipo de fonte poluente.

## 2. Metodologia de apoio à decisão

A metodologia subjacente ao desenvolvimento da matriz de decisão é a metodologia DPSIR, desenvolvida para a AEA (cf. Kristensen, 2004) que se resume no Quadro 1 e Fig. 2, e integra as questões que condicionam o problema e as que condicionam o sucesso das medidas, como sejam: custos, aspetos sociais, estado ecológico dos meios hídricos a interencionar, opções de desenvolvimento para a região, evolução das pressões e do conseqüente estado das massas de água em cenários de mudança, etc. integra ainda a necessidade de envolver todos os acores locais e regionais na tomada de decisão.

**Quadro 1 – Descrição das componentes do modelo DPSIR**

<b>Força motriz (Driving Forces)</b>	Descreve como o desenvolvimento social, populacional e económico provoca alterações nos estilos de vida, níveis de consumo e modelos de produção
<b>Pressão (Pressures)</b>	Descreve o tipo de pressões que são exercidas no ambiente e que têm origem na sociedade
<b>Estado (State)</b>	Descreve quantitativa e qualitativamente os fenómenos físicos, biológicos e químicos
<b>Impacte (Impact)</b>	Descreve como a pressão sobre o ambiente altera o estado desse mesmo ambiente. Estas alterações do ambiente exercem impactes sobre as funções sociais e económicas
<b>Resposta (Response)</b>	Descreve como o indivíduo, a comunidade e os governos dão resposta às alterações do estado do ambiente, tentando impedir, compensar, melhorar ou adaptar-se a elas



**Fig. 2 – Estrutura conceitual da metodologia DPSIR**

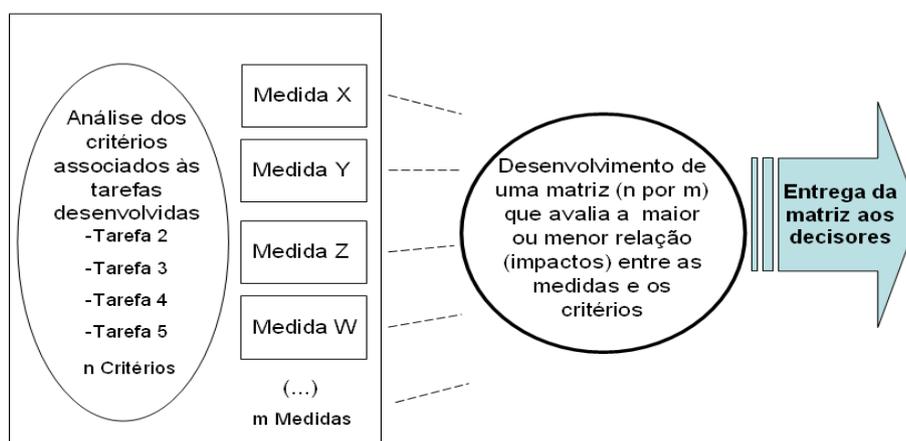
Fonte: Terceiro (2008)

O processo de desenvolvimento e aplicação da matriz de decisão estrutura-se nos seguintes passos (Novo et al., 2013):

- *Fase 1: Análise do problema e suas condicionantes* – onde se caracteriza o problema, fatores e condicionantes do problema, meio/ecossistema afetado, seu funcionamento e sua envolvente com relevância para o problema Compreende as seguintes etapas:
  - *Análise dos fatores influenciadores da aplicação das medidas de recuperação* – identifica-se: problema(s) a solucionar, forças motrizes e pressões existentes, funcionamento do sistema e impactos das pressões sobre o sistema. No caso de Melides o problema é o estado ecológico da lagoa e seus episódios de eutrofização; as forças

motrizes são a atividade humana (ex.: agricultura, turismo); as pressões são a descarga de poluentes destas atividades; o impacto é a degradação do estado ecológico da lagoa. A análise do funcionamento do sistema revelou a importância da contribuição subterrânea para a poluição da lagoa, os tempos de percurso dos vários poluentes, os volumes de recarga, as zonas mais vulneráveis e as de maior risco à poluição. A análise da evolução das forças motrizes e conseqüentemente das pressões e impactos fez-se a partir de cenários sócio-económicos desenvolvidos no estudo.

- *Identificação de medidas para alcançar os objetivos desejados de qualidade e quantidade* – no caso de Melides identificou-se na literatura um vasto leque de medidas de redução de cargas poluentes, citando-se como exemplo, pela sua aparente simplicidade, a criação de patos e peixes nos arrozais para reduzir a carga poluente associada a pesticidas e nitratos (Furuno, 2001).
- *Fase 2: Desenvolvimento da matriz de decisão* – integra-se numa matriz de decisão a informação analisada da Fase 1. Esta matriz é aplicada ao leque de medidas escolhidas na Fase 1, selecionando as mais eficazes para a região e problema(s) a resolver. Esta fase, esquematizada na Fig. 3, estrutura-se nas seguintes etapas:
  - *Transformação dos fatores analisados na Fase 1 em critérios quantificáveis* – os quais deverão possuir estrutura que permita a sua ponderação (conforme a sua importância) e interligação às medidas de mitigação.
  - *Criação da matriz de decisão* – a matriz engloba as medidas propostas e os critérios de avaliação destas medidas, gerados no ponto anterior. Para o caso de estudo de Melides estes critérios são apresentados na secção 3.1.



**Fig. 3 – Desenvolvimento da matriz de decisão**

Fonte: Novo et al. (2013)

- *Primeira análise sobre a importância de cada critério* – a cada critério da matriz de decisão aplica-se um *fator de ponderação* entre 1 (importância mínima) a 5 (importância máxima); esta atribuição baseia-se no conhecimento obtido na Fase 1 sobre o funcionamento do sistema onde ocorre o problema e sobre os aspetos sócio-económicos, demográficos e outros contribuintes para o sucesso e/ou aceitação da(s) medida(s). A forma de como se avalia este fator é apresentada na secção 3.2.

- *Primeira análise sobre o impacto de cada medida em cada critério* – este pode ser negativo, positivo ou neutro, sendo expresso por um *fator de impacto*, que varia de -3 a +3. Cada medida é analisada face a cada critério e se a medida tiver reflexos positivos no critério, o impacto é positivo, se forem negativos, o impacto é negativo; o impacto é neutro se forem reduzidos ou inexistentes. A forma como se avalia este impacto é apresentada na secção 3.2.
- *Fase 3: Participação pública e tomada de decisão* – esta fase, que realiza a escolha final das medidas a serem aplicadas, exige a máxima interação atores (agricultores, população em geral, etc.) para refinar a matriz de decisão, e identificar as melhores e mais consensuais medidas para o problema a resolver. Esta fase, que se esquematiza na Fig. 4, compreende as seguintes etapas:
  - *Segunda análise da matriz com eventual criação de novos critérios.*
  - *Segunda análise sobre a importância/ponderação de cada critério*
  - *Segunda análise sobre o impacto de cada medida em cada critério.*
  - *Resultados da matriz* – estes identificam as melhores medidas a adotar; são dados pelo somatório do produto do fator de impacto pelo fator de ponderação, sendo as melhores medidas as que maximizem todos os critérios.



**Fig. 4 – Participação pública e reformulação da matriz de decisão**  
Fonte: Novo et al. (2013)

À aplicação das medidas deve seguir-se a monitorização dos seus resultados, para verificar a sua eficácia e, caso seja necessário, encontrar mecanismos para as tornar mais eficazes ou eventualmente substituí-las por outras mais adequadas. Esta fase *à posteriori* que se inicia na monitorização dos resultados obtidos, compara estes resultados com os esperados e, caso estes sejam insuficientes, procede ao ajustamento das medidas e/ou escolha de novas, o que pode requerer o retorno à Fase 2 para discussão com os atores das novas medidas a adotar. O fluxo descritivo de todo o processo de tomada de decisão é apresentado na Fig. 5.

### 3. Desenvolvimento da matriz de decisão

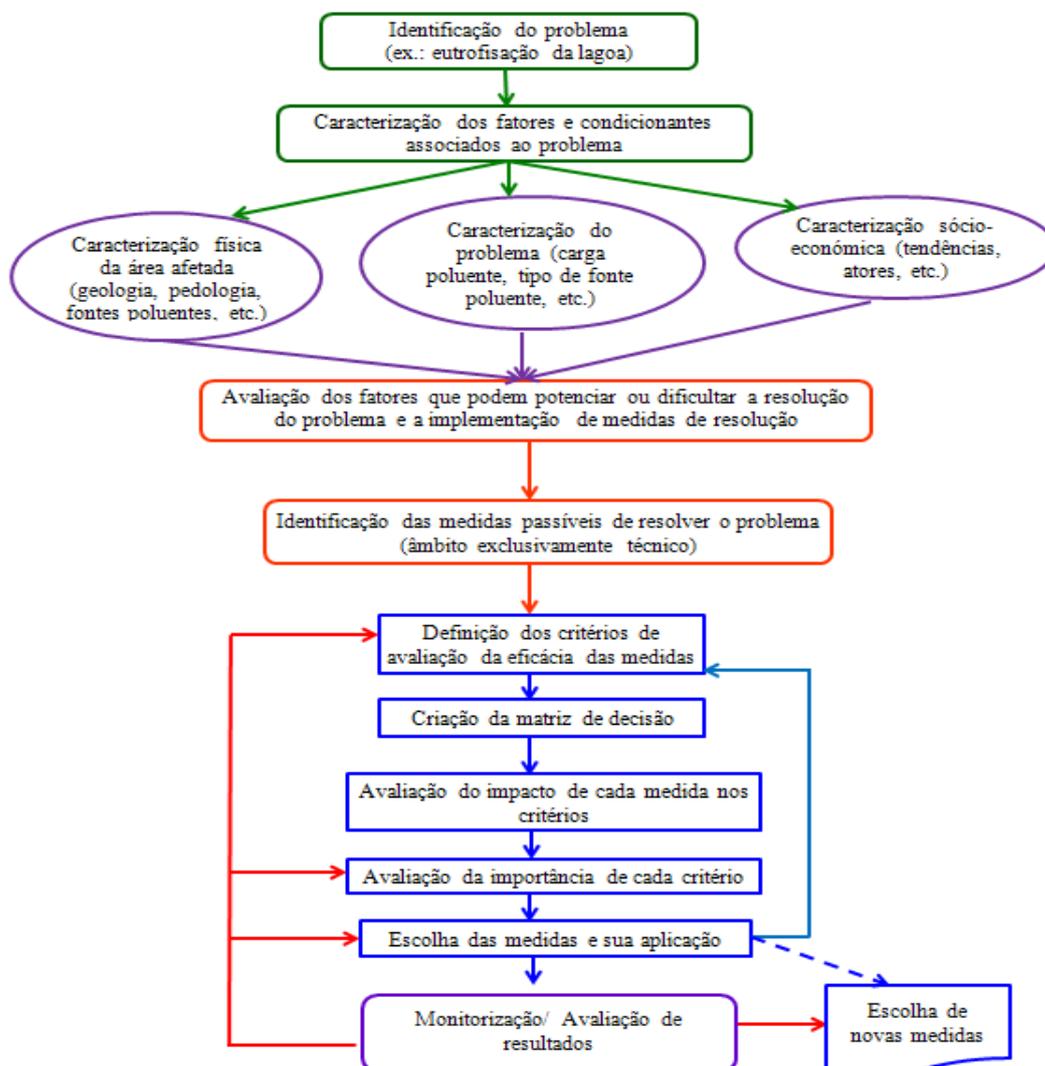
#### 3.1. Critérios para a análise do impacto/eficácia das medidas de mitigação

A matriz de decisão tem por objetivo definir o impacto das várias medidas selecionáveis na resolução do problema e selecionar as mais eficazes, pelo que é necessário estabelecer os critérios pelos quais uma medida pode ser classificada como mais ou menos eficaz. Estes critérios têm de permitir analisar de modo integrado todos os aspetos importantes que de

alguma forma se relacionam com o problema e sua resolução, pelo que seguem as bases dum Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos, agrupando-se em: (1) Igualdade social, (2) Eficiência económica e (3) Sustentabilidade ambiental. No caso de Melides estes 3 vértices diretores conduziram à definição critérios de avaliação, que se agregaram em 10 temas:

- |                            |                      |                           |                     |
|----------------------------|----------------------|---------------------------|---------------------|
| 1. Qualidade da água       | 3. Conhecimento      | 5. População              | 6. Agropecuária     |
| 2. Disponibilidade hídrica | 4. Agricultura       | 7. Turismo                | 8. Estado ecológico |
| 9. Custos vários           | 10. Questões sociais | 11. Alterações no sistema |                     |

Cada um destes temas pode possuir um ou mais critérios (cf. Quadro 2), os quais avaliam o impacto de cada medida nesse tema. Esta medida pode ter maior ou menor impacto, negativo ou positivo, no tema em causa. Por exemplo, se se avaliar uma medida em relação ao tema “População”, esta pode contribuir para o aumento (impacto positivo) ou para a diminuição da população (impacto negativo). Foram ainda considerados *critérios condicionantes*, os quais estão associados à natureza do meio; estes critérios condicionam a escolha de uma medida mas não podem ser alterados pelo Homem (ou dificilmente o serão), visto serem fatores naturais relativamente estáticos.



**Fig. 5 – Flowchart do processo de tomada de decisão**

Fonte: Novo et al. (2013)

Estes temas e critérios “de base” estão em regra presentes em qualquer situação de intervenção. Contudo esta metodologia foi concebida de forma flexível para acomodar toda e qualquer situação, sendo sempre possível incluir novos temas e critérios (ou retirar alguns dos aqui apresentados) para se obter a matriz de decisão mais adequada. Esta metodologia pode assim aplicar-se a diferentes tipos de problemas (gestão da qualidade das águas, recuperação duma massa de água, proteção de arribas, etc.), diferentes meios a interencionar (aquíferos, rios, zonas húmidas...), condições sociais, culturais e económicas diversas e cenários de mudança. Os temas e critérios integradores da matriz de decisão deverão ser, para cada caso, definidos pelos especialistas nas várias áreas relacionadas com o problema, a região-alvo de intervenção e os aspetos que concorrem para o problema e sua resolução. Nos casos em que a metodologia seja aplicada a situações em cenários de mudança (climática, sócio-económica, etc.) é necessário criar critérios que considerem estas mudanças na zona-alvo de intervenção.

**Quadro 2 – Temas e critérios de base da matriz de decisão**

<b>Tema</b>	<b>Critério</b>	
<i>0. Natureza do meio (condicionante)</i>	<i>1. Tipo de aquífero (poroso, cársico, fissurado)</i>	
	<i>2. Tipo de meio (zona húmida, ribeiro temporário, rio, etc.)</i>	
1. Qualidade da água	1. Qualidade da água	
2. Disponibilidade hídrica	2. Disponibilidade hídrica	
3. Conhecimento	3. Conhecimento dos processos causa-efeito	
4. Agricultura	4. Produção agrícola	
5. População	5.1. População total	
	5.2. População nos diversos sectores económicos	
	5.3. Procura turística da região	
6. Agropecuária	6. Produção pecuária	a) Tipo de estabulamento
		b) Dimensão das unidades
7. Turismo	7.1. Alteração da procura	
	7.2. Encargos acrescidos	
	7.3. Alteração dos tipos de oferta	
	7.4. Alteração dos tipos de lazer oferecidos	
	7.5. Lucros	
8. Estado ecológico	8.1. Qualidade do estado ecológico	
	8.2. Biodiversidade	
9. Custos vários	9.1. Disponibilidade de terrenos	
	9.2. Monitorização	
	9.3. Aquisição de tecnologia	
	9.4. Mão-de-obra	
	9.5. Utilização de fertilizantes e pesticidas	
10. Questões sociais	10.1 Emprego na região	
	10.2 Competição pela água	
11. Alterações no sistema	11.1. Alterações climáticas	
	11.2. Grandes empreendimentos (ex.: transvazes)	
	11.3. Alterações nos processos de produção	

No Quadro 3 apresentam-se os temas e critérios de base criados para estes casos, admitindo mudanças sociais, económicas e climáticas.

**Quadro 3 – Temas e critérios de base para condições específicas de mudança**

Tema	Critério	
1. Disponibilidade hídrica	1. Disponibilidade hídrica	
2. Agricultura	2. Produção agrícola	
3. População	3.1. População total	
	3.2. População nos diversos sectores económicos	
	3.3. Procura turística da região	
4. Agropecuária	4. Produção pecuária	a) Tipo de entabulamento
		b) Dimensão das unidades
5. Estado ecológico	5. Biodiversidade	
6. Questões sociais	6. Competição pela água	

### 3.2. Análise integrada das medidas de mitigação propostas

Definidos os critérios de avaliação, a escolha das medidas de resolução do problema (presente ou futuro) mais viáveis e adequadas para a região e para todos os acores, faz-se da seguinte forma, aplicando ao conjunto de medidas possíveis os critérios e temas da matriz de decisão:

- 1º. *Ponderação da importância de cada critério para a região/problema a resolver* – como cada região e problema têm condicionantes específicos, cada critério e tema atrás exposto terá importância diferente em cada caso, sendo assim necessário ponderar a importância de cada critério relativamente à região e problema a solucionar. Esta ponderação é feita através da atribuição do *facto de ponderação*, onde 1 = menor importância e 5 = maior importância. Embora esta ponderação possa ser feita pelos técnicos, investigadores e especialistas, deverá ser maioritariamente realizada pelos acores e decisores pois estes têm um conhecimento mais robusto dos critérios mais importantes para a região (ex.: emprego, evolução do turismo); os decisores, por exemplo, possuem melhor informação quanto a cenários de mudança (ex.: planos estruturais), podendo atribuir fatores de ponderação mais adequados às situações espectáveis em diferentes horizontes temporais.
- 2º. *Avaliação do impacto de cada medida* – para avaliar o impacto duma medida em cada um dos critérios de avaliação relativos aos temas adotados, é atribuído à medida um *facto de impacto* entre +3 (impacto muito positivo da medida no critério) e -3 (impacto muito negativo), indicando o valor 0 que a medida não tem impacto no critério. Esta análise é feita critério a critério, para cada medida em seleção. Por exemplo, a medida “Identificação exata das fontes poluentes e respectivas cargas poluentes” tem impacto muito positivo no critério “Conhecimento dos processos de causa-efeito” (+3) e impacto fortemente negativo no critério “Custos associados à monitorização” (-3).
- 3º. *Ponderação medida versus critério* – obtém-se pelo produto entre o *facto impacto* da medida no critério pelo *facto ponderação* deste critério, refletindo a interligação entre medida e critério.
- 4º. *Avaliação final de cada medida e seleção das mais adequadas* – a classificação final para cada medida é obtida pela fórmula:

$$\sum_{i=1}^n (\text{factor de impacto de cada medida sobre o critério } i \times \text{factor de ponderação do critério } i)$$

O valor deste somatório dá a classificação de cada medida em termos da sua adequabilidade ao problema a resolver e às condições da área a intervencionar. As medidas com somatório mais elevado são as que melhor maximizam todos os critérios, logo as mais viáveis e com maior probabilidade de sucesso na resolução do problema.

#### **4. Processo dinâmico de melhoria dos resultados das medidas aplicadas**

A aplicação das medidas deverá acompanhar-se de monitorização para, com base nesta e em quaisquer evoluções das condicionantes locais relevantes, avaliar o seu sucesso ou insucesso. À medida que as condições mudam no terreno, seja por sucesso das medidas implementadas, seja por alteração de quaisquer condicionantes, pode ser necessário redefinir metas a atingir, o que deverá basear-se na monitorização e avaliação periódica das ações tomadas. Pode até, em função desta avaliação, ser necessário substituir medidas por outras que a matriz de decisão indique serem mais eficazes nas novas condições. Pode também haver necessidade de expandir as medidas a outras áreas inicialmente não consideradas (situação que exigirá uma reavaliação cuidada também dos critérios e fatores de ponderação da matriz de decisão) ou restringir a área de atuação e/ou o número de medidas. Para a execução deste processo dinâmico de avaliação de resultados, existem certos aspetos importantes a reter:

1. *O número de critérios não é estanque*, ou seja, os critérios iniciais poderão ser diferentes após análise por parte dos decisores e acores. A participação pública é de grande relevância na definição dos novos critérios face às novas condicionantes locais e problema(s) a resolver.
2. Em função da evolução do problema e/ou condicionantes locais, também *a ponderação de cada critério* (sua importância) *pode variar ao longo do tempo*. Assim, periodicamente deverá realizar-se uma avaliação desta importância e proceder à eventual alteração destes fatores de ponderação (e/ou à inclusão/exclusão de critérios, em função da nova conjuntura).
4. No caso de se verificar uma alteração dos critérios de avaliação e/ou dos fatores de ponderação, ou ainda à medida que surjam novos dados e/ou se obtenham os resultados das atuais medidas pode ser necessário *ajustar* (ou mesmo *criar novas*) *medidas*.
5. *A participação dos acores na decisão* (avaliação de critérios, aprovação de medidas, implementação de medidas que lhes digam diretamente respeito) é de capital importância para o sucesso das medidas e consequente resolução dos problemas.

#### **5. Aplicação ao caso de estudo de Melides**

O exemplo apresentado é um exercício teórico para demonstrar o funcionamento e potencial do método, aplicado ao caso de Melides. Neste exemplo pretende-se reduzir a poluição por fosfatos originários dos arrozais, que atingem a lagoa por via superficial de modo a melhorar o seu estado. Do vasto leque de medidas possíveis escolheram-se as do Quadro 4. Os critérios de avaliação das medidas e respectivos fatores de ponderação apresentam-se no Quadro 5 e a matriz de critérios e fatores de ponderação mais relevantes no Quadro 6.

**Quadro 4 – Medidas passíveis de serem utilizadas no controlo da carga de poluentes de fosfatos originários dos arrozais e que chegam à lagoa por via superficial**

Medida	Descrição da medida
M2	Aumentar a faixa terrestre entre canteiros de arroz e cursos de água, para larguras entre 6 a 10 m
M5	Alterar a estrutura das valas de descarga, de modo a não ocorrerem descargas diárias
M8	Implementar mecanismos que tornem a vegetação das valas de descarga dos arrozais e a sua reestruturação economicamente atrativas para os agricultores
M9	Recuperação da faixa ripícola com espécies não competitivas com os arrozais, para redução de sólidos suspensos e outros contaminantes passíveis de serem arrastados para a ribeira e Lagoa
M10	Criação de zonas húmidas recetoras das águas dos arrozais com vegetação remotora de fosfatos, adequada ao ecossistema local e cuja densidade optimize a remoção de poluentes; após passagem pela zona húmida as águas podem ser lançadas na Lagoa ou reutilizadas no regadio
M11	Construção de estruturas de regadio optimizadoras das condições e eficiências hidráulicas e minimizem rápidas descargas de água e nutrientes nelas dissolvidos
M14	Controlo artificial do movimento da água nos campos e recurso a sistemas de irrigação circular, de modo a minimizar as perdas de nutrientes
M17	Implementar técnicas de regadio/drenagem que permitam aumento significativo da retenção das águas nos canteiros, de modo a reduzir a carga poluente
M19	Implementação de métodos, taxas e calendários de aplicação de estrumes + fertilizantes de diversos tipos que, adaptados à realidade local, sejam os mais eficientes e ao mesmo tempo promovam uma minimização da perda de nutrientes

**Quadro 5 – Fatores de ponderação dos critérios de avaliação das medidas**

Descrição do critério	Designação do critério	Facto de ponderação
Qualidade da água	C11	5
Disponibilidade hídrica	C22	4
Conhecimento dos processos causa-efeito	C33	2
Produção agrícola	C44	4
População total	C51	3
População nos diversos sectores económicos	C52	2
Procura turística da região	C53	3
Alteração da procura	C71	4
Alteração dos tipos de lazer oferecidos	C74	4
Lucros	C75	3
Qualidade do estado ecológico	C81	5
Biodiversidade	C82	5
Disponibilidade de terrenos	C91	4
Monitorização	C92	3
Aquisição de tecnologia	C93	3
Mão-de-obra	C94	4
Utilização de fertilizantes e pesticidas	C95	5
Emprego na região	C101	5
Competição pela água	C102	4
Alterações nos processos de produção	C113	1

**Quadro 6 – Matriz dos fatores de impacto das medidas nos critérios de ponderação**

Medida	Critérios																			
	C11	C22	C33	C44	C51	C52	C53	C71	C74	C75	C81	C82	C91	C92	C93	C94	C95	C101	C102	C113
M2	3	0	0	-2	-1	-1	2	1	2	1	2	2	-3	0	0	-2	0	-1	0	-1
M5	3	1	0	-1	-1	-1	2	1	2	2	3	3	0	0	1	-1	1	-1	0	-1
M8	3	0	0	2	2	2	1	2	2	1	3	3	0	0	0	0	0	1	0	0
M9	3	-1	0	0	0	1	3	3	1	2	3	3	-2	0	1	-3	0	1	0	0
M10	3	-1	1	-1	0	-1	2	1	2	3	3	3	-3	2	3	-1	0	1	-2	0
M11	2	1	0	1	0	1	0	1	0	1	3	2	-1	0	3	-1	2	0	3	2
M14	3	2	0	3	0	0	1	1	0	1	2	2	0	0	2	0	3	0	2	1
M17	2	3	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	2	0	3	2
M18	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	2	0	0	0
M19	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	3	0	0	0

Da multiplicação da matriz dos fatores de impacto pelos fatores de ponderação resulta a matriz de multiplicação (Quadro 7) e do somatório das colunas desta matriz resulta a classificação final de cada medida (Quadro 8); as medidas com maior classificação são, se a atribuição dos valores dos fatores for a correta, as mais adequadas à resolução do problema

**Quadro 7 – Matriz da multiplicação dos fatores de ponderação pelos fatores de impacto para as medidas**

Medida	Critérios																			
	C11	C22	C33	C44	C51	C52	C53	C71	C74	C75	C81	C82	C91	C92	C93	C94	C95	C101	C102	C113
M2	15	0	0	-8	-3	-2	6	4	8	3	10	10	-12	0	0	-8	0	-5	0	-1
M5	15	4	0	-4	-3	-2	6	4	8	6	15	15	0	0	3	-4	5	-5	0	-1
M8	15	0	0	8	6	4	3	8	8	3	15	15	0	0	0	0	0	5	0	0
M9	15	-4	0	0	0	2	9	12	4	6	15	15	-8	0	3	-12	0	5	0	0
M10	15	-4	2	-4	0	-2	6	4	8	9	15	15	-12	6	9	-4	0	5	-8	0
M11	10	4	0	4	0	2	0	4	0	3	15	10	-4	0	9	-4	10	0	12	2
M14	15	8	0	12	0	0	3	4	0	3	10	10	0	0	6	0	15	0	8	1
M17	10	12	0	8	0	0	0	0	0	0	5	5	0	0	3	0	10	0	12	2
M18	5	0	0	8	0	0	0	0	0	0	10	10	0	0	0	0	10	0	0	0
M19	15	0	0	8	0	0	0	0	0	0	10	15	0	0	0	0	15	0	0	0

**Quadro 8 – Classificação das medidas**

Medida	Classificação	Descrição da medida
M14	95	Controlo artificial do movimento da água nos campos e recurso a sistemas de irrigação circular, de modo a minimizar as perdas de nutrientes
M8	90	Implementar mecanismos que tornem a vegetação das valas de descarga dos arrozais e a sua reestruturação economicamente atrativas para os agricultores
M11	77	Construção de estruturas de regadio optimizadoras das condições e eficiências hidráulicas e minimizem rápidas descargas de água e nutrientes nelas dissolvidos
M19	73	Implementação de métodos, taxas e calendários de aplicação de estrumes + fertilizantes de diversos tipos que, adaptados à realidade local, sejam os mais eficientes e ao mesmo tempo promovam uma minimização da perda de nutrientes
M17	67	Implementar técnicas de regadio/drenagem que permitam aumento significativo da retenção das águas nos canteiros, de modo a reduzir a carga poluente
M10	63	Criação de zonas húmidas recetoras das águas dos arrozais com vegetação remotora de fosfatos, adequada ao ecossistema local e cuja densidade optimize a remoção de poluentes; após passagem pela zona húmida as águas podem ser lançadas na Lagoa ou reutilizadas no regadio
M5	62	Alterar a estrutura das valas de descarga, de modo a não ocorrerem descargas diárias
M9	62	Recuperação da faixa ripícola com espécies não competitivas com os arrozais, para redução de sólidos suspensos e outros contaminantes passíveis de serem arrastados para a ribeira e Lagoa
M2	17	Aumentar a faixa terrestre entre canteiros de arroz e cursos de água, para larguras entre 6 a 10 m

## 6. Potencialidades da metodologia

Esta metodologia de apoio à decisão tem grande flexibilidade de aplicação, podendo ser usada na escolha de medidas de resolução dum conjunto alargado de situações, como a recuperação do estado de massas de água superficiais ou subterrâneas, proteção de ecossistemas (EDAS ou não), gestão dos recursos hídricos, regularização de cursos de água, ou outras. Além do vasto número de situações de intervenção que pode abordar, é aplicável a qualquer região e contexto social, cultural, económico ou outro, incluindo cenários de mudança (climáticos, sócio-económicos) para diferentes horizontes temporais, pois permite a inclusão/remoção de critérios de avaliação e alteração dos respectivos fatores de ponderação, de acordo com

condicionantes e características locais que influenciem o sucesso das medidas de intervenção. A flexibilidade no número de critérios e nos valores dos respectivos fatores de ponderação permite a sua alteração à medida que as condições no terreno vão mudando, seja por ação das medidas de intervenção, seja por quaisquer outros fatores; isto permite que a matriz seja usada na avaliação do sucesso das intervenções, mesmo em casos com imprevistas alterações bruscas nas condições da área intervencionada ou a intervencionar, permitindo ajustar as medidas de intervenção às novas condições, e mesmo avaliar o sucesso de medidas futuras em cenários de mudança. Assim, esta metodologia permite identificar intervenções eficazes com máxima economia de recursos, que sejam também as mais consensuais e eficazes em termos técnicos, económicos e ambientais.

## **7. Conclusões**

Esta metodologia é uma ferramenta de apoio à tomada de decisão, que embora desenvolvida para a escolha de medidas de recuperação do estado das massas de água, pode ser aplicada a um variado conjunto de problemas e meios necessitando de intervenção. A sua flexibilidade advém de possibilidade de poder adaptar a lista de temas e critérios, assim como os valores dos fatores de ponderação e de impacto) às condições da área a intervencionar e problema a resolver, podendo avaliar diferentes tipos de medidas. Os resultados da metodologia estão fortemente dependentes duma correta avaliação dos fatores de ponderação e de impacto, pelo que só deve aplicar-se após avaliação conjunta e consensual dos valores destes fatores pelos decisores e acores envolvidos no problema. O exercício teórico de aplicação ao caso de estudo de Melides permitiu identificar, dum conjunto de medidas para recuperar o estado da lagoa de Melides (resultante da poluição vinda por via superficial e do aquífero subjacente) as apresentadas no Quadro 8. Refira-se que estes resultados versaram um reduzido grupo de medidas possíveis. Na aplicação real da metodologia, com participação de decisores e acores, outras medidas aqui não consideradas poderão revelar-se mais viáveis.

### **Agradecimentos:**

Este trabalho foi realizado no âmbito do Projecto PROWATERMAN, financiado pela FCT.

### **Bibliografia**

Furuno, T. (2001): The Power of Duck. <http://www.leopold.iastate.edu/news/leopold-letter/2002/spring/duck-power-and-tale-success-six-acres-ecosystem>, consultado em Julho 2012.

Kristensen, P. (2004): “The DPSIR Framework”. Paper presented at the 2004 Workshop on a comprehensive/detailed assessment of the vulnerability of water resources to environmental change in Africa using river basin approach. UNEP Headquarters, Nairobi, Kenya, 27-29 September.

Novo, M.E., Oliveira, L., Lobo Ferreira, J.P. (2013): Água, Ecossistemas Aquáticos e Actividade Humana – Projecto PROWATERMAN. Estratégias e Medidas de Gestão dos Recursos Hídricos da Bacia de Melides (Quantidade e Qualidade Química e Biológica). Lisboa, LNEC, Relatório 128/2013 – DHA/NAS.