

# VI CONGRESO IBÉRICO de AgrolIngeniería

5 a 7 de Septiembre | 2011  
Universidade de Évora | Portugal



## Perspectivas de desenvolvimento de guias temáticos no âmbito do regadio

P. B. da Luz <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Unidade de Sistemas Agrários e Desenvolvimento, INRB/INIA. Portugal. E-mail: paulo.luz@inrb.pt

### Resumo

“Guia temático” é uma designação que envolve um conjunto variado de definições e conceitos. Pode ser referido como uma ferramenta metodológica que deve proporcionar informação nos assuntos, princípios e passos referenciados, de uma forma objectiva, rápida e concisa. A utilização desta ferramenta está frequentemente associada a processos de avaliação, decisão e recomendação.

O desenvolvimento de guias na temática do regadio enquadra-se nos objectivos visados por algumas orientações e medidas políticas nacionais e europeias, nas áreas de desenvolvimento científico e rural que apontam para, 1) a melhoria do uso dos recursos naturais pela agricultura, 2) a investigação de tecnologias e serviços ambientais de interesse público, na qual os temas relacionados com a escassez de água são considerados prioritários, 3) a utilização de sistemas de indicadores, de tratamentos estatísticos e das mais avançadas tecnologias de informação. Deve também transparecer nas soluções preconizadas em guias, para os projectos no âmbito do regadio, uma harmonização de objectivos de sustentabilidade agro-ambiental e de competitividade económica dos sistemas de produção.

Na perspectiva do desenvolvimento de guias temáticos de regadio fez-se neste trabalho uma abordagem das estruturas e dos critérios que estabelecem relações funcionais entre as áreas disciplinares e as metodologias de processamento de informação (de natureza descritiva, qualitativa ou quantitativa). Os procedimentos propostos, abrangendo questões relativas ao “como, quando e quanto regar”, ajudarão a perceber com um maior rigor os factores de risco e de potencial dos projectos.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento Rural, Gestão dos Recursos Naturais, Regadio, Tecnologias de Informação.

### Abstract

“Thematic Guide” may be proposed for designation of several tools for providing information about a specific theme. Defines a methodological tool able to provide quick access to issues information prepared with concise and objective principles and steps. Information contained in guides will aid in developing successful procedures related to monitoring, evaluation, design and planning.

The irrigation guides goals are supported by european political programmes and instruments with respect to rural development and research skills which point out, 1) to the improvement of natural resources utilized by agriculture, 2) to research serving the public good on environmental technologies and services, where water scarcity is a priority issue, 3) the use of statistics, indicators, geographic information and artificial intelligence, among other systems and tools. On the other hand, proposed solutions must harmonize objectives of environmental sustainability and competitiveness of farm enterprises.

Regarding irrigation topics, this guide study focused the structural design criteria, establishing functional relationships between disciplinary areas and information technologies (including descriptive, qualitative or quantitative expression formulations). Information procedures based on answers to questions related to “how, when and how much” irrigate will address potentialities and risks reported to specific projects.

**Keywords:** Information Technology, Irrigation, Natural, Resources Conservation, Rural Development.

## 1. INTRODUÇÃO

Um “guia temático” é uma ferramenta metodológica que deve assegurar ao utilizador um tratamento da informação ajustado a questões e cenários muito concretos. A sua concepção vai assentar em estruturas de informação com normas de natureza descritiva, qualitativa ou quantitativa. Revela-se muito útil em processos de monitorização, avaliação, decisão e recomendação, entre outros.

As orientações para a melhoria do ambiente e da competitividade agrícola, mencionadas na reforma da PAC (Conselho da União Europeia, 2003), no relançamento da Estratégia de Lisboa (Conselho da União Europeia, 2005) e na Estratégia Europeia de Desenvolvimento Sustentável (Conselho da União Europeia, 2006), bem como nos planos de desenvolvimento subsequentes, dão ênfase à resolução dos problemas no domínio geral da gestão e protecção do recurso água. Também no âmbito de planos e programas estratégicos nacionais, como a Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável - ENDS 2015 (Conselho de Ministros, 2007), o Programa de Desenvolvimento Rural 2007-2013 (GPP, 2007) e o Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (INAG, 2001), podem ser encontrados vários objectivos com associação ao desenvolvimento do regadio, nomeadamente:

- a) melhoria das potencialidades do uso da água, considerando-se a necessária convergência entre os objectivos da política de gestão das águas nacionais e os objectivos globais e sectoriais de ordem económica, social e ambiental;
- b) realização de investigação de interesse público, para a qual os temas relacionados com a protecção ambiental e a escassez de água são considerados prioritários;
- c) incremento de acções de I&D, cujos resultados e conclusões possam promover soluções para o apoio a boas práticas pelo utilizador relativamente a problemas concretos. Ou seja, soluções de utilização aplicada às necessidades no “terreno” (o que envolve a “parcela agrícola/on-farm” na perspectiva do desenvolvimento rural);
- d) Sistemas e tecnologias de rega, de mobilização do solo e culturais que contribuam para a sustentabilidade dos recursos naturais;
- e) Tecnologias inovadoras ao nível da informação/comunicação.

Além do mais, actualmente existem enormes desafios postos à investigação sobre o uso dos recursos naturais, relacionados com as alterações climáticas, as secas e o combate à desertificação.

Num contexto de preocupações e oportunidades reconhece-se a importância da construção de guias na temática do regadio, com uma abrangência crescente de objectivos e conteúdos. Por outro lado, constata-se que, ao nível das parcelas e explorações agrícolas, existem já ferramentas do tipo “guia”, que têm referenciado soluções de boas práticas aos técnicos e decisores; no entanto, frequentemente, apresentam informação e objectivos dispersos por subtemas técnicos, ambientais e económicos, com reduzida interligação. Assim, de acordo com o panorama mais actual de desenvolvimento, as novas ferramentas de apoio devem delinear soluções baseadas em abordagens integradas envolvendo os domínios técnico e socio-económico. É de referir que em regadio se verifica bastantes vezes situações de conflito entre objectivos técnicos/ambientais e económicos. Opções de práticas para uma melhor conservação dos recursos solo e água podem obrigar à adopção de equipamentos de maior custo e/ou que a sua operacionalidade obrigue à utilização de mais energia. Objectivamente, visa-se neste estudo a apresentação de um panorama de desenvolvimento de guias na temática do regadio, no qual se deverá observar a protecção dos recursos naturais e o estabelecimento de soluções de compromisso no âmbito técnico-económico, em oposição a opções na óptica da maximização da produção ou do lucro.

## 2. TEORIA

### 2.1. Conceptualização e estruturação de Guias Temáticos

Da análise de diversos documentos que descrevem o desenvolvimento e estruturação de guias destacam-se alguns dos conceitos e ideias-chave que são de considerar na caracterização desse tipo de ferramentas, frequentemente aplicadas em processos de avaliação e apoio à decisão:

- 1) trabalho detalhado sobre um tema a utilizar por referências rápidas. Muitas vezes é definido com conceitos equivalentes a um manual. No entanto, em geral, este envolve uma abordagem mais descritiva para o processamento da informação;
- 2) metodologia que proporciona informação objectiva e concisa nos assuntos, princípios e passos que o utilizador deve atender;
- 3) metodologia que recorre a uma identificação de factores e ao estabelecimento de critérios para os classificar, considerando-se determinadas normas de natureza descritiva, qualitativa ou quantitativa;
- 4) um guia para a análise de projectos facilita o acesso à informação por parte dos utilizadores-alvo, recorrendo, por exemplo, a quadros, grelhas e figuras;
- 5) a disponibilidade de exemplos e ilustrações com o esclarecimento passo a passo de procedimentos e regras aplicadas na análise considerada são um forte contributo para a adequada utilização de um guia;
- 6) para o sucesso da utilização de um guia é relevante ser estruturado com variáveis ajustadas a condições e características uniformizadas e que perspectivam abordagens temáticas com procedimentos actualizados, inovadores e criativos;
- 7) oferece um quadro de soluções que perspectiva projectos concretos adequados e recomendáveis para condições muito específicas.

O desenvolvimento de um guia temático, muitas vezes associado a um plano global de investigação, deve atender a normas de sistematização e classificação da informação adequadas aos objectivos em foco. Nesta perspectiva devem fazer parte da estratégia a seguir, a utilização de boas práticas de observação e experimentação e das mais apropriadas tecnologias de informação para a agregação de dados e interpretação de resultados.

Alguns dos conceitos apresentados neste estudo para agregar a informação disponibilizada num guia (parâmetro, indicador, índice, sistema de classificação) estão de acordo com a abordagem desenvolvida pelo documento SIDS - Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (DGA, 2000). Por outro lado, numa análise mais integrada, não poderão os objectivos agro-ambientais ficar dissociados dos aspectos económicos, sociais e institucionais nas suas diferentes (micro-macro) escalas (Gouzee et al., 1995). Também relatórios da Comissão Europeia (Currie et al., 1999), (Strosser et al., 1999) enfatizam a importância do estabelecimento de indicadores agro-ambientais e económicos e de uma adequada base de modelos e instrumentos estatísticos, bem como a vantagem das avaliações com dados disponíveis à escala mais reduzida ou local (ainda que com custos crescentes).

Num processo de evolução, as ferramentas tipo guia desenvolvidas envolvem para além das estruturas mais descritivas e com simples quadros de classificação, os tratamentos estatísticos, os sistemas de informação geográficos (SIG), as tecnologias de inteligência artificial (IA), os métodos de decisão multi-critério, os sistemas de apoio à decisão (SAD), etc. ou, usualmente, uma combinação de diferentes metodologias (método híbrido) (Vlad, 1998). Como exemplo de um guia concebido com um método híbrido considere-se um SAD estruturado para processos de avaliações técnico-económicas de projectos de rega, onde se incluem procedimentos de base, como a aplicação de um método multi-critério, para a

selecção de projectos alternativos, envolvendo uma metodologia de inteligência artificial para estabelecer agrupamentos de projectos e integrando as bases de dados com um SIG para armazenar, gerir, analisar e disponibilizar dados distribuídos espacialmente.

A identificação de características e utilizações de algumas das principais tecnologias de IA (Quadro 1) permite confirmar o interesse da aplicabilidade destas tecnologias em ferramentas para apoiar os decisores em projectos, nomeadamente de regadio.

**Quadro 1.** Panorama das Tecnologias de Inteligência Artificial (Strobl e Robillard, 2006)

Tecnologia de Inteligência Artificial	Vantagens	Desvantagens	Usos
<u>Sistemas Periciais</u> ("Expert Systems")	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pode lidar com incerteza</li> <li>• transparência "em como"</li> <li>• surgem decisões</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sistemas mais complexos podem requerer linguagem de alto nível</li> <li>• pode consumir muito tempo</li> </ul>	controlo, projecto, diagnóstico, instrução, interpretação, monitorização, planeamento, previsão, prescrição, selecção, simulação.
<u>Redes Neurais</u> ("Artificial Neural Networks")	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pode reconhecer padrões em dados não prontamente observáveis pelas pessoas</li> <li>• tem capacidade para generalização</li> <li>• uso amigável</li> <li>• pode lidar com dados não lineares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• precisa de dados representativos cobrindo todos os padrões possíveis</li> </ul>	associação de padrões, previsão, função de aproximação, categoria/grupo, optimização, controlo, memória endereçada ao conteúdo.
<u>Algoritmos Genéticos</u> ("Genetic Algorithms")	<ul style="list-style-type: none"> <li>• técnica de procura efectiva num leque alargado de problemas de optimização difíceis</li> <li>• opera num conjunto de soluções mais do que apenas em uma solução</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• função de avaliação do ajustamento necessita para ser determinado ou conhecido</li> <li>• possibilidade de custo alto de computação devido a convergência lenta</li> </ul>	optimização e busca.
<u>Sistemas "Fuzzy Logic"</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• uso amigável e eficiente</li> <li>• boa para incerteza ou cálculo de aproximação</li> <li>• permite expressões descritivas</li> <li>• permite expressões qualitativas</li> <li>• rápida e suave</li> <li>• boa para problemas intuitivos complexos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• modelo inexacto é necessário</li> <li>• necessita de determinar funções de grau de relação</li> </ul>	processo de controlo, modelação, previsão, reconhecimento de padrões e classificação, sistemas de informação, apoio à decisão.

De acordo com Vlad (1988) existe uma crescente complexidade e especificidade da informação requerida pelos utilizadores de meios e apoios de avaliação e decisão; as ferramentas propostas tendem assim a evidenciar linhas de evolução em função das disciplinas de suporte, dos factores, das utilizações, dos tipos, dos critérios e dos métodos. Por outro lado, segundo o mesmo autor, são aconselháveis verificações que permitam a comparação do desempenho dos projectos em análise com a identificação dos dados mais actuais e dos anteriormente adquiridos; conseqüentemente, num processo dinâmico de actualização e aperfeiçoamento de um guia, os resultados obtidos poderão servir de "feedback" para revisões e modificações. Com o desenvolvimento destas abordagens e conceitos tem sido possível, também no âmbito de guias, uma aplicação mais fiável de metodologias, normativos ou informativos, verificando-se uma maior especificidade dos factores e uma melhor representatividade dos resultados. No entanto, constata-se igualmente que, face ao desenvolvimento de um grande numero de tecnologias e ferramentas, maiores dificuldades surgem para a escolha das opções mais fiáveis.

## 2.2. Domínios disciplinares no sector do regadio

A implementação de um projecto de regadio pode ser um factor de melhoria ou de degradação dos ecossistemas. Dadas algumas referências sobre avanços em orientações e em tecnologias de informação que promovem o desenvolvimento competitivo e sustentável do regadio, destaca-se também informação mais pormenorizada relativa a domínios disciplinares a considerar na construção de um guia.

O fundamento da actividade de rega está na aplicação de água, por um determinado método, para repor níveis de humidade no solo face às necessidades das culturas. Deste facto sobressai a necessidade de se responder adequadamente a três questões deste domínio disciplinar: como, quanto e quando regar? Nas fases de configuração e dimensionamento de um projecto determinam-se alguns parâmetros relativos à aplicação de água (intensidade da rega, tempo máximo diário de rega, intervalos de rega, caudais, pressões, comprimentos de tubagens, potência do grupo de bombagem etc.) condicionados pela caracterização cultural, do solo, da topografia e ainda de factores climáticos. Neste sentido é necessário realizar estudos associando a água ao sistema solo-planta-atmosfera, que possam dar indicações sobre as opções mais adequadas nos projectos. A caracterização dos parâmetros dessa estrutura de inter-relações, como, por exemplo, a capacidade de infiltração, a profundidade radicular, e a evapotranspiração é fundamental para a definição das dotações de rega. Por outro lado, esses estudos permitirão também a apresentação de dados que fundamentarão a construção de balanços hídricos (de periodicidade diária, semanal, mensal ou outra), necessários para uma adequada condução da rega. Opções correctas em termos de gestão da rega e de projecto preconizarão um bom desempenho da instalação (abordado com parâmetros como a eficiência, a uniformidade, a distribuição ou o armazenamento). A adequação de todos esses parâmetros, face à especificidade e condicionalismos do sistema cultural e ao impacte das práticas adoptadas, torna-se assim determinante para a produtividade cultural.

Considerando-se o actual desenvolvimento do domínio disciplinar da sustentabilidade agro-ambiental, também os projectistas e os utilizadores dos sistemas de rega têm uma maior responsabilidade de aplicar estratégias de minimização das perdas de recursos naturais e de protecção da sua qualidade. A deficiente utilização de um sistema de rega acarreta problemas de escoamentos de água, com impacte em fenómenos como a erosão do solo ou a degradação da estrutura dos agregados e consequentes graves condicionalismos no solo, ao nível da compactação, da diminuição da transitabilidade, ou da redução da infiltração da água. Para compromissos de uma correcta gestão dos recursos têm sido crescentemente investigadas práticas como a mobilização reduzida, os nivelamentos, as rotações culturais, o enriquecimento do teor de matéria orgânica do solo e a rega deficitária. Também a qualidade da água, dependente das concentrações de sais e de elementos tóxicos, nunca deverá ser considerada uma potencial fonte de problemas, sejam de poluição das águas subterrâneas e superficiais ou de contaminação dos solos.

Relativamente ao domínio sócio-económico, a tendência em regadio é o desenvolvimento de avaliações reportadas a temas multidisciplinares que conjugam a viabilidade do desenvolvimento rural e ordenamento do território com a pressão de factores ambientais, económicos e sociais, nomeadamente em condições e escassez de água. No processo de construção de um guia de rega torna-se conveniente a utilização de parâmetros de disciplinas técnicas e económicas em análises “trade-off” e no estabelecimento de valores de limiar ou limites críticos. Estas directrizes irão facilitar o enquadramento de estruturas de classificação para a abordagem de assuntos relevantes no âmbito do desenvolvimento rural, como os sistemas agrários, a competitividade, ou o abandono agrícola.

### 2.3. Perspectivas actuais para o desenvolvimento de guias na temática do regadio

Nesta secção resumem-se algumas das directrizes que mais têm contribuído para o desenvolvimento de guias no âmbito do regadio, de acordo com diferentes objectivos e utilizações. Na generalidade dos diferentes tipos de estruturas abordadas é de destacar o estabelecimento de relações funcionais entre as variáveis das diferentes áreas disciplinares de base e as metodologias de processamento de informação e de apoio à decisão aplicadas. Enumeram-se as seguintes referências:

- 1) abordagem multidisciplinar, ou seja, através da “colaboração” entre as disciplinas, para resolver dificuldades nas temáticas relativas à gestão da água que envolvem a sua utilização sustentável;
- 2) utilização de indicadores agro-ambientais que se reportem, em contextos de espaço e tempo, à utilização dos recursos naturais em articulação com a informação de aspectos sociais, económicos e institucionais, para uma análise integrada do desempenho dos sistemas agrários em regadio. Estabelece-se o grau de detalhe de acordo com objectivos mais específicos ou mais generalistas;
- 3) introdução de quadros de classificação, com definição de critérios, normas e limites que permitam, numa base qualitativa ou quantitativa, classificar os factores das disciplinas; ou aplicação de uma abordagem descritiva para tratamento da informação (variáveis e considerações) segundo condições espaciais ou temporais (perspectiva de maior subjectividade, por exemplo para analisar a diversidade da vegetação);
- 4) aplicação de métodos de IA (caracterizados no quadro 1) para acrescentar capacidade analítica, relativamente a formulações descritivas, qualitativas ou quantitativas, no âmbito de processos de estabelecimento de projectos alternativos em regadio; possibilidade de desenvolvimento de sistemas ou estruturas híbridas, com várias metodologias;
- 5) formular problemas de selecção das melhores tecnologias de rega alternativas com base num quadro de decisão multicritério, onde se estabelecem soluções de compromisso pela análise de factores reportados a critérios físicos, técnicos, económicos, sociais, culturais e legais;
- 6) aplicação da programação multiobjectivo para avaliar diversos objectivos em competição (análise “trade-off”), para os quais não é possível uma solução ideal única. Desta forma, estabelece-se um conjunto de soluções possíveis e eficientes, em função dos condicionalismos (riscos, restrições, incertezas, conflito de interesses) apresentados. Por exemplo, objectivos ambientais e económicos relacionados com projectos de rega;
- 7) utilização da programação linear, como metodologia adequada para os problemas de atribuição de recursos escassos, como na gestão da água em planeamentos de regadio;
- 8) abordagem multifuncional para caracterizar e relacionar os múltiplos dados de saída (bens e externalidades) associados ao processo de produção da agricultura de regadio, enquadrados nos sistemas, políticas e inovações;
- 9) abordagem multiperspectiva ou multiusos para o enquadramento do regadio no uso múltiplo da água, com um conjunto de indicadores económicos, sociais e ambientais de sustentabilidade;
- 10) abordagem multiescala local (exploração agrícola), regional (bacia) ou nacional, em função de análises de diferente tipo de especificidade e detalhe;
- 11) abordagem de um processo de decisão com projectos de regadio, utilizando bases de dados ou de modelos com hierarquização multinível para se estabelecer um posicionamento das alternativas. Esta hierarquização define uma organização dessas bases estruturada em grupos diferenciados, com níveis relativos ou crescentes de prioridade e

importância, face a diferentes critérios (de técnicos a económicos) e que envolve interfaces bem padronizadas;

- 12) abordagem multialvo considerando as hipóteses de acederem a um guia diferentes utilizadores;
- 13) potenciar a utilização de sistemas de informação geográficos (SIG) para referenciação e relacionamento das bases de dados dos factores analisados (envolvendo espaços geográficos ou de informação).

Outro aspecto a privilegiar no processo de desenvolvimento de um guia é a introdução de ilustrações e exemplos concretos, que identificam metodologias e soluções em cenários mais típicos e que permitem estabelecer aproximações ao projecto a delinear, em função da caracterização das necessidades, potencialidades e dos factores de risco expressos pelos utilizadores. Esta caracterização permite também evidenciar as condições de especificidade de um projecto e revelar até que ponto a sua implementação respeita determinados objectivos globais de ordenamento e planeamento rural associados, nomeadamente em abordagens do tipo “multi”.

No Quadro 2 sintetizam-se as áreas temáticas e as metodologias já referenciadas.

**Quadro 2.** Enquadramento de directrizes para a estruturação de um guia de regadio.

<b>GUIA TEMÁTICO DE REGADIO</b>		
<b>Objectivos:</b> Definição das melhores soluções/alternativas que conduzem ao estabelecimento de decisões e recomendações		
<b>Utilização:</b> Processos de avaliação de desempenho e do risco, de apoio à decisão, de controlo, de diagnóstico, de monitorização, de optimização, de selecção etc.		
<b>ÁREAS TEMÁTICAS E SUB-TEMAS/DISCIPLINAS</b>	<b>PROCEDIMENTOS DE BASE (Abordagens e Metodologias)</b>	<b>ESTRUTURAS METODOLÓGICAS (Organização)</b>
<p><b>Sistema tecnológico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- cultura</li> <li>- mecanização</li> <li>- rega</li> </ul> <p><b>Conservação dos recursos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- água</li> <li>- solo</li> <li>- ar</li> <li>- escoamentos e erosão</li> <li>- poluição</li> <li>- salinização</li> </ul> <p><b>Clima</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- factores climáticos</li> <li>- evapotranspiração</li> <li>- secas</li> <li>- desertificação</li> <li>- carbono e efeito de estufa</li> <li>- mudanças climáticas</li> </ul> <p><b>Socio-económico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- análise económica</li> <li>- análise financeira</li> <li>- sistemas agrários</li> <li>- abandono agrícola</li> <li>- pobreza e desenvolvimento</li> <li>- segurança alimentar</li> </ul> <p><b>Ordenamento do território</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- zonas de protecção dos recursos e processos naturais</li> <li>- condicionamento do uso dos recursos</li> <li>- coesão económica e social</li> </ul>	<p><b>Indicadores</b> (definição do grau de detalhe)</p> <p><b>Informação descritiva</b></p> <p><b>Quadro de classificação</b> (abordagem qualitativa - quantitativa)</p> <p><b>Inteligência Artificial</b> (Sistemas periciais, “Fuzzy logic”, Redes neuronais, Algoritmos genéticos e Sistemas híbridos)</p> <p><b>Sistema de Inf. Geográfica (SIG)</b></p> <p><b>Multidisciplinar</b></p> <p><b>Multicritério</b></p> <p><b>Multiobjectivos</b></p> <p><b>“Trade-off”</b></p> <p><b>Programação linear</b></p> <p><b>Multifuncional</b></p> <p><b>Multiescala</b></p> <p><b>Multinível (hierárquico)</b></p> <p><b>Multiusos/Multiperspectiva</b></p> <p><b>Multialvo</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Sistema de Classificação</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Manual Temático</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Sistema de Apoio à Decisão (SAD)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Estruturas Híbridas</b></p>

#### 2.4. Exemplo de guia na temática do regadio

Na continuidade da apresentação dos fundamentos e perspectivas de desenvolvimento de guias de regadio será útil concretizar uma estrutura conceptual com um exemplo. Neste guia, e de acordo com as directrizes consideradas pela comunidade científica, nomeadamente no âmbito de estudos agro-ambientais, deu-se particular importância a objectivos que envolvem a conservação do solo, da água e da energia de forma a delinearem-se recomendações fiáveis e de sustentabilidade em regadios, aos agentes da área rural.

*Guia para avaliação de terras em regadio – Boletim de solos FAO 55 (FAO, 1985)*

Relativamente a este guia foram seleccionados e analisados diferentes tipos de factores, quanto às características, valor e limites críticos:

- a) Produção/Agronómicos;
- b) Gestão;



- c) Caracterização e desenvolvimento da terra;
- d) Conservação e ambiente;
- e) Condições socio-económicas.

Para uma ilustração de uso considere-se como factor a seleccionar a salinidade. As variáveis/parâmetros a caracterizar serão:

- a) Permeabilidade do solo;
- b) Profundidade de barreira;
- c) Resistência hidráulica ao fluxo vertical através da barreira;
- d) Elevação da terra.

No exemplo relativo à permeabilidade do solo o guia propõe (Quadro 3):

**Quadro 3.** Classificação da adequação da terra.

Factor	Representado por: Característica da terra	Limites críticos				
		s1	s2	s3	n1	n2
Salinidade	Permeabilidade do solo (cm/h)	> 1.0	1.0-0.5	0.5-0.1	0.1-0.05	<0.05

Para a avaliação final da adequação da terra de regadio, ao nível do projecto de uma propriedade rural e para o tipo de estudo desenvolvido (com maior ou menor detalhe para definir o que é praticável) são ainda requeridos alguns passos. Refira-se que uma avaliação neste domínio deve ser desenvolvida tendencialmente numa base multidisciplinar e como um processo em que se estabelecem critérios para fronteiras entre o que é terra apropriada ou não. É possível medir a adequação com um índice físico de produtividade da terra, relacionado com as produções relativas, função da melhor produção esperada (ton/ha) para a classe superior - a que se atribui o valor de s1 (mais adequado), sendo que o valor de n2 representa o não ajustamento do uso da terra em regadio. Para além disso, nessa avaliação final é também requerida a comparação dos dados de saída com os dados de entrada em termos económicos, que traduzam o efeito dos factores físicos analisados. De facto, a avaliação deve integrar o conceito económico e neste guia da FAO as cinco classes definidas vão também representar uma medida de adequação com um de dois índices alternativos: 1) resultado líquido na propriedade, ou 2) acréscimo do benefício líquido do regadio, com valores monetários por hectare. Finalmente, consideram-se os procedimentos como um processo iterativo que conduz a sucessivos refinamentos e requer-se pesquisas apropriadas para a escala e intensidade nos diferentes estádios do projecto (do reconhecimento à construção mais detalhada) e para as subsequentes fases de implementação.

### 3. CONCLUSÕES

O desenvolvimento de guias aponta para a sua utilização não apenas para a avaliação do desempenho de um projecto de regadio, mas também para processos de apoio à decisão, monitorização, fiscalização etc. Reconhece-se ainda que um guia deve ser um documento de consulta, mas mesmo não sendo o utilizador-alvo um perito na generalidade das áreas de conhecimento deverá ter a capacidade mínima para, num balanço entre generalidades e informação detalhada, interpretar e aplicar a informação disponibilizada. Por exemplo, conseguir concretizar respostas sobre questões relativas ao “como, quando e quanto regar”, na perspectiva da competitividade agrícola e da justa avaliação das externalidades, quer positivas

(defesa do ambiente, conservação dos recursos naturais etc.), quer negativas (escoamento superficial, erosão, poluição, etc.), no contexto específico do projecto.

No panorama do desenvolvimento do sector do regadio, ao nível do planeamento e da operacionalidade, requerem-se respostas eficazes aos múltiplos desafios que remetem à investigação. Nomeadamente, para endereçar orientações sobre condições de conflito, risco e compromisso em que se torna premente apresentar mais informação quantitativa (determinística) recorrendo-se a indicadores, folhas de cálculo, bases de dados e de modelos e tecnologias de inteligência artificial, com abordagens de carácter múltiplo (identificadas pelo prefixo “multi”). Assim, para abordagens crescentemente integradas com critérios técnicos e socio-económicos, perspectiva-se que os conteúdos e componentes das estruturas metodológicas a desenvolver exigem actividades de I&D mais complexas e que promovam a interligação de especialistas de várias áreas de engenharias/ciências, prioritariamente:

- 1) agronómica e ambiental;
- 2) económica e social;
- 3) informática e matemática (modelação).

#### **4. BIBLIOGRAFIA**

- Conselho da União Europeia (2003). Reforma da Política Agrícola Comum - PAC. Conselho de Ministros da Agricultura. 26 de Junho. Luxemburgo.
- Conselho da União Europeia (2005). Revisão Intercalar da Estratégia de Lisboa de 2000. 22/23 de Março. Bruxelas.
- Conselho da União Europeia (2006). Estratégia da União Europeia para o Desenvolvimento Sustentável. 15/16 de Junho. Bruxelas.
- Conselho de Ministros (2007). Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável, ENDS – 2015. Diário de República. Resolução do Conselho de Ministros n.º 109/2007 de 20 de Agosto. Lisboa.
- Currie, J., Franchet, Y., Legras, G. (1999). Agriculture, Environment, Rural Development: Facts and Figures - A Challenge for Agriculture. European Commission. Brussels.  
<http://europa.eu.int/comm/agriculture/envir/report/en/intro>
- DGA (2000). Proposta para um Sistema de indicadores de Desenvolvimento Sustentável. Ministério do Ambiente e Ordenamento do Território. Lisboa.
- FAO (1985). Guidelines: land evaluation for irrigated agriculture. FAO soils bulletin 55, FAO Land and Water Development Division. Rome.
- Gouzee, N., Mazjin, B., Billharz, S. (1995). Indicators of Sustainable Development for Decision-Making. Report of the Workshop of Ghent, Belgium, 9-11 January 1995. UN Commission on Sustainable Development. Brussels.
- GPP (2007). Plano Estratégico Nacional. Desenvolvimento Rural. Ministério da Agricultura Desenvolvimento Rural e Pescas. Outubro 2007. Lisboa.
- INAG (2001). Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água – PNUEA. Ministério do Ambiente e Ordenamento do Território. Lisboa.
- Strobl, R.O., and Robillard, P.D. (2006). Artificial intelligence technologies in surface water quality monitoring. Water International. 31(2), 198-209.
- Strosser, P., Vall, M., Plotscher, E. (1999). Agriculture, Environment, Rural Development: Facts and Figures - Water and Agriculture: contribution to an analysis of a critical but difficult relationship. European Commission. Brussels.  
<http://europa.eu.int/comm/agriculture/envir/report/en/eau>
- Vlad, V. (1998). A decision support system for sustainable land management: structure and functions. Proceedings of the 16-th World Congress of Soil Science. Montpellier