

APLICAÇÃO DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NA GESTÃO DA ÁGUA: O CASO DO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DO CAIA

Pedro A. Oliveira*, António M. Perdigão*; Paulo Morgado ** e Jorge Rocha **

* Instituto de Hidráulica, Engenharia Rural e Ambiente (IHERA), Av. Afonso Costa, nº 3, 1949-002 Lisboa, Tel. +351 218470529, Fax: +351 218401391, E-mail: perdigao@ihera.min-agricultura.pt

** Centro de Estudos Geográficos, Universidade de Lisboa, Alameda da Universidade, 1600-214 Lisboa Portugal, Tel. +351 217940218, Fax: +351 217938690, E-mail: pms@mail.doc.fl.ul.pt; jrocha@mail.doc.fl.ul.pt

Palavras-chave – Aproveitamento Hidroagrícola; Gestão de Recursos; Água; Sistemas de Informação Geográfica; Detecção Remota.

Resumo

A agricultura de regadio encontra-se em grande expansão dentro do sector agrícola Português. O aumento da eficiência da utilização deste recurso passa pela melhoria do acompanhamento da utilização da água a vários níveis entre os quais, os Aproveitamentos Hidroagrícolas.

O elevado volume de informação disponível neste sector carece de um sistema de gestão de dados espaciais a nível local e regional. Foi desenvolvido o Sistema de Informação Geográfica do Aproveitamento Hidroagrícola do Caia (SIGAHC), inserido no âmbito do programa INTERREG II C (Ordenamento do Território e Luta contra a Seca), medida 2 – Reforço e optimização do uso da Água na Agricultura, de forma a dotar a Associação de Regantes do Caia de uma ferramenta de análise para o apoio à gestão.

O SIGAHC tem por objectivo monitorizar a evolução das culturas no perímetro de rega, a tecnologia de rega aplicada e o consumo de água associado, através da realização de análises de consumo em função do tipo de solo, cultura e área. O recurso às técnicas de Detecção Remota permite validar as culturas regadas realizadas no

perímetro, nas áreas excluídas, nas áreas fora do perímetro (regantes a título precário) e na zona da albufeira.

A interligação entre o SIGAHC e um Sistema de Gestão de Base de Dados (SGBD) é fundamental para que se possa fazer um acompanhamento do perímetro de rega ao nível da parcela cultural, mantendo constantemente a informação cartográfica e tabular actualizada.

O conhecimento espacial e temporal da utilização dos recursos: água e solo, ao nível da parcela cultural, faz do SIGAHC, juntamente com o SGBD, uma ferramenta de controlo para a gestão do perímetro de rega.

1. Enquadramento

O trabalho que se apresenta neste documento foi desenvolvido para o Perímetro de Rega do Aproveitamento Hidroagrícola do Caia. O perímetro beneficia 7 240 ha de terras, dos 9 105 ha que perfazem o Aproveitamento Hidroagrícola. Os “Campos do Caia” estendem-se, para jusante do cruzamento do rio pela estrada nacional Elvas - Campo Maior, ao longo da fronteira e dos rios Caia e Guadiana, numa extensão de 35 Km, nos Concelhos de Elvas e Campo Maior.

O recurso aos Sistemas de Informação Geográfica como ferramenta para aferição da evolução dos fenómenos que ocorrem na superfície terrestre simulando multi-cenários ou situações, e como instrumento de apoio às tomadas de decisões no âmbito da gestão do território abrangidos pelo Aproveitamento Hidroagrícola e área envolvente.

As culturas regadas têm vindo a assumir um papel cada vez mais importante na agricultura portuguesa, perspectivando-se, para um futuro relativamente próximo, o aumento significativo na sua área com o início da exploração do Empreendimento de Fins Múltiplos do Alqueva (EFMA) e com os trabalhos de reabilitação de outros perímetros de rega na área abrangida pelo empreendimento do Alqueva, como é o caso do empreendimento hidroagrícola do Caia.

Devido ao facto de as disponibilidades hídricas para o regadio serem limitadas, torna-se imprescindível controlar e gerir as aplicações do recurso natural água, durante a condução da cultura. Torna-se também necessário avaliar acerca da eficiência de uso da água na Agricultura, uma vez que se prevê que a curto ou médio prazo, este factor de produção passe a ter um peso elevado nos custos totais de produção, para além de este pertencer à classe dos recursos esgotáveis e por isso mesmo um bem precioso e fundamental.

Neste sentido, e face às necessidades e exigências de um melhor e mais eficaz planeamento de gestão da água para a agricultura, reivindicado pelas emergentes formas de sociedade, gerou um aumento do potencial, quer tecnológico, quer produtivo, que teve também consequências no planeamento dos recursos hídricos (PRH).

Segundo Pereira (citado por OLIVEIRA, 2000), as principais causas pelas quais o sector agrícola apresenta características que tornam difícil a sua intervenção no PRH devem-se aos seguintes factores:

- acentuado desequilíbrio entre sector agrícola e os restantes sectores económicos;

- forte interdependência entre o uso da água e do solo, fazendo com que as opções em PRH dependam de políticas do uso da terra;

- grande complexidade do desenvolvimento tecnológico em agricultura, cobrindo problemas tão diferentes que vão desde o melhoramento das plantas às técnicas de rega;

- difícil e lenta adaptação da inovação por parte dos agricultores;

- elevados custos ligados à rega, quer se trate da modernização ou da reabilitação dos regadios existentes, quer da expansão da área regada, no que respeita tanto aos investimentos públicos como aos da exploração agrícola;

- existência, em agricultura, de múltiplos centros ou níveis de decisão desde governamentais aos agricultores em geral, sem adequadas organizações profissionais representativas, e sem canais de comunicação claros e fáceis;

- influência da agricultura sobre o balanço hidrológico, como consumidor directo das águas pluviais e influenciando a repartição quantitativa e qualitativa dos escoamentos;

- debilidade do quadro institucional agrícola, com relevo para a aparente omissão, durante muitos anos, da água na formulação e nas medidas de políticas agrárias.

Estas restrições conseguem-se minimizar através da utilização de meios e condições para a operação e gestão de parcelas dentro de projectos agrícolas, com a aplicação, em paralelo, de meios e políticas de gestão do recurso água em agricultura. A apreciação das situações actuais dos perímetros de rega, tradicionais ou dos construídos pelo Estado, leva à identificação dos problemas, permitindo planear intervenções de fundo, de acordo com as realidades de cada um. Estas intervenções podem caracterizar-se segundo três tipos:

1. *O melhoramento dos regadios* – são intervenções que se inserem dentro da área da gestão dos aproveitamentos hidroagrícolas ou perímetros de rega, no sentido de actualizar os equipamentos e estruturas de rega e drenagem, de forma a responderem com maior eficácia aos objectivos principais do projecto.

2. *A modernização dos aproveitamentos hidroagrícolas* – actualização dos objectivos do empreendimento hidroagrícola a nível social, financeiro-económico e agrícola, através da modernização dos equipamentos e estruturas da rede de rega e drenagem. Isto corresponde à reavaliação do “projecto de rega” existente introduzindo-lhe objectivos mais ambiciosos, realizando desta forma a sua modernização.

3. *A reabilitação dos aproveitamentos hidroagrícolas* – corresponde à renovação global de todo o projecto, isto é avaliação da situação existente e proposta de novos objectivos através de variadas soluções técnicas. O empreendimento hidroagrícola deixou de atingir o objectivo original por decrepitude das estruturas e técnicas utilizadas, sendo necessário realizar alterações profundas ao nível de toda a estrutura implantada, concebidas de modo a proporcionar benefícios económicos e sociais ao projecto.

Os dois últimos tipos de intervenção têm como objectivo disponibilizar aos agricultores estruturas de rega colectivas que permitam a melhoria da eficiência de rega, através da utilização, dentro da parcela, de sistemas de rega modernos e mais eficientes, levando a uma melhor condução da rega, evitando os desperdícios e excessos de água e, conduzindo a uma melhoria na qualidade das águas que retornam à linha de água com impactes positivos a jusante. Estas intervenções são feitas com base em critérios de ordem financeiro-económicos, ambientais, sociais e agrícolas, visando novas políticas de gestão agrícola e dos recursos hídricos, de modo a aumentar a produtividade e rendimentos dos agricultores.

Neste quadro situacional, em que estão bem vincadas as necessidades de introdução de formas de inovação tecnológica orientadas para a organização, estruturação, gestão e controle dos aproveitamentos hidroagrícolas, as Tecnologias de Informação Geográfica (TIG): Sistemas de Observação da Terra à distância (Detecção Remota) e Sistemas de Informação Geográfica (SIG) possibilitam um melhor conhecimento sobre o desenvolvimento das culturas dentro de um perímetro de rega, permitindo uma aplicação dos factores de produção em quantidades mais próximas às exigidas pela cultura, para além de permitirem aplicação de mecanismos de operação na actualização da informação que corporiza o sistema e o alimenta.

2. Operacionalização do SIGAHC

Conforme método definido, e acima referenciado, este capítulo versa sobre a componente prática do projecto SIG arquitectado, e cujo objectivo primeiro é a demonstração das enormes capacidades de análise espacial, quer seja gráfica ou tabular, que o sistema nos disponibiliza e, assim o *software* utilizado nos permita. Neste particular, é importante uma referência individual às duas principais componentes dos SIG em geral e, do SIGAHC em particular, a saber a Cartografia e a Base de Dados.

2.1. Constituição da Base Cartográfica

2.1.1. Aquisição de Dados

Sempre que possível a informação a integrar no SIGAHC foi adquirida já em formato digital e posteriormente ajustada aos parâmetros específicos deste projecto.

8	8				
4/72	6/72				
	8	8	9	9	9
	6/74	8/74	0/74	2/74	4/74
		8	9	9	9
		8/76	0/76	2/76	4/76
		8	9	9	9
		8/78	0/88	2/88	4/88
					6/88
		8	9	8	9
		8/80	0/80	2/80	4/80
					6/80
		8	9	9	9
		8/82	0/82	2/82	4/82
		8	9	9	9
		8/84	0/84	2/84	4/84
	8	8	9	9	9
	6/86	8/86	0/86	2/86	4/86
		8	9	9	9
		8/88	0/88	2/88	4/88
		8	9	9	
		8/90	0/90	2/90	
	8	8	9		
	6/92	8/92	0/92		
8	8				
4/94	6/94				

Figura 1 - Ligação das pranchetas cadastrais

Nos restantes casos a aquisição de dados para constituição das peças cartográficas foi efectuada com o recurso à rasterização de originais, correcção geométrica/geoposicionamento e posterior conversão para formato vectorial da informação relevante.

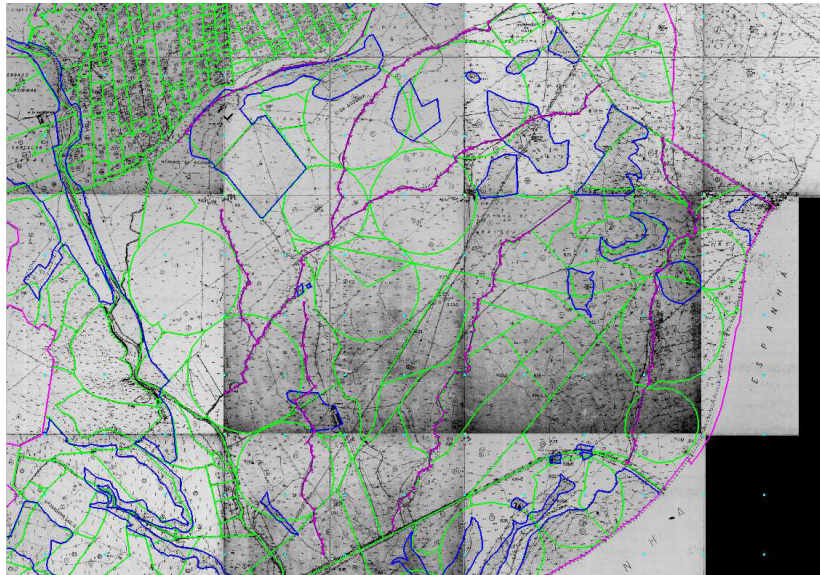


Figura 2 - Vectorização da informação espacial utilizando como fonte de dados as pranchetas cadastrais

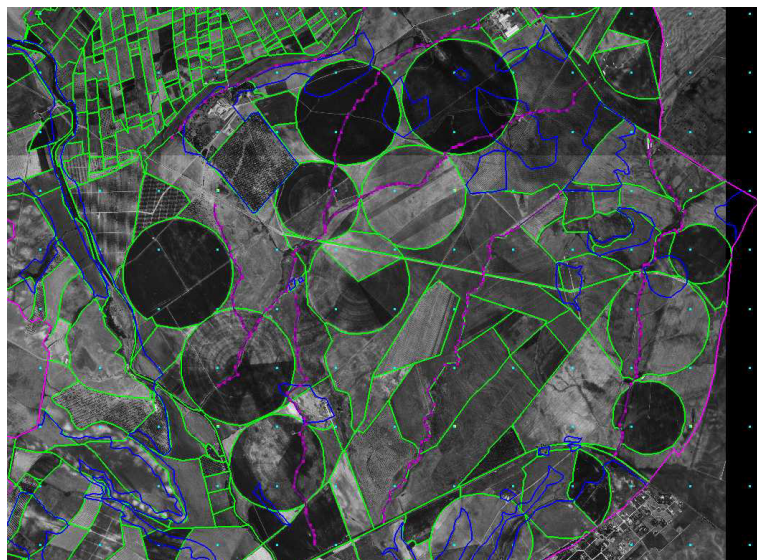


Figura 3 - Vectorização da informação espacial utilizando como fonte de dados os ortofotomapas

Para a digitalização dos limites do perímetro e das áreas excluídas foram utilizados os critérios que se apresentam no quadro 1.

Zona a Considerar	Critério de delimitação	Zonas de delimitação
Perímetro de rega	Canais de rega	Os canais de rega delimitam o perímetro a Norte, Nordeste e a Oeste.
	Fronteira	A Fronteira delimita o perímetro a Este
	Rio Guadiana	O Rio Guadiana delimita o perímetro a Sudeste e a Sul.
	Bocas de Rega (Cota)	Conjuntamente com os outros critérios, as curvas de nível das bocas de rega delimitam o perímetro entre a boca que se encontra a montante e a jusante.
Áreas excluídas	Cota Superior	As zonas com cota superior à das bocas de rega que poderiam abranger essa área foram excluídas.
	Áreas Sociais	As áreas sociais, devido à sua natureza, foram excluídas.
	Rios	As zonas de rio também foram excluídas
	Infra-estrutura Viárias	O caminho-de-ferro e as estradas alcatroadas foram excluídos.

Quadro 1 – Critérios de delimitação de áreas do Perímetro de Rega

A informação espacial digitalizada em ambiente *Microstation* foi sujeita a um processo de “Limpeza e Edição da Informação Gráfica”. Esta operação foi realizada em MGE – software SIG da Intergraph; no qual foram introduzidas condições para corrigir os erros provenientes do processo de digitalização. Esta operação foi possível de realizar graças à cortesia da Área Metropolitana de Lisboa, que gentilmente disponibilizou a máquina equipada com o software.

O software identifica os seguintes tipos de erros cometidos durante o processo de digitalização:

- eliminação de linhas duplicadas – isto é, não podem existir linhas sobrepostas; a mesma linha deverá ser fronteira de mais do que uma entidade.

- detecção e eliminação de linhas de intersecção – isto é, quando duas extremidades se cruzam, e quando o pretendido é que elas estejam unidas formando uma área fechada (um polígono).

- eliminação de pequenos segmentos de linha – isto é, de elementos, que normalmente são resultado de erros de vectorização do operador.

- detecção e eliminação de pontas soltas – isto é, de linhas que terminam sem estarem ligadas a nenhuma outra entidade, o que pode ser possível, mas também pode constituir um erro de digitalização/vectorização, pelo que o processo de limpeza se impõe, para depois ser o operador a decidir.

Em termos de *rigor cartográfico*, o processo foi realizado de modo a que o ajuste da informação digitalizada do plano relativamente à realidade apresente erros médios inferiores aos parâmetros normais para a escala 1:5000, ou seja (Rocha e Morgado, 1996):

Qualidade geral da cartografia :	5 m
Qualidade de pormenor:	1,5 m

3. SIG em Arcview

A informação espacial, em ArcView, é apresentada em camadas ou layers sob a forma de “shape files”. As “shape files”, tem a informação estruturada em ficheiros que contêm a base de dados (.dbf) e uma parte vectorial (.shp).

Cada camada de informação espacial digitalizada em sistema CAD foi convertida em “shape file” de forma a ser manipulada em ArcView. Em função dos atributos da informação espacial assim foram constituídos os campos da base de dados associada.

A figura 4 apresenta as diferentes camadas de informação que foram importadas do CAD (Microsatiton), para ArcView. Para cada uma destas camadas foi realizado o trabalho de inserção dos atributos da informação espacial na base de dados. Este é também um trabalho bastante moroso, e cansativo, requerendo alguma atenção por parte do operador. É necessário que o carregamento dos atributos corresponda única e exclusivamente a uma entidade espacial.

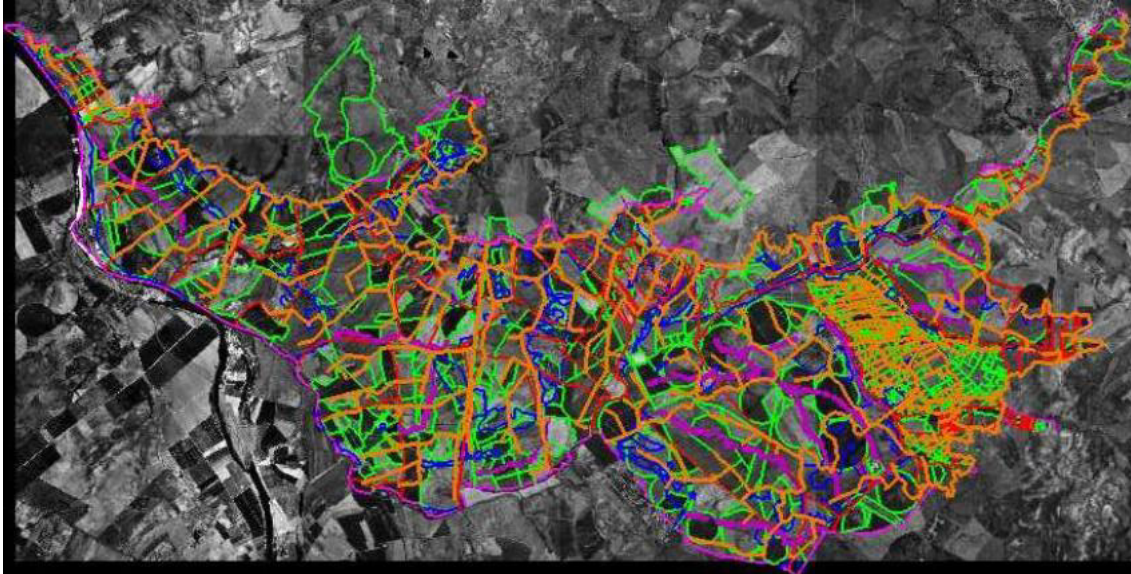


Figura 4 - Diferentes camadas de informação espacial

A utilização de elementos de detecção remota é de extrema utilidade durante esta operação, uma vez que permite uma identificação mais fácil do elemento espacial.

3.1. Propriedade Cadastral e Base de Dados

Um Sistema de Gestão de Base de Dados (SGBD) é, porventura a componente mais importante de um SIG, na medida em que é nele que reside e se arquitecta toda a informação geográfica de referência, além de que é sobre a Base de Dados que se efectuam as pesquisas e/ou consultas (vulgo *query's*), donde se extraem as respostas às questões mais prementes.

Um sistema de gestão de base de dados (SGBD) permite, tal como o nome indica, gerir uma base de dados, assegurando as funções de entrada e registo de informação, correcção, supressão, extracção de dados e a organização do acesso à informação. Um SGBD pode gerir aplicações muito variadas: gestão empresarial, bibliotecas e centros de documentação, dados topográficos, dados cadastrais, toponímia, biótopos, culturas, etc.

Os SGBD são programas de computador especialmente desenvolvidos para armazenar e gerir bases de dados. O principal objectivo do sistema de gestão de base de dados é permitir que os dados estejam e sejam acessíveis a um número elevado de utilizadores, manter a integridade dos próprios dados e permitir um fácil manuseamento dos dados.

Segundo Frank, 1988 (citado por OLIVEIRA, 2000), um Sistema de Gestão de Base de Dados deve ter as seguintes funcionalidades:

- Permitir o armazenamento, pesquisa e selecção de dados baseados em um ou mais atributos ou em relações;
- “*Standardizar*” o acesso, a separação e a pesquisa de dados dentro dos programas de SIG, mantendo a independência dos dados em relação aos programas e aplicações;
- Providenciar uma interface entre a base de dados em si e o programa ou aplicação, baseada num atributo lógico dos dados, sem que para tal seja necessário detalhes sobre a forma do armazenamento físico dos dados;
- Realizar funções de acesso em aplicações distintas da estrutura de armazenamento de dados, para que esses programas não sejam afectados por alterações no armazenamento;
- Permitir o acesso simultâneo de vários utilizadores aos dados;
- Proteger a base de dados contra alterações ilegais e indiscriminadas.

Embora existam variadas formas de exploração da terra é necessário ter conhecimento dos limites da estrutura fundiária, sabendo quem são os seus proprietários e quem a explora. A Carta 3 do Anexo, mostra o enquadramento do Aproveitamento Hidroagrícola e as vias de comunicação que os servem.

Para limitar as propriedades do Aproveitamento utilizou-se como informação de base as pranchetas cadastrais. Uma vez que os limites que delas constavam eram referentes à década de 60 foi realizada, pela Associação de Regantes, uma actualização do cadastro predial. Posteriormente, e com base nos dados das matrizes, foram digitalizados os novos limites dos prédios. A digitalização foi efectuada seguindo as normas do Instituto Português de Cadastro e Cartografia.

Para a realização da gestão de proprietários foi sugerida à Associação de Beneficiários do Caia uma estrutura para a realização de uma Base de Dados para o Aproveitamento Hidroagrícola do Caia (BDAHC). Esta base foi estruturada em Access, na figura 5 apresenta-se os “campos” que a compõem e os esquemas de interligação entre eles.

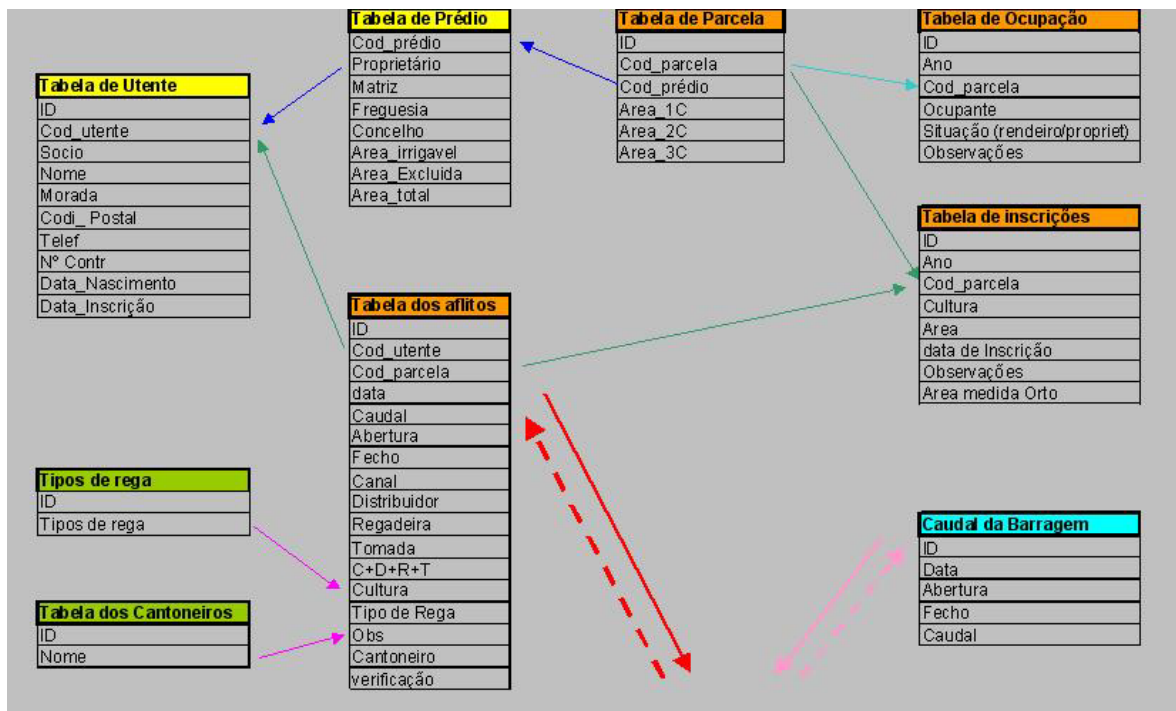


Figura 5 – Estrutura da base de dados para gestão sugerida à ABAHC

Uma vez criada a Base de Dados (BDAHC) pela Associação foi feito um *Link* entre a parte vectorial do SIG (“shape” com limites de propriedades) e a informação alfanumérica da Base de Dados através dos atributos, matrizes e códigos de propriedades. (figura 6).

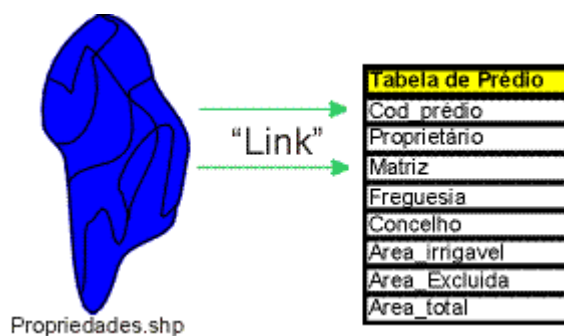


Figura 6 – Exemplo de ligação da informação vectorial à base de dados alfanumérica (Propriedades.shp à BDAHC)

A informação vectorial correspondente às propriedades quando associada a uma BD de regantes é uma das estruturas base de qualquer SIG de gestão de aproveitamentos hidroagrícolas.

Na figura 5 correspondente à estrutura da DBAHC, os “campos” das tabelas designadas a amarelo serão os atributos das propriedades, não apresentando estes, grandes alterações ao longo dos anos, uma vez que a estrutura fundiária é constante. Os “campos” das tabelas designadas a laranja serão os atributos das parcelas dentro da propriedade dado que estas poderão mudar ao longo das diferentes campanhas de rega, logo a informação poderá ter variações sazonais.

Neste momento está a decorrer o trabalho de inventariação dos limites de propriedade na zona dos Foros da Godinha, onde esta é de pequena dimensão, não sendo portanto fácil de actualizar quer a parte vectorial, quer a parte alfanumérica .

3.2. Ocupação dos Solo

O trabalho de estruturação da informação vectorial realizado para o Aproveitamento Hidroagrícola do Caia apresenta uma camada de informação referente à ocupação cultural do solo para cada ano de campanha agrícola regada. Para tal foi desenvolvida uma estrutura base de informação, que contém os limites dos prédios rústicos, a informação alfanumérica a eles associada e todas as estruturas de rega fixas (pivots e aspersão com cobertura total) incluindo também todas as zonas de pomares, sobreiral e olival.

Esta estrutura base da informação tem como função principal realizar anualmente a carta de ocupação cultural do perímetro. Para tal é apenas necessário que em cada ano e com base em dados de Detecção Remota, o técnico realize o trabalho de digitalização correspondente aos prédios com utilização agrícola.

Durante este trabalho foram realizadas as cartas de ocupação cultural para os anos de 1996, 1997 e 1998. As duas primeiras foram elaboradas com base na foto-interpretação feita sobre as ampliações fotográficas do INGA (1:10000) dos respectivos anos, apoiando-se ainda nos registos de ocupação do solo fornecidos pela Associação de Beneficiários do Caia. A carta de ocupação cultural para o ano de 1998 foi feita com base nos dados de gestão fornecidos pelo Departamento de Topografia da Associação, isto é, apenas com base nas delimitações dos prédios feitas sobre as pranchetas cadastrais.

Com base nestas cartas, e através da análise efectuada com as ferramentas do ArcView, pode-se avaliar a evolução das culturas dentro do perímetro durante as três

campanhas. O quadro 2 apresenta a evolução das principais culturas efectuadas no perímetro de rega entre os anos de 1996 e 97.

Z996_CULTU	SUM_HECTAR	Z997_CULTU	SUM_HECTAR
s/ Informação	3859.628	s/ informação	3150.769
arroz	248.219	arroz	310.090
beterraba	43.298	beterraba	140.150
cevada	4.487	fornagem	7.864
girassol	1324.865	girassol	891.031
melão	14.287	melão	6.725
milho	1459.694	milho	2223.839
olival	158.747	olival	158.747
pomar	138.566	pomar	141.496
prado	64.906	prado	54.626
sobreiral	36.934	sobreiral	36.934
sorgo	3.189	sorgo	32.146
tabaco	65.696	tabaco	92.893
tomate	354.040	tomate	265.307
trigo	1733.691	trigo	1945.568
		vinha nova	18.891

Quadro 2 – Evolução das culturas no Perímetro de Rega do Caia para os anos de 1996 e 1997.

Este tipo de análise permite identificar as culturas que maior importância têm para o consumo de recursos (água) dentro do perímetro. Como se depreende da análise do quadro 2 houve um acréscimo da área de milho, beterraba e arroz, e pelo contrário houve uma diminuição da área cultivada de girassol e tomate. As primeiras culturas apresentam maior consumo de água, e foi ainda instalada uma vinha nova, o que deverá ter sido tomado em consideração durante a gestão da campanha de 97.

Também é possível determinar que tipo de solos estas culturas utilizam dentro do perímetro. É portanto possível obter alguns parâmetros de solo e áreas, para estimar as necessidades das culturas em programas de simulação da rega. O SIGAHC poderá num futuro vir a integrar programas de simulação, o que será uma mais valia para a gestão do aproveitamento.

3.3. Análise Espacial

No Aproveitamento Hidroagrícola do Caia a gestão do recurso de água é feita pela fixação de uma quota máxima de água por regante e por hectare, sendo a taxa de água uma função da área e da classe de solo (aptidão ao regadio), ou seja, o regante é taxado pela área que cultiva e não pela água que consome.

Uma das grandes vantagens da implementação do SIGAHC é a facilidade com que é possível determinar a área da parcela cultural em função da classe de aptidão, para cada regante. Como nesta fase do trabalho a carta de aptidão ao regadio ainda está a ser digitalizada, apenas se pode apresentar neste Relatório o esquema das etapas desta operação de análise espacial (figura 7).

Outra situação em que o SIGAHC se apresenta como um instrumento fundamental na gestão é na quantificação das áreas que estão a ser regadas por tecnologias modernas, uma vez que, fazendo recurso ao sistema de rega por pivot é possível regar áreas que anteriormente eram excluídas (e continuam a ser em decreto lei). Este tipo de análise permite identificar todas as áreas regadas, dentro e fora do perímetro, sendo ou não excluídas (figura 7).

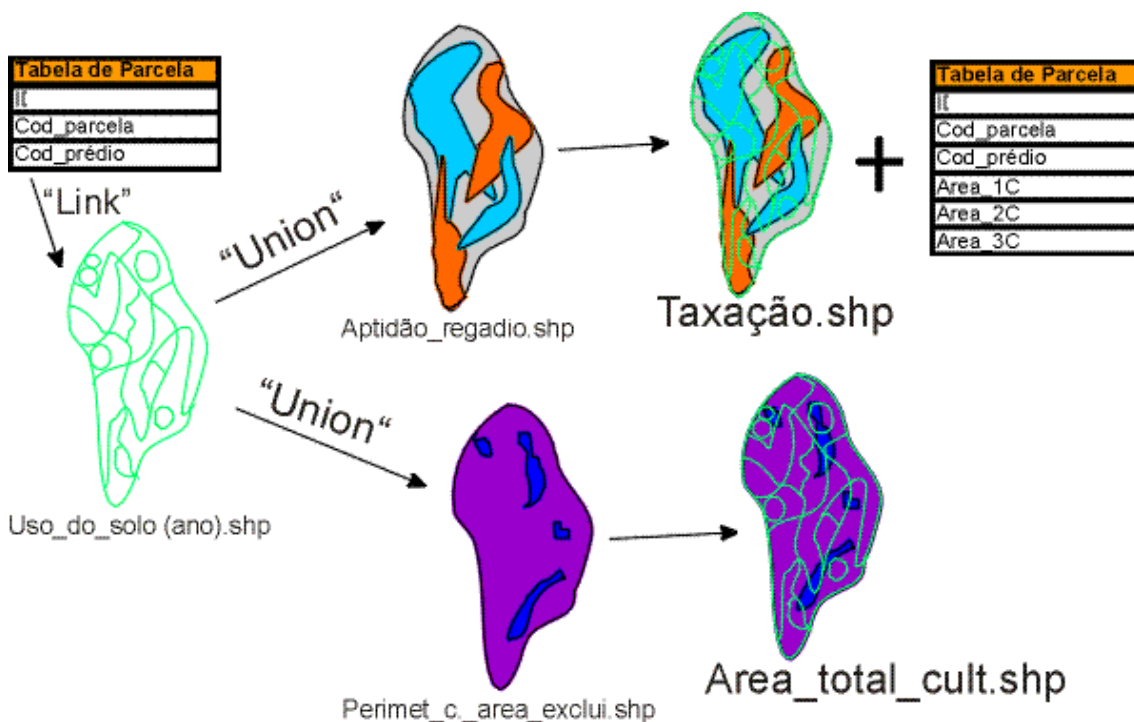


Figura 7 – Dois tipos de análise espacial no SIGAHC

Outro tipo de análise espacial realizada é a caracterização das bocas de rega por classes. Foram agrupadas as bocas de rega em função do caudal teórico na tomada, máximo por elas debitado. O quadro 3 é exemplificativo dessa análise. Conclui-se que a maioria das bocas é de baixo débito; para isto tem grande influência a zona dos Foros da Godinha onde a propriedade é de pequena dimensão (valor médio de 0,5 ha).

CAUDAL_T_T	COUNT
10	1088
20	155
30	68
40	19
50	10
60	4
150	1
210	1

Quadro 3 – Classes de bocas de rega em função do caudal máximo (l/s)

3.4. Detecção de outros “regantes”

Um dos problemas com que se deparam as Associações de Regantes é a identificação dos “regantes” que bombeiam directamente das albufeiras, dos canais de distribuição, etc. Este problema pode ser contornado recorrendo a informação de detecção remota. Por exemplo a utilização de uma imagem de satélite LANDSAT, do mês de Julho de 1996, permitiu identificar as culturas regadas. Foi composta uma imagem a partir das bandas 2, 3 e 7 que foi sujeita ao processo de correcção geométrica, em IRAS/C. Em ambiente ArcView, utilizando o módulo de "Image Analyst" foi feita a sua sobreposição e comparação com a carta de uso do solo para o ano de 1996. Desta forma foi possível identificar outras áreas regadas, bem como avaliar a veracidade dos dados das cartas de uso do solo para cada ano.

O momento temporal em que a imagem de satélite foi captada é de extrema importância pois vai determinar a quantidade de informação que dela se pode retirar. É, portanto, necessário que a imagem apanhe uma altura em que as culturas ainda estejam a ser regadas.

4. Problemas

Durante o decorrer do trabalho de elaboração do SIG depararam-se uma série de problemas, os quais serão descritos neste ponto. Serão apresentadas situações que são geralmente condicionalismos que se põem durante a realização de um projecto de SIG.

A falta de conhecimento da realidade local é o principal problema que se colocou durante a realização do trabalho. Este ponto associado a todos os outros descritos de seguida leva ao aparecimento de erros no trabalho, que são corrigidos apenas quando na presença dos técnicos da Associação de Regantes. O acompanhamento do trabalho de base, por alguém que tenha um conhecimento real do terreno torna-se essencial, de forma a minimizar os erros e a evitar trabalho redundante.

Ao lidar com a cartografia de base foram surgindo diversas situações, reflexo da “idade” dessa mesma fonte de dados, podendo alguns destes dados serem considerados como “obsoletos”. A determinação do sistema de referência utilizado na produção das pranchetas cadastrais existentes na Associação de Regantes apenas foi possível com o recurso ao Instituto Português de Cadastro e Cartografia (IPCC), pois elas não continham qualquer informação que permitisse a sua identificação.

A propriedade da informação é um problema muito complicado de gerir para quem trabalha em SIG's, uma vez que os direitos de propriedade e de utilização da informação tem de ser assegurados. Este problema foi bastante sentido com as pranchetas cadastrais, uma vez que o IPCC reclama para si os direitos da informação. A utilização da informação tem sempre que assegurar a devida licença de cedência e uso dos dados.

Durante o processo de georeferenciação verificou-se que existiam cartas cadastrais que estavam referenciadas relativamente aos pontos dos cantos da carta, enquanto havia outras que estavam referenciadas ao ponto central da carta.

Outro problema, que surgiu durante a interpretação da informação contida pelas diversas pranchetas cadastrais, foi as diferenças de nomenclatura utilizadas para representar a mesma informação espacial.

A definição dos limites do perímetro de rega foi uma das tarefas mais difíceis de executar, sem cometer erros, durante a digitalização, uma vez que os critérios que foram utilizados pelos responsáveis durante a realização da obra, não são os mais claros. Durante todo o tempo em que decorreu esta primeira fase do trabalho foram feitas constantemente alterações aos limites definidos vectorialmente. O mesmo aconteceu

com as definições de áreas excluídas (áreas que não regam por problemas de cota, de declive, etc.), embora com estas a situação tenha sido aclarada mais cedo.

Durante a primeira fase do projecto SIG foi feita, em conjunto com a Associação de Regantes, a actualização dos limites do cadastro predial. Surgiram bastantes dificuldades ao nível da informação para a constituição da base de dados que foi proposta e na ligação desta com a informação vectorial dos limites de propriedade.

Ao estabelecer-se a ligação entre a da base de dados alfanumérica constituída para as estruturas de rega e a parte vectorial, verificou-se que nas pranchetas cadastrais não estavam assinaladas todas as bocas de rega que faziam parte da pasta com a informação referente a cada um dos elementos da obra de rega.

A utilização de informação espacial com outras origens, como foi o caso dos limites de freguesias ou as Cartas Corine, que apresentam diferenças nos limites devido à diferença de escala da informação base, teve implicações nas operações de análise espacial. A figura 8 apresenta a delimitação do perímetro de rega digitalizada a partir dos ortofotomapas (escala 1:10000) e a partir da carta militar (escala 1:25000).



Figura 8 – Informação vectorial com origem em fontes de informação de base com escala diferentes

Na realização das Cartas de Uso do Solo, para os anos de 1996 e 1997, existiram dificuldades na identificação dos regantes a título precário, devido à falta de informação, tendo sido necessário recorrer à imagem de satélite para se proceder à identificação dos mesmos, bem como à “memória histórica” dos técnicos da Associação de Regantes.

5. Considerações Finais

O desenvolvimento de um Sistema de Informação Geográfica para o Aproveitamento Hidroagrícola do Caia permitiu definir a situação real do perímetro face à gestão da informação espacial. A implementação deste sistema criou a necessidade de actualização da informação, aumentando a capacidade de gestão da Associação.

O conhecimento da estrutura predial e a consequente definição dos limites das parcelas culturais no prédio, associado ao consumo de água nas parcelas, congregam a estrutura base para a gestão do Aproveitamento Hidroagrícola.

No caso dos perímetros de rega, a extrapolação de dados provenientes de Detecção Remota são de extrema importância pois permitem acompanhar o estado de desenvolvimento das culturas, permitindo o seu cruzamento com camadas de informação espacial, avaliando a sua natureza e situação real face à estrutura administrativa e infra-estrutura do perímetro de rega. Exemplo é a identificação de regantes “a título precário”, bem como a validação da designada área efectivamente regada dentro e fora do Aproveitamento.

Em desenvolvimento encontra-se o cálculo de indicadores relativos ao uso da água no perímetro, o que possibilita que a Associação de Beneficiários do Caia disponha de uma ferramenta de gestão que permite avaliar a eficiência do uso.

Futuros desenvolvimentos serão equacionados de modo a integrar a estrutura de Tele-Gestão existente no sistema de distribuição de água do projecto de rega.

Agradecimentos

Os autores desejam agradecer a todos aqueles que permitiram o desenvolvimento do Projecto, nomeadamente à Iniciativa Comunitária INERREG II C – Programa Operacional de Ordenamento do Território e Luta Contra a Seca em Portugal – Medida 2 – Reforço e optimização do uso da água em agricultura; à direcção da Associação de Beneficiários do Caia, nomeadamente ao Eng^o Aristides Chinita pela sua imprescindível colaboração.

Bibliografia

Aronoff, Stan, “*Geographic Information Systems: A Management Perspective*”, WDL Publications, Ottawa, Canada (1989).

Baio, Miguel, “A Detecção Remota como Fonte de Informação Geográfica” IST, Lisboa (1996.)

Burrough, Peter A.; McDonnell, Rachael A., “*Principles of Geographical Information Systems*” Oxford University Press, UK (1998).

Carreira, Duarte Nuno M. C., “Aplicação SIG para a Gestão da Água em Agricultura à Escala Regional”, dissertação de mestrado, ISA, Lisboa (1997).

Casaca, João; Matos, João; Baio, Miguel, “*Topografia Geral*”, Editora LIDEL, Lisboa (2000).

ESRI, “Understanding GIS. The ARC/INFO Method”, Edições ESRI, USA (1997).

Neves, Nuno A., “*Sistemas de Informação Geográfica na Elaboração de Planos Directores Municipais*”, Centro Nacional Informação Geográfica, Lisboa (1995) (policopiado).

Oliveira, Pedro A., “Desenvolvimento de um Sistema de Informação Geográfica para a Gestão de um Perímetro de Rega”, ISA, Lisboa (2000)

Pereira, Luís Santos, “Agricultura e Gestão da Água, III – Regadio e Gestão dos Recursos Hídricos”, ISA, Lisboa (1986).

Reis, Rui Manuel P., “*Elementos da Cartografia*”, Manual de Curso de Formação, Centro Nacional de Informação Geográfica, Lisboa, (1998)

Rocha, Jorge; Morgado, Paulo, “Técnicas e Métodos de Teledetecção para a Realização de Cartas de Uso do Solo: Contributo para a definição do Mosaico de Ocupação e Uso do Solo em Área Periúrbanas. O Caso da Península de Setúbal.” DGPG, FCSH, UNL, (1996) , (policopiado)

Rodrigues, José Inácio J. in “Conversão de Dados Cartográficos Analógico-Digital por Rasterização. Que Precisão Planimétrica” Cartografia e Cadastro nº 8 , Junho (1998).

San-Payo, Maria Margarida G. L S, “*Algumas Notas sobre Sistemas de Informação Geográfica*”, Dept. Eng^a Rural, ISA, Lisboa (1994).

Saraiva, Maria Graça M. A. N. L., “O Rio como Paisagem – Gestão de Corredores Fluviais no Quadro do Ordenamento do Território” ISA, Lisboa (1995).

Willard, H; Merritt, L.; Dean, J, "*Análise Instrumental* " 2ª Edição, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.