



APRH

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DOS RECURSOS HÍDRICOS
NUCLEO REGIONAL DO SUL

DEBATE
RIO GUADIANA
PASSADO PRESENTE FUTURO

**O SISTEMA DE INFORMAÇÃO DO GUADIANA:
PERSPECTIVAS DE APLICAÇÃO AO PLANEAMENTO
AMBIENTAL NA BACIA**

João Ribeiro da Costa
Vasco Fonseca
Henrique de Jesus
Ana Limpinho

Debate Rio Guadiana, passado, presente e futuro

APRH Sul, Évora 27-29 Outubro 1994

O Sistema de Informação do Guadiana: perspectivas de aplicação ao planeamento ambiental na bacia

João Ribeiro da Costa *, Vasco Fonseca**, Henrique de Jesus***, Ana Limpinho ****

RESUMO

Na sequência do desenvolvimento do Sistema Nacional de Informação do Ambiente, SINAIA, e para consolidar a metodologia de utilização de sistemas de informação no processo de planeamento ambiental, o UNINOVA e a DGA apresentaram uma proposta ao programa MEDSPA da CE, o projecto COVEPLAM.

No âmbito deste projecto, que decorreu entre Março de 1992 e Maio de 1994, foi desenvolvido o Sistema de Informação do Guadiana, G4. Nesta comunicação analisam-se de forma sintética os princípios subjacentes ao G4, apresentam-se alguns dos resultados e discute-se a sua aplicação no processo de planeamento ambiental na bacia.

* Professor Auxiliar Universidade Nova de Lisboa, ** Técnico Especialista Principal, Direcção Geral do Ambiente, *** Assistente de Investigação UNINOVA, **** Chefe de Divisão da Gestão de Informação do Ambiente

Os antecedentes

Consciente de que sem dados fiáveis não é possível controlar o estado do ambiente ou delinear linhas de acção credíveis, a DGQA iniciou em 1987 o projecto SINAIA, com o objectivo de criar um Sistema de Informação sobre o Ambiente, capaz de armazenar dados sobre todas as suas áreas de intervenção: da qualidade da água e do ar às fontes poluidoras e resíduos perigosos. O UNINOVA foi responsável pelo seu desenvolvimento, tendo a componente AR entrado em funcionamento regular em 1988 e a componente AGUA no ano seguinte [1], [14].

O balanço de 5 anos de experiência na utilização do SINAIA demonstrou a importância da componente institucional e do controlo rigoroso da qualidade dos dados armazenados, e revelou que um SI, para ser funcional, deverá estar em constante evolução. Para aprofundar esta aprendizagem era necessário desenvolver uma aplicação concreta, em que o foco passasse das ferramentas para o modo como elas podem ser aplicadas e com que objectivos.

Os três níveis de conhecimento

Numa visão necessariamente simplificadora o conhecimento do ambiente pode ser classificado em três níveis: descrição, compreensão e previsão.

Descrever a situação

No primeiro nível os dados recolhidos sobre o ambiente permitem descrever a situação com um mínimo de rigor: da descrição de base, assente em cartografia apropriada, à caracterização meteorológica, apoiada na rede de medição climática em funcionamento regular, ou à caracterização hidrológica. É possível saber que o ano passado foi muito seco, quanto choveu no último mês de Maio, qual o nível das albufeiras no início do verão ou que a qualidade da água num determinado rio é má.

Com a sistematização dos dados são detectadas falhas no conhecimento surgindo a necessidade de realizar trabalho de campo.

Compreender a situação

Ser capaz de descrever com rigor qual o estado do ambiente não significa de modo algum que se compreenda o porquê da situação. Sabemos que a qualidade da água no Monte da Vinha não é boa, podemos mesmo indicar quais os parâmetros que apresentam

concentrações anormais. Contudo, podemos não saber qual a razão porque tal acontece. Basicamente não conseguimos passar da fase descritiva à fase de diagnóstico.

Para passar a esta segunda fase é necessário identificar quais os factores que influenciam o comportamento do sistema e qual o papel que desempenham. Alguns factores, cujas acções são directas, como a rejeição de um efluente de uma unidade fabril, são mais facilmente diagnosticados do que os factores indirectos, como por exemplo as alterações de qualidade da água provocadas por uma mudança do tipo de agricultura praticada.

À medida que se avança na compreensão do sistema fica-se sobretudo a saber o quanto não se sabe, tornando-se evidente a importância da interacção entre o trabalho de campo e a análise dos dados.

Prever o futuro

Uma vez compreendida a situação actual é possível prever a sua evolução futura. Estamos no terceiro e último nível do conhecimento: não só somos capazes de perceber o porquê da situação actual como também somos capazes de prever como ela pode evoluir, nomeadamente em função da actuação humana.

O conceito de planeamento ambiental

Nesta óptica o planeamento ambiental deixa de ser um conceito vago, passando a abarcar o conjunto de acções que permitem por um lado prescrever quais os projectos que devem ser realizados para corrigir situações de desequilíbrio e por outro harmonizar projectos da esfera de responsabilidade dos vários actores sociais com os objectivos de qualidade ambiental definidos para uma dada região.

No projecto MEDSPA / COVEPLAM, pretendeu-se demonstrar que as ferramentas do tipo Sistemas de Informação (Geográfica), Modelos de Simulação, etc. permitem pôr este conceito de planeamento ambiental em prática, através da sua aplicação a um caso concreto [13]. Dado que a experiência do SINAIA tinha mostrado ainda que, para tirar pleno partido destas ferramentas, é necessário repensar a forma como as instituições estão estruturadas, este projecto visava ainda divulgar esse facto, analisando a viabilidade da concretização prática de tais mudanças.

Especificidade mediterrânica

Os princípios apontados são de carácter geral. Ao passar aos casos concretos começam a surgir variações, não só a nível ambiental como também a nível socio-institucional, entre a

região mediterrânica e os países do norte da Europa, onde este tipo de práticas se encontra num estado mais avançado.

Do ponto de vista ambiental os problemas mudam substancialmente: os rios deixam de ser canais regulares para passarem a ser sistemas complexos, o clima passa a ser dominado por fenómenos extremos de curta duração, a acção do homem diminui [2].

Do ponto de vista socio-institucional a cultura anglo-saxónica é substituída pela cultura latina, desprovida de hábitos de participação do cidadão e com a uma administração pública ainda arreigada a hábitos e tradições seculares.

G4: O Sistema de Informação do Guadiana

Como se pode depreender das afirmações anteriores dados fiáveis e acessíveis são o ponto de partida para a implementação deste conceito de planeamento ambiental. O Sistema de Informação do Guadiana foi concebido e desenvolvido nessa óptica.

A análise funcional realizada para o SINAIA foi estendida de modo a responder às novas questões colocadas por esta abordagem mais abrangente. A estrutura final tem cerca de 80 temas distintos; para viabilizar a navegação neste mundo de informação foi definida uma estrutura hierárquica, partindo de 4 grandes temas: ambiente, conservação da natureza, usos do ambiente e actividades humanas (ver figura) [3].

Atendendo à área de estudo (cerca de 11.000 km²) e à natureza de planeamento do projecto, a escala 1:100.000 foi escolhida como escala de base para todo o sistema. Para a localização de objectos espaciais (como unidades industriais, estações de medição, etc) e preparação do trabalho de campo foi seleccionada a escala 1:25.000. Finalmente para desenvolver o trabalho de modelação em áreas mais pequenas (<100 km²) foi escolhida a escala 1:5.000.

As escalas temporais dependem igualmente das variáveis em estudo, tendo sido definida qual a escala temporal adequada a cada tema no G4. Por exemplo, para a caracterização hidrológica escolheram-se as escalas anual e mensal; para o estudo da qualidade da água foi necessário trabalhar às escalas diária e horária.



Figura 1 - Estrutura base do G4

Fontes dos dados

Definidos os dados necessários para o G4 passou-se à inventariação das origens. Foram 7 as origens dos dados armazenados no G4:

- 1) mapas em papel, às escalas 1:100.000 e 1:5.000, produzidos pelo Instituto Geográfico e Cadastral, e à escala 1:25.000, produzidos pelos Serviços Cartográficos do Exército; a partir destes mapas foram digitalizados vários elementos, como a hidrografia, a rede viária, etc;
- 2) dados fornecidos em suporte magnético, devidamente estruturados e com georeferenciação (caso dos dados fornecidos pelo INAG, IPPAAR e SNPRN);
- 3) dados fornecidos em suporte papel, introduzidos no computador, validados e referenciados no sistema (caso dos dados do INE e alguns da CCRA);
- 4) Modelo Digital do Terreno, produzido pelo USDoD, Departamento da Defesa dos Estados Unidos e fornecido pela AMAA;
- 5) imagens de satélite LANDSAT - TM;
- 6) dados de campo colhidos no âmbito do projecto;
- 7) dados gerados dentro do próprio sistema.

Todos estes dados foram analisados e classificados antes de serem armazenados no G4. Como se pode constatar o volume de informação em jogo é enorme, sendo particularmente importante o facto de toda a informação estar integrada sob o mesmo sistema.

Caracter dinâmico, evolutivo

A pergunta comum depois da apresentação do G4 é "já está pronto?"; a resposta é simples: no momento em que um sistema de informação estiver pronto a sua funcionalidade desaparece. Pela sua própria natureza um sistema de informação deve ter um carácter triplamente dinâmico:

- deve estar em permanente actualização, continuando o armazenamento dos dados à medida que são obtidos e validados;
- deve ser utilizado, o que leva a detectar falhas nos dados, erros ou lacunas de informação, que devem ser corrigidas;
- como a informação gera a necessidade de mais informação o sistema tem de se adaptar às novas necessidades por forma a dar resposta às solicitações que são colocadas.

Exemplo de aplicação: estudo da qualidade da água

Introdução

O estudo da qualidade da água no Guadiana é um bom exemplo da aplicação do G4 em planeamento ambiental. O primeiro passo num estudo da qualidade da água consiste em fazer uma previsão da situação. Para tal é necessário fazer:

- caracterização geral da bacia;
- enquadramento hidrológico;
- caracterização da qualidade de referência;
- caracterização dos factores de alteração da qualidade da água (obras hidráulicas, fontes poluidoras, alterações do uso do solo, alterações geológicas, etc);

Terminada esta fase preparatória passa-se à análise dos dados existentes, na perspectiva do diagnóstico da situação. Caso os dados não sejam suficientes o passo seguinte consiste em especificar rigorosamente o trabalho de campo a realizar, para obter os dados necessários para proceder ao diagnóstico. Na fase de definição do programa de amostragem é necessário:

- localizar as estações de amostragem (tendo em linha de conta cada um dos factores de alteração da qualidade da água inventariados no ponto anterior);
- definir frequências de amostragem;
- seleccionar os parâmetros a analisar;
- definir planos de trabalho rigorosos.

Os dados resultantes do trabalho de campo devem ser analisados à medida que são obtidos, na perspectiva da correcção permanente do plano de trabalhos, tendo como objectivo último o conseguir fazer um diagnóstico sério da situação. Rapidamente se conclui que a única forma de integrar todas as hipóteses formuladas é recorrendo a modelos de simulação da qualidade da água. Os dados passam a ser integrados no modelo, permitindo a comparação entre a qualidade da água prevista com base no nosso diagnóstico e a existente realmente.

A utilidade do Sistema de Informação em todos estes passos é evidente; cada um dos passos descritos nos parágrafos seguintes foi feito utilizando como base o G4, quer para apresentar os mapas a várias escalas, quer para fornecer os dados específicos. A apresentação detalhada do G4 é feita em [3]; nos próximos parágrafos reduzem-se as referências às estritamente necessárias.

Caracterização geral da bacia

Com base no modelo digital de terreno, DTM, conclui-se que os 11.594 km² da bacia Portuguesa do Guadiana ocupam uma área bastante plana, apresentando um relevo típico com ondulações suaves. O tratamento estatístico deste mapa mostra que a altitude varia entre 10 e 370 metros, situando-se 77% da bacia entre as cotas 50 e 200m. O mapa de declives obtido por diferenciação do DTM mostra que os declives são bastante suaves, como seria de esperar: 66% da bacia tem declives inferiores a 2% e apenas 0.24% correspondem a áreas com declives superiores a 10% .

Com este tipo de relevo a rede fluvial é bastante densa, mas pouco desenvolvida. Visualizando a rede hidrográfica constata-se que no troço a jusante do Caia existem 12 afluentes significativos, de que se destacam: o Lucefecit, Degebe, Ardila, Cobres, Limas, Oeiras, Vascão, Odeleite. A maior parte dos cursos de água são de carácter torrencial, não apresentando caudal ou secando mesmo completamente durante grande parte do ano, tal como aconteceu durante o ano de 1993.

O mapa geológico evidencia que a geologia da zona é bastante complexa, dominando os xistos, e as formações cristalinas, como quartzodioritos e granodioritos. O mapa das minas na zona mostra que a riqueza do sub-solo é considerável, havendo um grande número de jazidas, das quais apenas as da SOMINCOR estão em laboração regular.

Enquadramento hidrológico e hidráulico

Para fazer uma caracterização precisa dos recursos hídricos do Guadiana seria necessário olhar para toda a bacia, e não apenas para a parte Portuguesa. Recorrendo aos dados do SNIRH [12] fez-se um estudo hidrológico sumário para enquadramento dos estudos de qualidade da água [4]. Este estudo permitiu concluir que no período que medeia entre 1940 e 1990 o escoamento médio anual no rio Guadiana, em Ponte Mourão, foi 2250 Hm³, a que corresponde um caudal médio de 71 m³/s [xx]. Num ano húmido sobe para 9200 Hm³ e num ano seco desce para 500 Hm³ (15.9 m³/s).

Com a duplicação da capacidade de armazenamento nos últimos 5 anos, para um valor de 9100 Hm³ actualmente, deixou de ser possível determinar quais as características do escoamento vindo de Espanha com base em tratamento estatístico simples, já que este depende essencialmente das opções de gestão dos recursos hídricos tomadas pelos espanhóis. Durante o ano de 1993 o caudal médio foi de 5.2 m³/s [5].

O leito do rio Guadiana é caracterizado por uma variabilidade espacial invulgar: a geometria das secções varia continuamente, alternando zonas de grande largura, com canais recortados na rocha, em troços com umas centenas de metros de comprimento [6]. Para

determinar as características hidráulicas do rio, nomeadamente as relações escoamento-área-profundidade-velocidade, fundamentais para qualquer tipo de modelação, é indispensável recorrer a ensaios de traçadores [7].

Os ensaios realizados no troço de montante do rio, entre a fronteira e a Juromenha, revelaram tempos de escoamento muito grandes (cerca de 7 dias entre o Monte da Vinha e a Juromenha) [5]. É fundamental realizar estes testes para todo o rio e vários caudais, para caracterizar o comportamento hidráulico do rio.

Caracterização dos factores de alteração da qualidade da água

No quadro dado pela caracterização geral os principais factores de alteração da qualidade da água oriunda de Espanha são: as fontes poluidoras pontuais, as obras hidráulicas e as diferenças em características hidráulicas ao longo do rio.

Analisando o inventário de fontes poluidoras do G4 constata-se que na bacia do Guadiana em Portugal existem cerca de 400 fontes poluidoras pontuais, quase todas de muito pequena dimensão. Predominam os usos domésticos e serviços, seguidos das suiniculturas, indústria de azeite, cortumes, destilarias e uma fábrica de papel. Recorrendo às capacidades de análise geográfica no G4 conclui-se que num corredor de 1km em torno do Guadiana existem apenas 4 fontes poluidoras pontuais, das quais apenas a fábrica de Mourão é significativa. Situação semelhante ocorre para os restantes rios [3].

No tocante às minas a maior parte está abandonada; os maiores problemas ocorrem nas minas de S. Domingos [8], fora da zona abrangida pelo projecto COVEPLAM.

A análise do inventário de obras hidráulicas do G4 mostra que há 62 açudes ao longo do Guadiana em Portugal. A única obra significativa é a obra de desvio do Alqueva.

Análise dos dados existentes

Quando o projecto arrancou existiam já dados de qualidade da água, colhidos pela DGRN e pela EDP. Esses dados foram recolhidos, validados (o que implicou por exemplo a deslocação aos laboratórios que haviam realizado as determinações analíticas, para esclarecer dúvidas relativas aos parâmetros analisados e métodos de análise empregues) e armazenados no G4. Foram depois analisados para fazer uma primeira classificação da qualidade da água [9], [10]. Esta análise revelou que estes não são suficientes para fazer o diagnóstico da situação, nem tão pouco para identificar se tem havido alterações significativas em termos de comportamento do rio.

Definição do plano de amostragem

Com base nesta análise e no trabalho de campo de reconhecimento [6] foi definida uma nova rede de amostragem, que foi implementada no âmbito do Projecto [9]. Foram realizadas 20 colheitas, entre Fevereiro e Dezembro de 1993, tendo sido colhidas cerca de 180 amostras que foram analisadas em média para 30 parâmetros [10].

À medida que os dados da nova rede foram sendo disponibilizados e carregados no G4, procedeu-se à sua análise e ao fim de 3 meses a rede era melhorada, alterando estações de amostragem, técnicas de colheita e parâmetros analisados.

Só esta flexibilidade permite assegurar que o investimento feito na recolha de dados dá os frutos esperados. As redes de natureza histórica, tendo como único suporte a tradição, sem validação regular dos dados colhidos e sem análise crítica por comparação com objectivos concretos, revelam-se quase sempre com pouca ou nenhuma utilidade.

Análise dos dados obtidos

Este trabalho revelou um problema grave de eutrofização no Guadiana. A eutrofização consiste basicamente numa sobre-produção de plancton, devida ao excesso de nutrientes (vulgo adubos) na água [10]. O rio adquire uma cor verde, chegando nos casos extremos como no Guadiana, a parecer sopa de ervilhas.

Este desequilíbrio ecológico acarreta vários problemas [11]:

- provoca flutuações significativas da qualidade da água durante o dia, podendo mesmo chegar a haver carência de oxigénio durante a noite, o que pode levar à morte dos peixes;
- há a tendência para o desenvolvimento de novas espécies de fito, alterando o equilíbrio ecológico; como algumas destas espécies libertam toxinas durante parte do seu ciclo de vida pode haver problemas significativos de risco para a saúde pública e para os animais;
- ao morrer esta matéria orgânica deposita-se no fundo, onde se decompõe, consumindo oxigénio ao ponto de poder provocar situações de total falta de oxigénio.

Modelação

A eutrofização é um dos problemas mais complexos em qualidade da água, devido à sua natureza intrinsecamente não linear [11]. O recurso à modelação é pois a única via para confirmar as hipóteses formuladas.

Foi desenvolvido um modelo preliminar do rio Guadiana, capaz de simular os caudais e a qualidade da água ao longo do sistema [5]. Dadas as características do Guadiana a ênfase do modelo foi colocada na componente eutrofização.

Se bem que ainda em fase de teste, o modelo permitiu desde já tirar algumas conclusões, como por exemplo:

- 1) a eutrofização é motivada pelo excesso de nutrientes vindo de Espanha;
- 2) em Portugal não há fontes significativas de nutrientes, pelo que a resolução do problema depende exclusivamente de Espanha;
- 3) os níveis de eutrofização actuais podem provocar situações graves de carência de oxigénio, caso haja a morte rápida do plancton;
- 4) o plancton capaz de retirar azoto da atmosfera (aquele que pode libertar toxinas perigosas) tem tendência a aumentar, desempenhando um papel importante na evolução geral no rio, podendo ainda dar início a graves problemas de toxicidade ambiental.

Conclusão

O Projecto MEDSPA / COVEPLAM mostrou a viabilidade prática dos conceitos base de planeamento ambiental. As ferramentas desenvolvidas, nomeadamente o Sistema de Informação do Guadiana, G4, e os modelos de simulação, constituem um auxiliar importante no desenvolvimento das próximas etapas de planeamento na Bacia.

Bibliografia

- [1] COSTA, J. R.; CUNHA, L.A.; GOMES, L.; MORAIS, A. 1990B - **O sistema nacional de Informação sobre a qualidade do ambiente - sistema SINAIA.** (The National Environmental Information System- SINAIA). Direcção Geral da Qualidade do Ambiente, Lisboa, 1990.
- [2] Madueño, J.M. 1993 - **Erosion y Capacidad de Uso de Suelos.** Agencia do Meio Ambiente da Andaluzia. Sevilha.
- [3] COSTA et al 1994 - **O Papel do Coberto Vegetal no Planeamento Ambiental Mediterrânico: Relatório Final** (em fase de conclusão).Relatório MEDSPA / COVEPLAM, DGA, Lisboa.

- [4] COSTA, J.R., COSTA, J.P., RODRIGUES, R., SANTOS, M.A. 1993B - **Caracterização hidrológica sumária da bacia Portuguesa do rio Guadiana**. Relatório MEDSPA / COVEPLAM, DGA, Lisboa.
- [5] Costa, J.P., Nauta, T., Costa, J.R., et al 1994 - **A methodology to study water quality phenomena in the Portuguese part of the Guadiana river**. Relatório MEDSPA / COVEPLAM, DGA, Lisboa.
- [6] COSTA, J.R., COSTA, J.P., FONSECA, V., ROCHA, F., RODRIGUES, R. 1992 - **Rio Guadiana: reconhecimento e caracterização geral**. Relatório MEDSPA / COVEPLAM, DGA, Lisboa.
- [7] COSTA, J. R. 1992 - **Dynamic modelling of transport and mixing in rivers using the ADZ theory**. PhD dissertation. Lancaster University.
- [8] PEREIRA, E.G., MOURA, I., COSTA, J.R., MAHONY, J. 1993 - **Mina de S. Domingos: contaminação por metais pesados na albufeira do Chança pela descarga de uma antiga mina de pirites de ferro cupríferas (S.Domingos mine: heavy metal contamination of the Chança reservoir due to the run-off from abandoned pyrite mines)**. In GAIA, nº 7, Dez 1993, pp 18-27.
- [9] NAUTA, T., COSTA, J.R., COSTA, J.P., VINHAS, T. 1993 - **Environmental data collection - Guadiana River, Portugal**. Relatório MEDSPA / COVEPLAM, DGA, Lisboa.
- [10] COSTA, J.R. ET AL 1993 - **Qualidade da água no rio Guadiana**. Relatório MEDSPA / COVEPLAM, DGA, Lisboa.
- [11] THOMANN, R.V., MUELLER, J. 1990 - **Surface water quality analysis**. Prentice-Hall.
- [12] COSTA, J.R., CUNHA, L.A., SANTOS, M.A., LOUREIRO, J.M., SANTOS, J.B., MAIO, C.R., NEVES, J.R., GOMES, A.C. 1989 - **Sistema Nacional de Informação sobre Recursos Hídricos - SNIRH, Definição e Estruturação**. Relatório UNINOVA/DGRN, Dezembro de 1989.
- [13] LOUCKS, D. P., COSTA, J.R. 1991 - **Decision Support Systems: water resources planning**. Springer-Verlag.
- [14] HENRIQUES, R.G. 1993 - **Implementing a National GIS**. Paper presented to the 1993 EGIS conference.