

O SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA OS PLANOS DE BACIA HIDROGRÁFICA. ORIENTAÇÕES PARA A REPRESENTAÇÃO GRÁFICA

Maria Susana NETO¹; Miguel GAMBOA²

RESUMO

No âmbito do trabalho que está a ser desenvolvido pela Equipa de Projecto do Plano Nacional da Água, relativamente à organização da informação para os Planos de Bacia Hidrográfica, tecem-se algumas considerações sobre a importância estratégica da uniformização dos produtos finais dos Planos de Bacia Hidrográfica, relativamente aos conteúdos temáticos, às metodologias seguidas e à representação gráfica.

É referido o âmbito territorial e o enquadramento assim como a natureza da informação e os objectivos dos Planos de bacia Hidrográfica.

Dá-se conta da informação a recolher, analisar e organizar na fase de análise e diagnóstico, assim como do conteúdo temático da informação cartográfica a produzir pela equipas que estão a realizar os planos de bacia, visando a constituição de SIG para apoio à elaboração dos Planos de Bacia Hidrográfica e do Plano Nacional da Água.

São apresentadas algumas orientações para a representação gráfica dos conteúdos temáticos da cartografia a produzir, relativamente a aspectos gerais, intervalos de classes a considerar, grafismos e cores. Ilustram-se com exemplos as opções tomadas para as legendas de alguns mapas.

Palavras-chave: Planeamento de Recursos Hídricos, Planos de Bacia Hidrográfica, Sistema de Informação Geográfica, Cartografia

¹ Engenheira Civil, Equipa de Projecto do Plano Nacional da Água, INAG.

² Geógrafo, Grupo de Hidroinformática do LNEC.

1 - INTRODUÇÃO

Os Planos de Bacia Hidrográfica e o Plano Nacional da Água enquadram-se, para a sua elaboração, orientação de princípios, operacionalização e institucionalização, nas normas comunitárias aplicáveis e na legislação nacional, particularmente através dos Decretos-Lei nº45/94, nº 46/94 e nº 47/94.

A elaboração dos Planos de Bacia Hidrográfica exige um elevado grau de profundidade no tratamento da diversidade e interdependência dos temas inerentes ao planeamento de recursos hídricos. A simultaneidade dos trabalhos a desenvolver para as diversas bacias hidrográficas, a par da orientação prévia dos formatos e estrutura da informação, nas diversas fases de elaboração dos Planos de Bacia, constitui uma oportunidade única para a implementação de um sistema de monitorização, na fase de implementação e acompanhamento desses Planos.

A Equipa de Projecto do Plano Nacional da Água considerou assim oportuno apresentar um conjunto de orientações para a cartografia a produzir, em articulação com a estruturação dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) que serão desenvolvidos no âmbito de cada Plano de Bacia Hidrográfica. Estas orientações, de que se faz uma apresentação sumária, procuram sistematizar os aspectos cartográficos dos trabalhos a desenvolver pelas equipas de projectistas de acordo com o Guia para a elaboração dos respectivos planos INAG (1997).

2 - ÂMBITO E ENQUADRAMENTO DOS PLANOS DE BACIA HIDROGRÁFICA

Os planos de bacia hidrográfica abrangem todo o território da bacia a que respeitam, incluindo os estuários, as lagunas costeiras e as pequenas linhas de água costeiras adjacentes, com exclusão da faixa litoral, que é objecto dos Planos de Ordenamento da Orla Costeira nos aspectos específicos dessa faixa litoral.

Atendendo ao carácter integrador e abrangente que deve ter o planeamento dos recursos hídricos, é necessário proceder à análise dos seguintes sub-sistemas, e das respectivas interligações, que se podem considerar parte do sistema de recursos hídricos:

- ◆ subsistema hidrológico, que compreende as várias componentes do ciclo hidrológico, natural e modificado pelas intervenções humanas, nos seus aspectos quantitativos e qualitativos: precipitação, evapotranspiração, escoamento superficial, infiltração e escoamento subterrâneo; este subsistema é condicionado pela ocupação dos leitos e zonas marginais dos rios e linhas de água das zonas adjacentes, bem como pela ocupação e usos do solo da bacia hidrográfica;
- ◆ subsistema das infra-estruturas hidráulicas e de saneamento básico, que compreende as infra-estruturas de armazenamento, captação, transporte, distribuição, tratamento de água, drenagem, tratamento de águas residuais e controlo e protecção contra cheias;
- ◆ subsistema ambiental, que compreende os factores ambientais, em particular os ecossistemas e os valores patrimoniais (naturais e construídos) e paisagísticos, que dependem, directa ou indirectamente, dos recursos hídricos; o subsistema ambiental engloba o próprio subsistema hidrológico referido e o subsistema biofísico que abrange a bacia hidrográfica, incluindo a rede hidrográfica, cujo comportamento é determinado pela erosão hídrica dos solos, pela erosão dos leitos e margens e pelos processos de transporte e deposição de sedimentos;

- ◆ subsistema socio-económico, que compreende os utilizadores e consumidores (grupos e agentes económicos) de água e os grupos sociais expostos a situações potenciais de risco (cheias, secas e poluição);
 - ◆ subsistema normativo, que compreende a legislação e regulamentação nacional, comunitária e internacional, relativa aos recursos hídricos e aos aspectos relacionados com estes recursos, incluindo os Planos Municipais e Regionais e os Planos Especiais de Ordenamento do Território eficazes, bem como os contratos e outros acordos voluntários celebrados para a concessão, utilização e protecção dos recursos;
 - ◆ subsistema institucional, que compreende os órgãos da administração central, regional e local com competências para a intervenção nos vários sub-sistemas referidos;
- subsistema financeiro e fiscal, que compreende os instrumentos de financiamento das infra-estruturas hidráulicas e as taxas e coimas pelas utilizações da água e do domínio hídrico.

3 - NATUREZA DA INFORMAÇÃO E OBJECTIVOS DOS PLANOS DE BACIA HIDROGRÁFICA

3.1 - Caracterização dos sistema hídricos

Os Planos de Bacia Hidrográfica, na fase de análise e diagnóstico, deverão completar o sistema de informação existente, incidindo sobre:

- ◆ Inventário de águas superficiais, incluindo a caracterização da rede hidrográfica e das redes de monitorização existentes, a análise das variáveis hidrológicas relevantes, a análise dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos relevantes;
- ◆ Inventário de águas subterrâneas, incluindo a análise dos parâmetros físico-químicos, a caracterização das redes de monitorização existentes, o mapeamento da vulnerabilidade dos principais aquíferos à poluição e a elaboração de cartas de risco;

3.2 - Ordenamento dos sistemas hídricos

A informação relativa aos meios hídricos e sistemas envolventes, deverá permitir a elaboração de orientações para:

- ◆ Desenvolvimento de indicadores para o ordenamento, conservação e valorização dos sistemas fluviais da bacia hidrográfica;
- ◆ Desenvolvimento de propostas de delimitação dos sistemas ribeirinhos no âmbito da protecção e valorização dos recursos que lhes estão associados;
- ◆ Constituição de uma base de dados relativa à rede e bacia hidrográficas como instrumento de apoio à gestão;
- ◆ Definição da capacidade de carga da bacia, considerando os usos actuais e futuros dos recursos da bacia, bem como as suas interacções, pressões e conflitos, e a análise dos possíveis cenários da sua utilização;
- ◆ Desenvolvimento de critérios de ocupação de zonas inundadas de acordo com os riscos de inundação;
- ◆ Desenvolvimento de recomendações e critérios para políticas de ordenamento e gestão no contexto da bacia hidrográfica, que tenham aplicação noutros sectores de

intervenção, incluindo as medidas de reabilitação, requalificação e valorização dos meios hídricos.

3.3 - Objectivos ambientais que constituem condicionantes para o ordenamento do território

Pretende-se, com a implementação dos Planos de Bacia, evitar a excessiva artificialização do regime hidrológico, reabilitar e renaturalizar os cursos de água e as suas margens, preservar e reabilitar os ecossistemas aquáticos, reabilitar e preservar as zonas húmidas, e manter ou recuperar o equilíbrio ecológico nos sistemas fluviais, estuarinos e costeiros. Em função destes objectivos, deverá ser definida uma tipologia que vise a classificação dos cursos de água, considerando:

- ◆ O valor ambiental e/ou paisagístico do curso de água e zona ribeirinha associada;
- ◆ O grau de artificialização e estado de conservação do leito, margens e zonas inundadas;
- ◆ A situação dos ecossistemas em presença, nomeadamente a interacção com sistemas naturais relevantes, a delimitação das áreas sujeitas a Planos de Ordenamento de Áreas Protegidas, a Planos de Ordenamento da Orla Costeira, a Planos Directores Municipais e Planos Regionais de Ordenamento do Território, a Planos de Ordenamento de Albufeiras Classificadas, a Planos de Acção Florestais e a inventariação de áreas, sítios e espécies consideradas para efeitos de delimitação da Reserva Ecológica Nacional.

4 - ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO PARA O SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

4.1 - Fase de análise e diagnóstico

A informação a recolher e tratar, no âmbito de cada bacia hidrográfica, constitui a base da análise e da caracterização da situação de referência das regiões objecto dos planos de bacia hidrográfica e incluirá, em traços gerais, a fisiografia, a geologia, os usos do solo, a rede hidrográfica e respectiva segmentação em regiões hidrologicamente homogéneas, a climatologia e a análise biofísica, a análise social, económica e normativa/institucional (Figura 1).

A estes grandes grupos associam-se dados cartográficos e dados alfanuméricos, georeferenciados e estruturados de forma a permitirem análises mais complexas, do ponto de vista do funcionamento dos sistemas hidrológicos e das interacções destes com os sistemas naturais e artificiais envolventes, nomeadamente com os ecossistemas ribeirinhos e os sistemas urbanos, agrícolas e industriais.

Os Sistemas de Informação Geográfica a implementar devem apoiar e responder a um conjunto de objectivos do planeamento dos recursos hídricos, identificados no Guia para a Elaboração dos Planos de Bacia Hidrográfica, o qual constitui o documento de referência para os conteúdos dos Planos.

O faseamento das operações de concepção e organização dos Sistemas de Informação Geográfica para os Planos de Bacia Hidrográfica, pode sintetizar-se em:

- integração de dados
- integração de modelos

- articulação com os sistemas de ordenamento do território
- integração num Sistema de Monitorização.

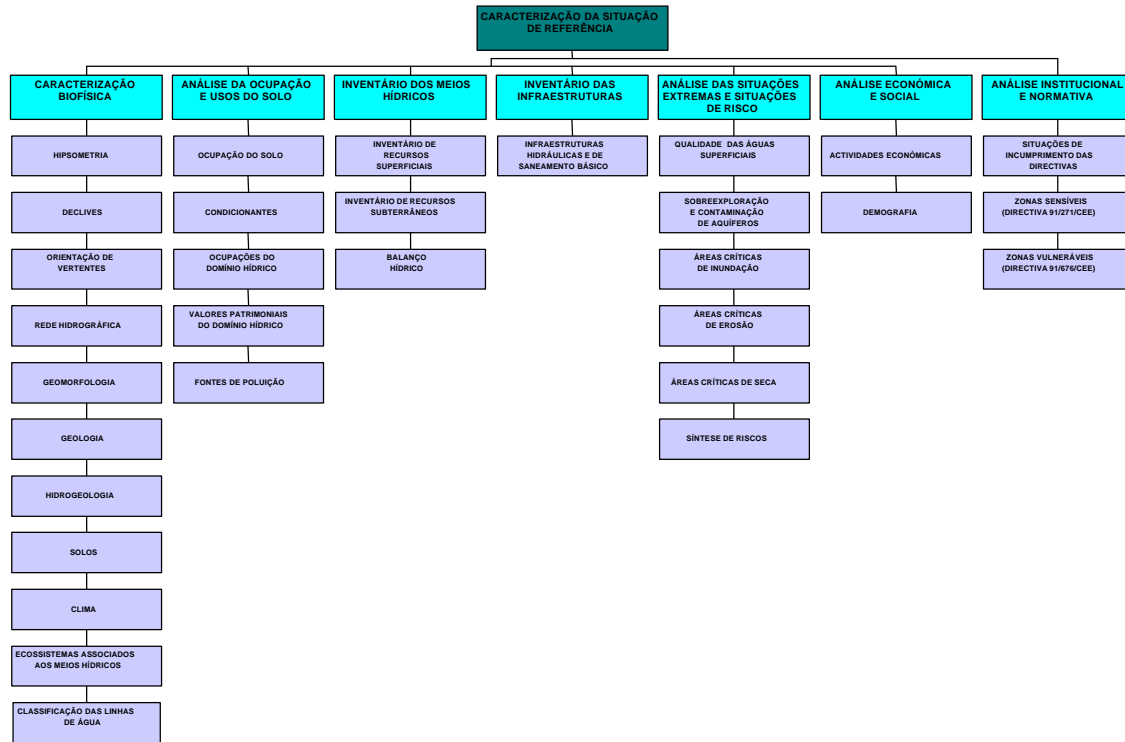


Figura 1 – Informação para os planos de bacia hidrográfica

Para a recolha e processamento da informação podem considerar-se cinco níveis de estruturação:

- Inventariação da informação disponível para a caracterização das bacias hidrográficas (caracterização biofísica e ocupação do solo);
- Avaliação das interacções entre os usos dos recursos hídricos e respectivas disponibilidades, e os objectivos traçados pelos planos territoriais existentes;
- Identificação de situações críticas (conflitos de usos, incompatibilidades, fragilidades dos sistemas hídricos e ambientais envolventes, etc), e dos factores determinantes na sua evolução (adequabilidade dos sistemas de informação, eficácia dos sistemas de planeamento, ...);
- Estruturação da informação para a produção de elementos (Cartas) auxiliares do planeamento dos recursos e sistemas hídricos, para apoio à definição de medidas e à construção de um sistema normativo (Plano) em cada bacia hidrográfica;

- Interação entre as diferentes bacias, ao nível dos respectivos sistemas de planeamento, com base na estruturação prévia da informação a recolher, de forma a possibilitar processos de monitorização acertados e um permanente diálogo.

O entendimento que é feito de Carta ou Mapa, neste trabalho, é no sentido mais lato possível, não apenas gráfico, mas de instrumento orientador da informação nele contida e do próprio sentido a dar a essa informação e à sua utilização, no processo de planeamento.

Importa também distinguir o Plano, com os seus 'produtos finais' (Cartas, modelos/SIG, propostas de articulação com instrumentos de Ordenamento do Território e de Gestão do Ambiente, análise das relações e bloqueios institucionais, análise e propostas no âmbito da economia, análise social, etc), do processo de planeamento, com os seus mecanismos próprios (alterações das relações instituídas, reforço de determinadas áreas de intervenção política, reorientações sectoriais, etc).

Se os planos de Bacia constituírem, ao nível dos produtos finais enunciados, uma base coerente de comunicação entre os responsáveis pelo acompanhamento das respectivas implementações (ao nível da Administração Pública), a monitorização desse processo será facilitada.

5 - CONTEÚDO TEMÁTICO DA INFORMAÇÃO CARTOGRÁFICA

Para a produção de nova informação (visto que o que até aqui se referiu representa a situação existente), que deverá sustentar as propostas dos Planos de Bacia Hidrográfica, podem ser enunciadas metodologias variadas (modelos, estudos de caso, análises de contexto, etc).

Os Sistemas de Informação Geográfica surgem como instrumentos privilegiados na organização da informação e na orientação estratégica das análises e metodologias a desenvolver no âmbito da elaboração dos Planos.

Atendendo ainda à continuidade territorial entre as bacias hidrográficas contíguas e numa óptica integradora para o território português, torna-se evidente a necessidade de se dispor de uma arquitectura do SIG comum a todos os planos de bacia. Por esta razão é indispensável que a organização e estruturação de informação sejam estabelecidas numa base comum, assim como através da representação gráfica uniforme dos vários temas a abordar.

6 - ORIENTAÇÕES PARA A REPRESENTAÇÃO DOS CONTEÚDOS TEMÁTICOS DA CARTOGRAFIA

6.1 - Aspectos Gerais

Conforme se referiu anteriormente torna-se indispensável a adopção de procedimentos comuns para que os planos de base hidrográfica constituam instrumentos coerentes entre si e consequentemente assegurem uma perspectiva integradora do conjunto do território português.

Os mapas a produzir pelas equipas responsáveis pela elaboração dos Planos de Bacia Hidrográfica deverão obedecer a um conjunto de regras que os torne elementos de fácil utilização e interpretação para os potenciais utilizadores, onde se inclui um vasto conjunto de especialistas de variadas áreas temáticas e o público em geral.

Para além dos aspectos específicos de cada área temática a representar e atendendo à continuidade territorial entre as bacias hidrográficas, torna-se particularmente importante a uniformização de todos os planos de bacia devendo-se, para o efeito, adoptar as mesmas regras na elaboração da correspondente cartografia dos planos.

Os mapas deverão naturalmente cumprir funções básicas como a referenciação geográfica dos elementos que os constituem, quer utilizando um sistema de coordenadas quer utilizando diversos elementos de referência geográfica como são as redes viária, ferroviária, hidrográfica ou os vértices geodésicos ou a toponímia.

Assim, além do tema ou temas de cada mapa, considera-se útil que os mapas apresentem um "fundo", contendo informação que permita a identificação por coordenadas de qualquer elemento do mapa, através de quadrícula ou "miras", e também informação altimétrica, hidrográfica, viária e toponímica (impresso a castanho com traço contínuo de 0,1 mm de espessura). Também se indicam as cores a utilizar nos mapas, em correspondência com o modelo de cores do SIG ARC/INFO (CMYK) ESRI (1994), seguindo orientações habitualmente usadas em cartografia ROBINSON (1984).

Esta informação encontra-se organizada em fichas tipo para cada carta a produzir, onde também se indicam outros aspectos organizativos a ter em conta na elaboração das cartas.

6.2 - Escalas a utilizar

A escala de trabalho a utilizar é a escala 1: 25 000, tendo-se para o efeito estabelecido um protocolo entre o Instituto da Água (INAG) e o Instituto Geográfico do Exército (IGeoE) em vista à disponibilização das folhas da Carta Militar de Portugal àquela escala em formato digital para a elaboração dos Planos de Bacia Hidrográfica. A adopção desta base topográfica comum traz vantagens evidentes visto tratar-se de uma fonte de informação que garante idêntico rigor da informação geográfica de base para todos os planos.

A escala de apresentação de resultados em suporte de papel é variável consoante o âmbito territorial dos temas a representar. Em geral é a escala 1:100 000, utilizando-se escalas mais pequenas para o enquadramento das bacias objecto do plano no contexto da Península Ibérica, ou para a localização de redes de medição/monitorização de variáveis a considerar no âmbito dos planos.

Porém, no caso de se considerar mais adequado para a análise e/ou interpretação de resultados, ou quando a dimensão da bacia hidrográfica o justificar, prevê-se a apresentação de resultados a escalas maiores, por exemplo à escala 1:25 000.

6.3 - Legendas das cartas temáticas

A legenda de uma carta constitui um elemento fundamental para a interpretação do tema ou temas da carta. Da sua complexidade pode resultar dificuldade na leitura da carta, assim como, ao contrário, a sua simplicidade pode "absover" ou "generalizar" aspectos importantes do tema representado.

Estas considerações são válidas, tanto para um número elevado de temas a representar como para um número elevado de classes de um mesmo tema.

Cientes destes problemas, e como ponto de partida para um processo que se espera dinâmico, decidiu a Equipa do Projecto do Plano Nacional da Água, definir as classes e simbologias a utilizar pelas equipas de projectistas na elaboração da cartografia da fase de análise e diagnóstico dos Planos de Bacia Hidrográfica. Esta definição contempla, para além das classes e símbolos a utilizar, outros aspectos gráficos, como as cores dos temas, espessura

do traçado, e organizativos como o nome dos mapas e estruturação dos dados compatíveis com o modelo de dados do software de SIG existente no INAG.

No caso da cartografia realizada a partir dos mapas temáticos de base deverão ser adoptadas as legendas e simbologias que as mesmas contêm. Por forma a facilitar e uniformizar procedimentos iniciaram-se contactos com os respectivos produtores no sentido de se utilizar esses mapas em formato digital, caso existam, e conseqüentemente as correspondentes legendas.

6.4 - Exemplos de orientações para os conteúdos e legendas de mapas

6.4.1 - Análise biofísica

Mapa geomorfológico

A definição da legenda para o mapa geomorfológico baseou-se na pesquisa de bibliografia e documentos cartográficos, de onde se retiveram algumas indicações para a construção do referido mapa. Salienta-se a consulta da “Carte Geomorphologique de la France au 1:50 000”, 1970, TRICART (1965), FERREIRA (1981), entre outros.

Procurou-se que a legenda reflectisse apenas o interesse em representar o espaço geográfico definido por cada bacia hidrográfica nos aspectos em que houvesse uma relação mais ou menos estreita com a hidrologia da bacia, quer com o escoamento superficial quer com o escoamento subterrâneo. Assim, considera-se que a carta a elaborar constituirá uma abordagem geomorfológica simplificada da bacia hidrográfica, permitindo a leitura e interpretação das principais formas do relevo relacionadas com os grandes conjuntos litológicos e com a tectónica.

A legenda encontra-se estruturada em quatro conjuntos: Formas de relevo e de interflúvio, formas fluviais, formas litorais e tectónica.

Além do "fundo" do mapa contendo informação altimétrica, hidrográfica, viária e toponímica (impresso a castanho com traço contínuo de 0,1 mm de espessura), considera-se útil que a informação geomorfológica seja sobreposta a um "fundo" contendo a cor correspondente ao agrupamento de grandes conjuntos litológicos, considerando-se suficientes os seguintes:

Quadro 1

Algumas indicações para o mapa geomorfológico

Formações	Cor	Parâmetros (CMYK)
Rochas do Maciço Antigo	Salmão	0,60,60,0
Orlas e bacias sedimentares		
Carbonatadas	Verde claro	20,0,60,0
Arenosas	verde	60,0,40,40
Rochas eruptivas	violeta	0,40,0,20

Mapa de declives

O mapa de declives das bacias deverá ser apresentado com 7 classes:

0 a 2%; 2% a 5%; 5% a 10%; 10% a 15%; 15% a 25%; 25% a 30% e superior a 30%. Deverá ser utilizada uma cor variando o valor consoante a classe de declive. Ao maior valor de declive será atribuída a tonalidade mais acentuada da cor. Por oposição, ao valor da classe de menor declive será atribuída a tonalidade mais clara. Propõe-se a utilização de uma graduação de vermelho conforme se ilustra na Figura 2.

Classes de Declive

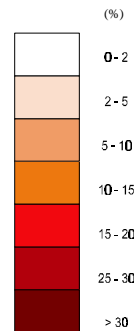


Figura 2 – Legenda do mapa de declives

Mapa de exposição de vertentes

A legenda do mapa de exposição de vertentes procura traduzir através das cores “quentes” e cores “frias” as exposições aos quadrantes quentes e frios respectivamente. Na Figura 3 apresenta-se a legenda do referido mapa indicando-se também a referência da cor a utilizar, segundo o modelo de cores anteriormente referido.

Exposição de Vertentes

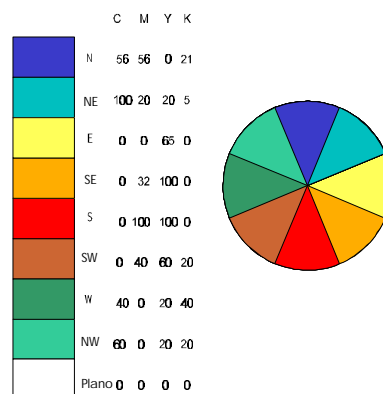


Figura 3 – Legenda do mapa de exposição de vertentes

Mapa de precipitação anual média

O mapa da precipitação anual média deverá conter as classes de precipitação indicadas no quadro abaixo, representadas através de isolinhas. As cores a utilizar deverão variar entre cores “quentes” para as áreas de escassez de precipitação e cores “frias” para áreas com precipitação elevada, conseguindo-se desta forma uma melhor percepção da dissimetria N-S e litoral-interior da repartição espacial da precipitação. Este exemplo baseia-se no mapa de precipitação de DAVEAU *et al.* (1977).

Além do tema, o mapa deverá conter um fundo com as curvas de nível constantes no mapa hipsométrico e principais pontos cotados (vértices geodésicos), toponímia, rede hidrográfica principal, rede viária e estações udométricas.

Mapa de temperatura

No mapa de temperatura média da bacia deverão ser utilizadas classes de temperatura com intervalo de 1°C entre as isolinhas. Deverá ser utilizada uma graduação de cor entre o amarelo claro e o laranja. Aos menores valores será atribuída uma tonalidade de amarelo e aos valores mais elevados uma tonalidade de laranja.

Mapa de evapotranspiração potencial e índice hídrico (Thornthwaite)

O mapa de evapotranspiração potencial calculada pelo método de Thornthwaite apoiará a classificação climática regional das bacias hidrográficas. Consideram-se cinco classes com intervalo de 100 mm, entre 500 mm e 1 000 mm. O índice hídrico permitirá uma leitura e interpretação do tipo de clima das bacias, considerando-se oito classes, com intervalo de 20%. A classe de menor valor será entre -40 e -20 (*clima semi-árido*) e a classe superior abrangerá os valores de índice hídrico superiores a 100, correspondentes a clima *super-húmido*.

7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pretende-se com a elaboração destas orientações apoiar as equipas que estão a elaborar os planos. As orientações apresentadas serão discutidas com as Equipas de Consultores, no sentido de serem integradas nas metodologias de trabalho respectivas. Embora o objectivo final seja a obtenção de resultados coerentes entre bacias hidrográficas, não existe, ainda, uma fórmula definitiva para cada análise a efectuar ou para cada situação a caracterizar.

Pretende-se, assim, iniciar um ciclo de interacções positivas, que visa, no final, o estabelecimento de uma visão de conjunto dos problemas de cada bacia. Essa visão global será certamente facilitada pela uniformização gráfica e cartográfica que se apresentou e será também facilitadora da observação posterior dos resultados obtidos.

AGRADECIMENTOS

Agradece-se a colaboração prestada pelos elementos da Equipa de Projecto do Plano Nacional da Água, particularmente às Engenheiras Mónica Calçada e Cristina Silva, pela organização e sistematização da informação incluída nas fichas tipo dos mapas temáticos a produzir no âmbito dos planos de bacia e ao Engenheiro Manuel Guerra, pela colaboração na organização das legendas.

BIBLIOGRAFIA

DAVEAU, *et al.* - *Répartition et Rythme des Précipitations au Portugal*. Memórias do Centro de Estudos Geográficos, nº 3, Lisboa, CEG, 1977.

ESRI-Environmental Systems Research Institute, Inc. - *Map Display, Query and Output*, Version 7. Redlands, CA, USA, ESRI, 1994.

FERREIRA, D.B. – *Carte Geomorphologique du Portugal*. Memórias do Centro de Estudos Geográficos, nº 6. Lisboa, CEG, 1981.

INAG-Instituto da Água - *Guia para a Elaboração dos Planos de Bacia*. Equipa de Projecto do Plano Nacional da Água, Lisboa, INAG, Junho de 1997.

ROBINSON, A.H. – *Elements of Cartography*. 5TH Ed.. John Wiley & Sons, NY, USA, 1984.

TRICART, J. – *Principes e Méthodes de la Géomorphologie*. Paris, Masson *et Cie*, 1965.