



Francisco Silva,
Escola Superior de Hotelaria e Turismo do Estoril
francisco.silva@eshte.pt

Pedro Cabral,
Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação – Universidade Nova de Lisboa
pcabral@isegi.un.pt

Òscar Calbet,
Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação – Universidade Nova de Lisboa
oscarblo@isegi.unl.pt

Cartografia automática e mapas dinâmicos na Internet: O caso do ZoomAzores

Cartografia e Tecnologias de Informação em Geografia

1. Introdução

Este artigo aborda a problemática associada à selecção, concepção cartográfica e desenvolvimento da cartografia automática destinadas a um serviço de mapas dinâmico na Internet (WebSIG), que têm como enfoque essencialmente o turismo na natureza. Procura-se assim realizar uma abordagem prática à problemática dos modelos de representação cartográfica adequados aos WebSIG a serem utilizados por praticantes de desportos na natureza, apresentando-se os constrangimentos e as soluções adoptadas no caso da sua aplicação ao projecto ZoomAzores.

Assim, são abordados os aspectos relacionados tanto com a construção e selecção dos mapas a disponibilizar, considerando as especificidades dos utilizadores e finalidade a que se destinam (turismo na natureza e de aventura), como as questões específicas relacionadas com o facto de serem utilizados para visualização num WebSIG.

De facto, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), e em particular os serviços de mapas dinâmicos na Internet (WebSIG), vieram revolucionar a cartografia e a forma de olharmos para os mapas, mas simultaneamente trouxeram novos desafios e problemas.

2. Projecto ZoomAzores

2.1 Serviço de mapas dinâmicos para o turismo na natureza

O projecto ZoomAzores visa desenvolver um portal na Internet associado a um serviço de mapas dinâmico, aplicado ao turismo na natureza nos Açores. Este projecto tem como objectivo estratégico a promoção do turismo alternativo e sustentável na região.

A principal premissa do ZoomAzores consiste na necessidade do serviço estar direccionado para os utilizadores, disponibilizando funcionalidades e informação útil para os visitantes. O modelo de dados inclui formatos diversificados e abertos que, para além de serem visualizados no serviço de mapas, permitem descarregar ficheiros com percursos que podem ser utilizados em serviços de mapas globais como o Google Earth, telemóvel ou GPS.

O ZoomAzores é direccionado para o turismo e desporto na natureza, tendo como território de aplicação o Arquipélago dos Açores, um destino emergente com grande potencial para o turismo alternativo, em particular no segmento natureza e aventura (Silva, 2008).

Após uma fase de definição e desenvolvimento do modelo conceptual, o projecto encontra-se actualmente em fase de implementação, estando a ser desenvolvido em parceria entre o Instituto Superior de Estatística e Gestão da Informação da Universidade Nova de Lisboa (ISEGI-UNL) e a Escola Superior de Hotelaria e Turismo do Estoril (ESHTE), para a Associação Regional de Turismo dos Açores (ART), prevendo-se que seja disponibilizado ao público em finais de 2011.

2.2 Arquitectura do ZoomAzores

O sistema corre num servidor com o sistema operativo Linux e Apache HTTP Server, garantindo o seu acesso a partir da Internet (Figura 1). No que concerne aos aspectos geográficos, as funcionalidades de WebSIG são asseguradas pelo GeoServer, um *software* livre e baseado em *standards* abertos (*free open source*) que permite garantir uma solução escalável e interoperável, facilitando a comunicação com diferentes plataformas de software e a integração de diferentes formatos de dados. Esta opção irá facilitar aos utilizadores a partilha e edição de dados geoespaciais (Geoserver, 2010).

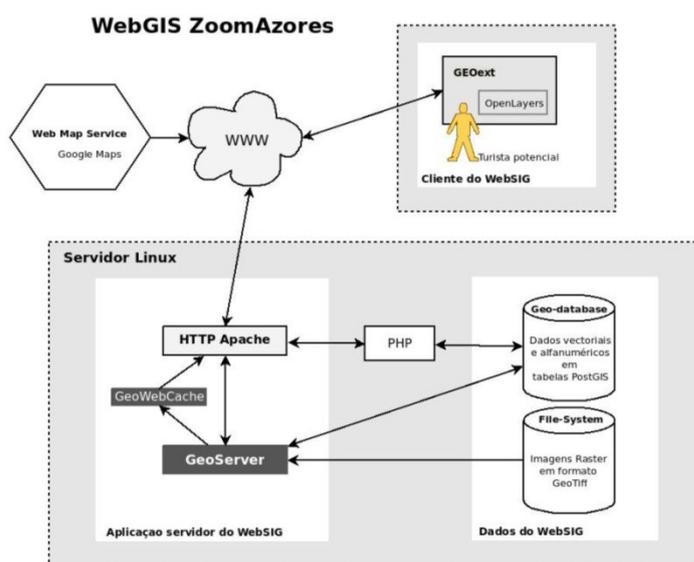


Figura 1 - Arquitectura WebSIG ZoomAzores

As funcionalidades do ZoomAzores visam permitir a aquisição e visualização de dados, e a obtenção de informações sobre as actividades e serviços que os potenciais turistas podem desfrutar no arquipélago dos Açores. O utilizador pode interagir com os mapas e visualizar as actividades e serviços, e identificar os itens de interesse no mapa, na forma de *pop up* emergente, onde se caracteriza resumidamente cada actividade ou serviço. Estas janelas apresentam resumos da informação e hiperligações para imagens, *sites*, vídeos e informações mais detalhadas, possibilitando igualmente fazer o download de diversos tipos e formatos de dados e documentos necessários ao planeamento da viagem, como percursos em GPS ou folhetos em PDF. Para facilitar o acesso à informação, o serviço incorpora uma funcionalidade que permite a realização de pesquisas sobre os dados referenciados no mapa. As fontes de dados espaciais estão divididas em três tipos distintos:

- Utiliza-se o formato GeoTIFF para representar a informação cartográfica em raster, nomeadamente o Modelo Digital do Terreno (MDT), as cartas militares e os ortofotomapas;
- Para as actividades de natureza e serviços turísticos são utilizados formatos de dados espaciais vectoriais, agrupados em camadas. Estas camadas são armazenadas numa base de dados geográfica suportada pelo PostgreSQL- PostGIS, que permite uma gestão mais eficiente dos dados e oferece recursos para executar operações espaciais e de geoprocessamento;
- Acesso remoto a um *Web Map Service* (WMS) que é obtido a partir da *Application Programming Interface* (API) do Google Maps.

Para a interface Web, utiliza-se linguagem HTML e a JavaScript, sendo esta última utilizada através da API do GeoExt e OpenLayers. As OpenLayers permitem o consumo e exibição de serviços de mapas na maioria dos navegadores modernos, sem dependências do lado do servidor (Geoserver, 2010). A missão da Interface Web é permitir que um utilizador sem grande experiência possa começar a operar em mapas, informação e funcionalidades do sistema, de forma simples e clara, num ambiente esteticamente agradável.

3. Representação cartográfica aplicada ao turismo na natureza

3.1 Os mapas para o turismo na natureza

Como os praticantes de desporto natureza necessitam frequentemente de informação precisa e com grande detalhe de relevo, hidrografia, povoamento e vias de comunicação, para poderem orientar-se no terreno, recorrem a cartas de grande escala, nomeadamente cartas com escala entre 1/20.000 e 1/100.000.

A representação e facilidade de leitura do relevo num mapa dependem de vários factores, em especial da escala do mapa e do modo de representação do relevo. Assim, para representar o relevo com grande detalhe, é necessário recorrer a grandes escalas e à utilização de curvas de nível, conjugadas com a utilização de pontos cotados.

Normalmente, a equidistância das curvas de nível está directamente relacionada com a escala. Na cartografia nacional a equidistância nas cartas 1/25.000 é de 10 metros, nas de 1/50.000 é de 25 metros e nas de 1/100.000 é de 100 metros. Em algumas cartas estrangeiras existem situações onde a equidistância é variável dentro da mesma representação. É o caso de parte das cartas 1/25.000 do Instituto Geográfico Nacional de França, nas quais a equidistância

na mesma carta pode variar entre 10 e 20 metros. Este facto justifica-se pela necessidade de manter a legibilidade nas encostas muito íngremes e desniveladas.

Em Portugal, as cartas mais utilizadas pelos adeptos dos desportos de aventura na natureza são as 1/25.000 do Instituto Geográfico do Exército (IGeoE) seguidas das cartas 1/50.000 do Instituto Geográfico Português (IGP).

Embora a maioria dos utilizadores, num primeiro contacto com as cartas topográficas, tenha grande dificuldade na leitura do relevo, para os utilizadores familiarizados com este tipo de representação esse problema não se coloca e as curvas de nível continuam a ser o processo de representação do relevo mais preciso e extremamente útil para quem pratica desportos na natureza.

Por esse motivo, no ZoomAzores, entre os diferentes níveis de representação cartográfica incorporam-se as cartas topográficas 1/25.000 do IGeoE. Infelizmente, e contrariamente ao que acontece nas regiões com maior procura de turismo na natureza de alguns países, em Portugal não existem mapas temáticos associados ao turismo de natureza, sendo usadas as cartas de base. Esses mapas temáticos são construídos a partir das cartas de base, mas incorporam informação turística e outras técnicas para facilitar a leitura do relevo, nomeadamente a utilização de uma escala de cor, ou o sombreado (Figura 2).

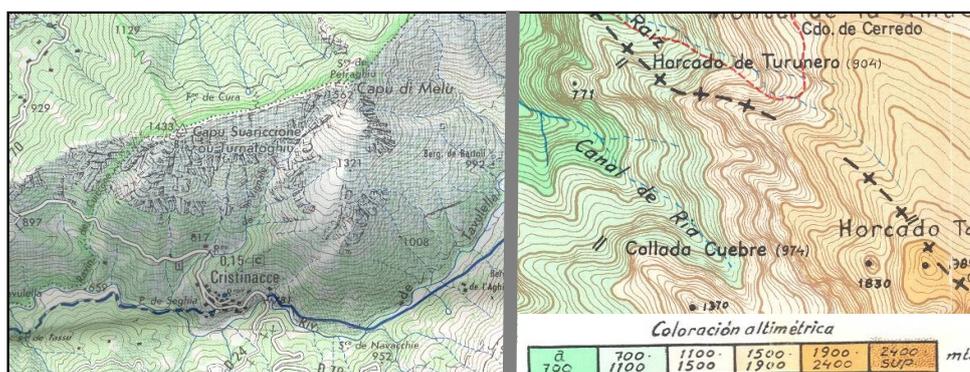


Figura 2 – Representação do relevo (IGN France; Ed. Alpina, Esp.)

Para contornar parte destas limitações no ZoomAzores, optou-se por incorporar toda a informação associada ao turismo na natureza, como percursos pedestres, locais de escalada, etc., através de informação vectorial em camadas. Simultaneamente, e uma vez que o público-alvo do ZoomAzores é muito alargado e nem todo está familiarizado com a leitura das cartas topográficas, optou-se por ao mesmo nível de escala de visualização dos mapas topográficos disponibilizar ortofotomapas.

Embora os ortofotomapas também permitam uma representação com muito detalhe do território, até terem passado a ser disponibilizados nos WebSIG, não eram muito utilizados no turismo e desporto na natureza, devido a um conjunto de factores, dos quais se destacam o custo excessivo, limitação da área abrangida e a informação não se encontrar simplificada. Por outro lado, embora permitam obter uma percepção do relevo, não é possível obter informação aproximada da altimetria. Outra desvantagem é o peso que ocupam no sistema, levando a que este se torne mais lento. Para tentar um equilíbrio entre o desempenho do serviço e a utilidade em ter disponível para visualização este tipo de representação do território, numa primeira fase o ZoomAzores vai apenas disponibilizar os ortofotomapas dos locais com maior procura.

Apesar das cartas de grande escala serem essenciais para o turismo na natureza, devem ser complementadas com mapas de maior abrangência territorial, o que é especialmente útil nos

WebSIG. Assim, é indispensável disponibilizar mapas a diferentes escalas, desde os que permitem uma visão de conjunto, aos que possibilitem um enquadramento territorial à escala regional e local, e aos de maior pormenor, com detalhe a nível do relevo e dos principais elementos da paisagem. Esta solução é a adoptada no ZoomAzores, que apresenta três níveis de representação cartográfica, com detalhe bem diferenciado. Para a visão conjunta do território optou-se por um modelo digital de terreno (MDT) simplificado e de baixa resolução, para não sobrecarregar o sistema.

“A utilização de diversos tipos de representação cartográfica nos WebSIG apresenta várias vantagens, em particular quando se pretende que o serviço de mapas a disponibilizar seja entendido como um *media*, destinado à promoção ou divulgação de informação” (Silva, 2008: 22). Segundo Furtado (2006), os serviços de mapas dinâmicos com diferentes tipos de representação cartográfica estimulam os utilizadores a serem participantes activos no processo de comunicação cartográfica e permitem que estes percepcionem melhor os fenómenos e as características da realidade.

A representação da altitude numa superfície bidimensional (2D) tem sido um dos grandes desafios da cartografia. Até ao desenvolvimento dos SIG e em particular dos WebSIG, os mapas com curvas de nível ou recorrendo a manchas de cor eram praticamente a única solução adequada à representação do relevo. Mas a leitura do relevo nas cartas a 2D é bastante condicionada, quer pelas limitações de representação, quer pela dificuldade da interpretação por parte dos utilizadores. A evolução a nível da cartografia automática e dos SIG trouxeram novas possibilidades de representar a terceira dimensão. Na cartografia actual é comum recorrer-se a três grandes formatos para representar o relevo:

- A 2D, através de curvas de nível, cores, ou sombreado;
- Modelos digitais de elevação com visualização a 2,5D¹, ou a 3D;
- Visualização através de realidade virtual.

Cada um destes formatos apresenta vantagens comparativas. Em termos de promoção turística e de impacto de visualização, a realidade virtual é a mais apelativa, contudo também é a mais pesada e onerosa, pelo que na primeira fase de implementação do ZoomAzores não será incorporada essa componente. Os modelos digitais de terreno são, actualmente, relativamente simples de criar, mas para se poder editar e visualizar essas imagens a 3D é necessário recorrer a ferramentas WebSIG mais complexas ou caras, e a *browsers* específicos, para poder ser visualizada. Para superar parcialmente essas dificuldades, é comum disponibilizar-se a visualização dessa informação em 2,5D, ou, como no caso do ZoomAzores, permitir a transferência e visualização de alguma informação directamente no Google Earth.

3.2 Conceção cartográfica

Embora os SIG estejam estritamente associados ao desenvolvimento da cartografia automática, estes continuam a ter em conta muitos dos princípios básicos da cartografia clássica (Silva, 2008).

¹ Também designado por pseudo-3D. Um exemplo de visualização em 2,5D ocorre quando uma imagem concebida a 3D é visualizada em 2D, conseguindo manter-se alguma aparência do 3D.

As representações cartográficas são modelos simplificados e abstractos da realidade, que obrigam quer à selecção da informação a representar, quer à aplicação de um conjunto de processos associados à generalização temática e gráfica. Como a escala condiciona, em grande parte, o detalhe e a quantidade de informação que se pode representar, esta está directamente associada às duas fases do processo de concepção cartográfica.

A concepção cartográfica implica forçosamente a redução da superfície representada e consequentemente a necessidade de simplificação, o que leva à perda de informação, que se acentua com a diminuição da escala. Assim, os mapas são basicamente modelos abstractos que procuram representar a realidade à escala. Quanto menor for a escala, maior será a necessidade de simplificação ou abstracção da realidade.

O processo de concepção cartográfica pode ser dividido em duas fases: a selecção e a generalização. A selecção corresponde à identificação das categorias de informação a incluir no modelo, em função dos seus objectivos (Gaspar, 2005). Segundo Caetano et al. (2001), a generalização consiste na escolha das formas e técnicas de representação cartográfica, decorrentes da necessidade de legibilidade, clareza gráfica e compreensão. Por sua vez, Robinson et al. (1995) dividem o processo de generalização cartográfica em quatro etapas:

- Classificação: agrupamento em categorias dos objectos com características semelhantes para reduzir as entidades a representar;
- Simplificação: identificação das principais características das entidades a representar, para tornar a informação mais perceptível;
- Realce: sobrevalorização de certos elementos de informação;
- Simbolização: atribuição de símbolos para representar os fenómenos geográficos.

Assim, “a generalização cartográfica está estritamente dependente da definição da escala e nível de detalhe do mapa, da selecção das entidades geográficas que se pretendem representar e da hierarquia do destaque que se pretende atribuir” (Silva, 2008: 26).

Não menos essencial na fase da generalização cartográfica é a selecção das variáveis visuais utilizadas. Na cartografia “clássica” as opções eram mais limitadas, mas com a evolução tecnológica, especialmente a associada ao processamento digital da imagem, abrem-se novos horizontes na capacidade de representação gráfica, como se poderá depreender da análise da figura 3, onde se apresenta a extensão da proposta de classificação em sete variáveis visuais propostas por Jacques Bertin em 1973, para 10 variáveis (Longley et al., 2005).

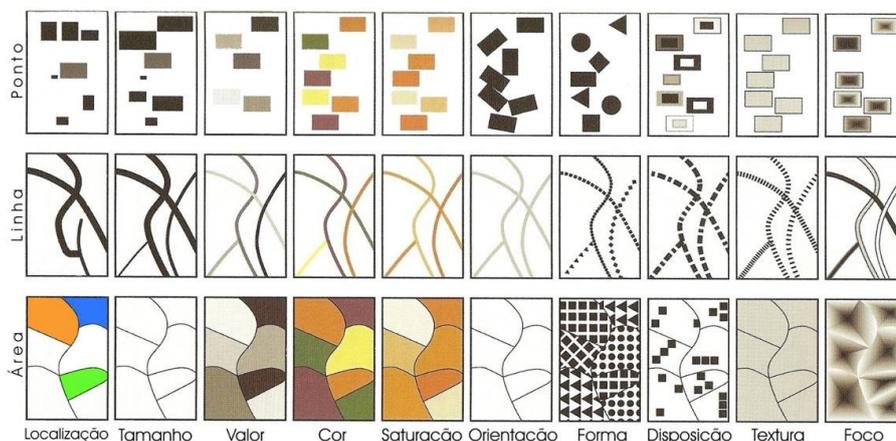


Figura 3 – Variáveis visuais (Adaptado de: Longley et al., 2005)

A cartografia automática veio também facilitar a utilização de diversas variáveis visuais associadas para representar um mesmo elemento geográfico.

Após tomada a decisão sobre quais os elementos gráficos (área, linha, ponto) e a variáveis gráficas a utilizar, surge outro problema para resolver, nomeadamente qual a dimensão desses elementos, sejam eles símbolos com implementação pontual, ou linhas para representar vias de comunicação, linhas de água, etc.

Geralmente, os elementos gráficos ocupam proporcionalmente mais espaço no mapa do que a realidade que representam. O aumento da dimensão dos símbolos é um processo de generalização temática designada por exagero (Robinson *et al.*, 1995). Na maior parte das representações, caso fosse atribuída uma relação proporcional, os símbolos seriam eliminados, ou ficavam com um tamanho demasiado pequeno, dificultando a leitura da informação no mapa. Contudo, quando se trabalha com escalas muito grandes pode ocorrer o inverso, ou seja, o símbolo ocupar menor espaço na carta do que a representação à escala do elemento.

Segundo Bittenfield e McMaster (1994), é comum recorrer-se a um traço com 0,35 mm de espessura para representar estradas numa carta à escala 1/100.000. Essa espessura da linha equivale a uma faixa no terreno com 35 metros de largura, o que é uma dimensão muito exagerada para um elemento que terá aproximadamente sete metros de largura. Por sua vez, uma linha com espessura de um ponto² terá correspondência a 3,5 metros numa escala de 1/10.000, o que equivale aproximadamente à largura de um caminho. Assim, como se pode observar nas tabelas 1 e 2, nas representações cartográficas com escalas superiores a 1/10.000, os símbolos poderão ter uma correspondência espacial inferior à que os objectos ocupam na superfície.

Tabela 1 – Espessura das linhas e respectiva correspondência à escala

Linha	1/5.000	1/10.000	1/25.000	1/50.000	1/100.000
1 pto. (0,35mm)	1,75m	3,5m	8,75m	17,5m	35m
0,1 mm	0,5m	1m	2,5m	5m	10m

Tabela 2 – Largura dos elementos geográficos e correspondência na carta (em mm).

Percurso	1/5.000	1/10.000	1/25.000	1/50.000	1/100.000
Estrada 6 metros	1,2	0,6	0,24	0,12	0,06
Caminho 3 metros	0,6	0,3	0,12	0,6	0,03
Trilho 1 metro	0,2	0,1	0,04	0,02	0,01

No caso da cartografia automática e, em particular, quando esta é disponibilizada num serviço de mapas dinâmicos, este aspecto ganha relevância acrescida e acarreta outras dificuldades, que se prendem essencialmente com a enorme variação na escala de visualização.

No caso do ZoomAzores, depois de se seleccionar a informação que se pretende representar e de a classificar, foi necessário desenvolver um trabalho de selecção das variáveis gráficas e visuais a utilizar. Esse trabalho foi realizado para cada grupo de informação, mas tendo o cuidado de estabelecer procedimentos homogéneos para toda a informação, ao mesmo tempo

² Um ponto (pto.) equivale aproximadamente a 0,35mm.

que se procurou garantir que a informação fosse bem percebida e diferenciada entre grupos. Um exemplo concreto do trabalho realizado é o caso da representação gráfica dos percursos. Na figura 4 propõem-se diversas formas de implantação dos percursos para representações de grande escala, utilizando-se as variáveis visuais tamanho, forma e cor.

Forma para diferenciar os percursos e da cor associada ao tamanho para os diferenciar dos restantes trilhos.	Tamanho ou forma para diferenciar os percursos marcados ou principais dos restantes	Cor para identificar os percursos ou para diferenciar os tipos de percursos	Utilização do pictograma para diferenciar os tipos de percursos.
<p>— Em caminho</p> <p>- - - - - Em trilho</p> <p>..... Fora pista ou mal definido no terreno</p> <p>- - - - - Restantes trilhos</p>	<p>PERCURSO:</p> <p>— Sinalizado</p> <p>— a) Outros</p> <p>..... b)</p>	<p>— GR 12 E9</p> <p>— PR Aldeias</p> <p>— Pedestre</p> <p>— A cavalo</p>	<p>PERCURSO:</p> <p> Pedestres</p> <p> A cavalo</p> <p> De bicicleta</p>

Figura 4 – Principais formas de representação dos percursos (Silva, 2008)

Embora a linha seja a mais adequada para representar percursos, no ZoomAzores optou-se por se recorrer a uma dupla representação, utilizando igualmente uma implementação através de pontos, que servem para indicar o início dos percursos, facilitam a leitura numa visualização de conjunto (pequena escala), e são mais adequados à ligação a caixas que permitem apresentar de forma resumida a informação do percurso e dar acesso a hiperligações com informação mais detalhada. A implantação pontual associada ao percurso ajuda igualmente a identificar o tipo de percurso, pois, neste projecto, recorreu-se ao pictograma, com uma forma “intuitiva”.

Em relação à linha, recorre-se à variável visual cor para diferenciar os tipos de percurso (pedestre, cavalo, etc.), e à forma (tracejado) para diferenciar estes percursos da restante informação incorporada nos mapas de base. Para diferenciar percursos principais ou homologados dos restantes, recorre-se à forma (tracejado mais curto) e ao tamanho (linha mais fina). A utilização do tracejado apresenta ainda a vantagem de permitir alguma leitura da informação que se encontra por baixo dessas linhas, como o tipo de caminho representado na carta de base. Em alguns casos, quando os percursos se cruzam ou são contíguos, recorre-se a diferenciações de tonalidades dentro da mesma cor (correspondendo à variável gráfica saturação) para diferenciar os percursos. Para cada tipo de percurso foi estabelecida a mesma cor para o pictograma e para a linha.

Para representar outra informação geográfica, como os locais de mergulho, unidades de alojamento, etc., recorreu-se essencialmente ao ponto como elemento gráfico, associado às variáveis visuais forma (pictograma), cor e tamanho. Nos elementos geográficos representados pela área recorreu-se à cor e à transparência, de forma a permitir a visualização da informação nas camadas inferiores.

Com intuito de melhorar a legibilidade da informação na representação recorreu-se a um conjunto de formas de generalização gráfica e foi estabelecido, para cada elemento gráfico, um intervalo de visualização.

4. Cartografia automática e mapas dinâmicos

4.1 Mapas dinâmicos na Internet

Inicialmente, para se disponibilizar mapas na Internet recorria-se a páginas desenvolvidas em HTML, que exibiam mapas em formato matricial (geralmente ficheiros GIF ou JPEG), o que apresenta muitas limitações em termos de funcionalidades e de visualização. Posteriormente

associaram-se algumas funções dinâmicas, estabelecendo hiperligações a partir desses mapas a informação ou outras imagens.

A cartografia automática teve um grande impulso com o desenvolvimento dos SIG. Por sua vez, os WebSIG vieram possibilitar a disponibilização na Internet de muitas das funcionalidades dos SIG, levando a uma alteração do paradigma associado à função dos mapas. Os serviços de mapas na Internet permitiram a criação de ambientes visuais suportados pelos mapas, com informação em camadas, facilitando a navegação através de mapas distintos, com a contínua alteração da escala de visualização e diferentes níveis de pormenor e de informação. Estas funcionalidades criam um ambiente dinâmico em que os mapas, para além de serem o suporte de grande parte da informação georreferenciada e um meio de representação dos resultados da análise espacial, passaram a ser utilizados como metáfora, servindo como índice, através de hiperligações, para outro tipo de informação como fotografias, texto, ou vídeos (Kraak, 2004).

Os WebSIG permitem incorporar praticamente todo o tipo de representações cartográficas, em qualquer escala, incluindo imagens satélite, fotografias ortorrectificadas e modelos 3D ou de realidade virtual (Figura 5).

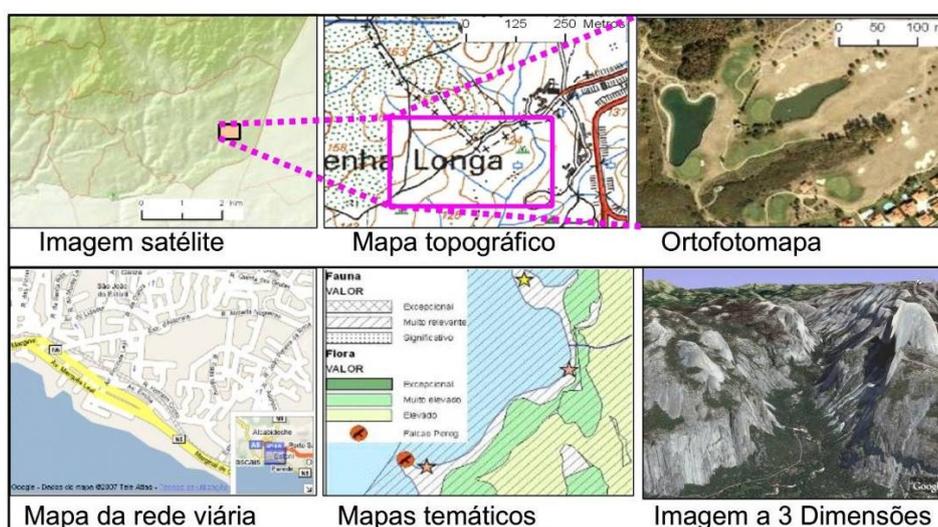


Figura 5 – Os mapas no ambiente WebSIG (Silva, 2008)

“A disponibilização de mapas com graus de detalhe e características de representação distintas permite alargar o público-alvo dos serviços de mapas e proporcionar uma melhor cognição espacial” (Silva, 2008: 21), como facilmente se poderá perceber pela observação da figura 5, onde se apresentam duas representações distintas da mesma realidade e com escala semelhante.



Figura 5 – Representações distintas da superfície terrestre à mesma escala de visualização

“Outras das inovações associadas aos SIG é a possibilidade de trabalharem com modelos de dados geográficos que suportam relações topológicas, o que facilita a análise dos dados e das relações de dependência” (Silva, 2008: 23), permitindo simultaneamente a realização de pesquisas gráficas e alfanuméricas por parte dos utilizadores.

De realçar ainda a vantagem competitiva da cartografia automática comparativamente com a convencional, decorrente da maior facilidade e menor custo de actualização. De facto uma das grandes limitações da cartografia resulta da desactualização da informação, devido às constantes alterações na paisagem e informação associada. Um dos grandes desafios actuais da cartografia automática é reduzir o espaço de tempo entre a ocorrência de uma mudança no terreno e a sua disponibilização no mapa, uma situação que é de enorme relevância se, por exemplo, considerarmos que, em média, 5% das estradas são alteradas de alguma forma todos os anos (TOMTOM, 2007).

4.2 Desempenho dos mapas dinâmicos

Os SIG e, em particular, os WebSIG vieram revolucionar a cartografia e a maneira de olharmos para os mapas, mas ao mesmo tempo trouxeram novos desafios e problemas.

Segundo Longley et al. (2005), o ponto de partida para o desenvolvimento de um projecto SIG, passa pela determinação da informação a representar, e do nível de detalhe. Esta escolha obriga a estabelecer compromissos, pois quanto maior é o detalhe, mais complexa será a informação gerada e mais pesada e onerosa se tornará (Silva, 2008). Esta situação agrava-se no que se refere aos serviços de mapas na Internet, em especial aos serviços centrados no servidor, pois a maioria da informação é processada no servidor e podem existir muitos pedidos em simultâneo por parte de múltiplos utilizadores.

O tempo de resposta do servidor aos pedidos dos utilizadores constitui mesmo um dos maiores problemas associados aos WebSIG. Quanto mais pesada e complexa é a informação, mais lenta será a resposta do servidor. Ora, um serviço com resposta lenta destinado ao turismo não “sobrevive” pois, certamente os utilizadores desistem de o utilizar rapidamente. Existem diversas soluções que permitem evitar que o serviço fique demasiado pesado ou oneroso. Para melhorar a performance do serviço pode recorrer-se a diversas soluções das quais se destacam as seguintes, que foram implementadas no projecto ZoomAzores, tanto na arquitectura do serviço de mapas como na selecção e concepção cartográfica:

- Definir um nível de detalhe para a informação, que seja apropriado aos objectivos do serviço de mapas;
- Optar por opções específicas de *design* mais apropriadas, optimizando os estilos dos mapas, nomeadamente:
 - Evitar opções de estilo pesadas;
 - Simplificar a Geometria;
 - Mudar o estilo com base na escala;
 - Mostrar só o necessário usando filtros de estilo.
- Recorrer a servidores com melhores desempenhos;
- Disponibilizar a informação, em particular os mapas, em formatos mais leves;

- Adequar algumas configurações do servidor Web;
- Recorrer a software e tecnologia com melhor desempenho na resposta;
- Utilizar *Image Mosaic and Image Pyramid* (IM&IP);
- Recorrer a tecnologia GeoCacheWeb.

O recurso às caches³ contribui para a obtenção de ganhos muito significativos na rapidez de navegação, pois quando é feito um pedido, em vez do servidor ter de processar a informação, vai buscar a *cache* correspondente. Estas *caches* podem ser criadas pelo gestor do sistema ou podem ser geradas automaticamente, resultando da optimização da experiência do utilizador, ao salvar (*caching*) os registos dos tile conforme estes são requeridos, actuando como um *proxy* entre o cliente e o servidor (Directions Magazine, 2010).

A GeoWebCache baseia-se numa aplicação que garante o armazenamento de ficheiros tile, em função das preferências dos utilizadores, potenciando a velocidade de resposta do WMS. Introduzir um servidor *tile* é uma excelente maneira de remover peso dos processos do WMS, uma vez que este permite salvar os resultados em ficheiros que podem ser utilizados recorrentemente. Trata-se basicamente de uma troca flexível, que implica resoluções fixas e formatos tile, de forma a conseguir uma performance ideal e habilidade para manusear muitos mais clientes.

A utilização das técnicas de IM&IP consiste na sobreposição de várias camadas, onde a mesma imagem é projectada em tamanhos diferentes, sendo a intensidade da escala de visualização proporcional à dimensão da imagem (Tabela 3).

Tabela 3 – Relação a imagem e a escala de visualização - IM&IP (Geoserver, 2010)

Nível	Escala	Dimensão Imagem (kB)	Escala de Visualização
7	1/64	312,5	Escala de visualização reduzida
6	1/32	625	
5	1/16	1250	
4	1/8	2500	Escala de visualização média
3	1/4	5000	Escala de visualização elevada
2	1/2	10000	
1	1	20000	

Este método potencia a velocidade de um sistema, sempre que os níveis de visualização tenham sido previamente salvos. Trata-se, no entanto, de uma vantagem que apenas é viável até se atingir o tamanho máximo das *layers* (a maior escala de visualização), pelo que se deverá recorrer ainda ao processo de *tiling*, onde as imagens são divididas em mosaicos, salvos em diversas caches, a que o sistema recorrerá conforme as necessidades do utilizador. Reduz-se assim a quantidade de informação necessária ao sistema e aumenta-se a performance do mesmo.

³ Caches são registos de informação frequentemente solicitada, armazenados em áreas temporárias.

Todas estas acções de melhoria de performance devem ser controladas, garantindo que estas trarão efeitos positivos ao sistema. Uma boa prática passa pela execução de testes de verificação em ambiente de produção, para que através dos mesmos se analise o sistema e se encontrem soluções de melhoria.

4.3 Problemas e soluções relacionados com a variação da escala

Como os mapas dinâmicos podem ser visualizados a escalas bastante distintas, quando se amplia ou reduz muito a escala de visualização é frequente perder-se legibilidade. A ampliação excessiva de mapas com pouco detalhe levará à visualização de uma imagem difusa, com um nível de informação insuficiente (Figura 6A). Pelo contrário, com a redução excessiva da escala de visualização de mapas de grande detalhe obtêm-se uma imagem de difícil leitura (Figura 6B e C).

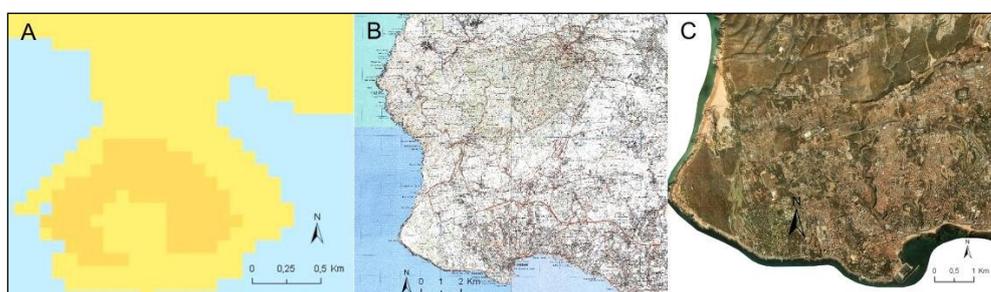


Figura 6 – Problemas associados à alteração da escala de visualização.

Para resolver este problema recorre-se a diversas soluções, nomeadamente à criação de mapas com diferentes níveis de detalhe, acessíveis através de intervalos de visualização. Assim, quando se amplia um mapa para além da escala de visualização definida, essa representação é substituída por outro mapa com maior detalhe.

Outros problemas comuns, decorrentes da grande amplitude da variação da escala nos serviços de mapas dinâmicos, resulta da sobreposição da informação e da desadequação da dimensão das variáveis visuais, especialmente em escalas grandes de visualização (Figura 7).



Figura 7 – Problemas de legibilidade comuns nos mapas dinâmicos (Google Earth, 2007a; CMC, 2008)

Para solucionar este problema no ZoomAzores teve-se em considerações os seguintes aspectos e soluções:

- Estabelecer escalas de visualização para toda a informação de forma automática. A informação é activada ou desactivada quando se muda de escala de visualização, independente de existir alguma informação que pode ser activada manualmente recorrendo à barra lateral com a informação em camadas;

- Recorrer a um conjunto de formas de generalização gráfica, das quais se destacam:
 - A simplificação e a suavização para eliminar detalhes desnecessários;
 - O realce e o exagero para destacar a informação e estabelecer diferenças qualitativas entre os percursos;
 - O deslocamento dos percursos e dos outros símbolos para evitar a sobreposição de informação.
- Agrupar e criar uma hierarquia no acesso à informação, evitando que toda a informação esteja representada directamente no serviço, recorrendo a três soluções:
 - Alguma informação apenas é visualizada se os utilizadores a seleccionarem no menu de camadas;
 - A informação está agrupada e é associada a ícones através de *pop up* emergente. Quando o utilizador selecciona essa informação abre-se uma janela onde se apresentam resumos da informação e hiperligações para imagens, *sites*, vídeos, informações mais detalhadas, e ficheiros que podem ser descarregados;
 - Recorrendo a ferramentas de pesquisa que “levam o utilizador” até à informação mais detalhada.

4.4 Incorporação da dimensão temporal

A dificuldade na definição de modelos espaciais que respondam às necessidades de um planeamento axiomático é reforçada por estarmos perante fenómenos estritamente referenciados pelo tempo e o espaço, e estas duas dimensões serem bastante dinâmicas. Segundo Painho e Curvelo (2006: 28), o facto dos “SIG parecerem estar forçados, em termos ontológicos, a separar espaço e tempo, o que deste modo impede algumas utilizações destas tecnologias”. De facto, as ferramentas SIG ainda apresentam grandes limitações no tratamento da dimensão temporal da informação. No caso específico dos serviços de mapas destinados ao planeamento e ordenamento do território, ou ao turismo na natureza, as dinâmicas territoriais introduzidas pelo tempo podem ter um significado importante. Tome-se, como exemplo, a alteração de um condicionante de acesso a um local de escalada, provocado pela nidificação esporádica de um casal de falcões peregrinos, ou uma situação relativamente comum, quando algum troço de um trilho fica temporariamente impraticável. Para contornar parcialmente estas dificuldades nos ZoomAzores recorre-se a três soluções:

- Apostar numa rede colaborativa, constituída por especialistas e entusiastas locais, que contribuam para a monitorização e actualização constante da informação disponibilizada no serviço de mapas dinâmicos;
- Garantir a gestão constante do sistema;
- Disponibilizar numa segunda fase de implementação a ligação a um conjunto de câmara Web (Webcam) que transmitem em tempo real imagens dos locais mais visitados ou mais dependentes das condições meteorológicas ou do estado do mar.

5. Conclusões

O desenvolvimento da cartografia automática e dos serviços de mapas dinâmicos criaram novas oportunidades e desafios na utilização da cartografia para um público alargado. Com o recurso aos SIG passou a ser simples incorporar não só as representações cartográficas mais comuns, que são decorrentes de modelos abstractos e simplificados da superfície terrestre, como mapas temáticos, imagens e fotografias ortorrectificadas e modelos 3D ou de realidade virtual.

A disponibilização de mapas com graus de detalhe e características de representação distintas, permite alargar o público-alvo dos serviços de mapas e proporcionar uma melhor cognição espacial, mas ao mesmo tempo acarreta alguns problemas, especialmente quando se trata de um serviço de mapas destinado a um público muito alargado e baseado no Servidor, como é o caso do ZoomAzores.

Problemas como o tempo de resposta do serviço, acesso e gestão da informação obrigam a compromissos diversos e a soluções tecnológicas em constante evolução.

No ZoomAzores a premissa principal passa por conjugar um acesso rápido e simples à informação, conjugado com um ambiente gráfico apelativo e a disponibilização da informação mais útil aos turistas em formatos abertos, que possa ser tanto visualizada em diversos ambientes como descarregada para ser utilizada em GPS, telemóveis, e outros instrumentos.

Referências Bibliográficas

Buttenfield B, McMaster R (1994) *Map Generalization: Making rules for knowledge Representation*. Longman, New York.

Caetano M, Santos T, Carrão H, Nunes A, Barreiros M (2001) Desenvolvimento de aplicações para generalização de cartografia temática. *VI Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica Tagus Park - Oeiras*. <http://www.igeo.pt/gdr/pdf/Caetano2001a.pdf> [Acedido em 5 de Novembro de 2007].

Directions Magazine (2010) GeoWebCache: Open Source Software Speeds Maps to Your Favorite Clients. *Directions Magazine*. <http://www.directionsmag.com/articles/geowebcache-open-source-software-speeds-maps-to-your-favorite-clients/122611> [Acedido em 29 de Outubro de 2010].

Furtado D N (2006) Serviço de Visualização de Informação Geográfica na WEB - A publicação do Atlas de Portugal utilizando a especificação Web Map Service. Dissertação de Mestrado, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.

Gaspar J (2005) *Cartas e Projecções Cartográficas* (3ª ed.). Lidel Edições Técnicas, Lisboa.

GeoServer (2009) GeoServer. <http://geoserver.org/> [Acedido em 16 de Outubro de 2010].

Kraak M J (2004) The role of the map in a Web-GIS environment. *Journal of Geographical Systems*, 6(2): 83.

Longley P, Goodchild M, Maguire D, Rhind D (2005) *Geographic Information Systems and Science* (2 ed.). John Wiley & Sons, Ltd., England.

Painho M, Curvelo P (2006) *Componentes da Ciência da Informação Geográfica*. Mestrado em Ciências e Sistemas de Informação Geográfica [Documento de apoio]. ISEGI-UNL, Lisboa.

Robinson A, Morrison J, Muehrcke P, Kimerling A, Guptill S (1995) *Elements of Cartography* (6^a ed.). John Wiley & Sons, New York.

Silva F (2008) *Sistemas de Informação Geográfica na Internet aplicados ao Turismo na Natureza nos Açores: projecto ZoomAçores*. Dissertação de Mestrado, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.

TOMTOM (2007) *As vantagens dos mapas digitais*. <http://www.tomtom.com/howdoesitwork/page.php?ID=10&CID=3&Language=17> [Acedido em 5 de Janeiro de 2005].