

PUBLICAÇÃO DE MAPAS NA WEB: ABORDAGEM CARTOGRÁFICA COM USO DE TECNOLOGIAS CÓDIGO- ABERTO

Maps on the web: Cartographic approach using open-source technologies

ANDRÉ LUIZ ALENCAR DE MENDONÇA
MÁRCIO AUGUSTO REOLON SCHMIDT
LUCIENE STAMATO DELAZARI

UFPR - Depto. de Geomática – Curso de Pós-graduação em Ciências Geodésicas
Caixa Postal 19001 – CEP: 81531-990. Curitiba-PR
andremendonca@ufpr.br; marcio.schmidt@gmail.com; luciene@ufpr.br

RESUMO

A partir da década de 90, Sistemas de Informação Geográfica – SIG - originaram uma ampla variedade de aplicações em decorrência da rápida evolução das tecnologias digitais. A necessidade de converter dados brutos em informação útil tornou-se uma realidade e mapas e produtos cartográficos são meios ideais para a organização, apresentação, comunicação e utilização do volume crescente de informação espacial que se torna disponível. Autores apontam que o crescimento no uso de mapas através da internet excede a taxa de crescimento da própria internet, o que é explicado, em partes, pela globalização - fenômeno definido pela integração mundial sócio-econômica e cultural. Este fato prova que a internet está cada vez mais inclusa no estudo da Cartografia, dada a existência de um novo paradigma no processo de produção cartográfica. Nesse artigo procura-se apresentar o mapeamento via *web* com enfoque em um conjunto de aplicações código-aberto (*mapServer* e *ka-Map*), enfatizando o papel da cartografia neste contexto.

Palavras chave: Mapas interativos; Cartografia para *WEB*; Softwares código-aberto.

ABSTRACT

Since the 1990's, GIS applications originated a wide variety of new applications as a result of new technologies upgrowth. Converting raw data into useful information has become a reality and maps and cartographic products are ideal devices to

organize, present, communicate and use the increasing amount of information that is becoming available. Some authors point out, the use of maps have increased in the Internet and this growth exceeds the Internet growth tax itself. This development is explained, in parts, by globalization, which is a phenomenon that foresees the integration world-wide, in social, economic and cultural aspects, which supports that prove that the Internet is each time more included in Cartography, given the existence of a new paradigm in the cartographic production process. This article presents achieve for presenting webmapping tools focusing on a set of open-source softwares (mapServer and ka-Map), emphasizing the role of cartographic science in this context.

Keywords: Interactive maps; Open-source software; WEB mapping

1. INTRODUÇÃO

Durante os anos 90 a Cartografia sofreu um impacto substancial no seu processo produtivo, decorrência da rápida evolução das tecnologias digitais. A partir dessa década, as aplicações SIG originaram uma ampla variedade de produtos. Segundo Taylor (1994), a revolução do uso da informação ocasionou uma explosão no volume de dados envolvidos na produção cartográfica e tornou acessíveis diversas possibilidades para o mapeamento. Neste contexto, a necessidade de converter dados em informação útil passa a ocupar um papel relevante e o mapa e os produtos cartográficos tornam-se meios ideais para a organização, apresentação, comunicação e utilização do volume crescente de informação espacial que tornou-se disponível.

As tecnologias voltadas para o mapeamento na *web* apresentam-se como um ramo da cartografia digital que se desenvolve em escala proporcional à popularização da rede mundial de computadores, e todas as facilidades intrínsecas ao seu uso, incluídos os serviços oferecidos para posicionamento, rotas e visualização de dados geográficos em geral. Dada a complexidade dos fatores envolvidos na confecção de representações cartográficas, tais tecnologias devem ser parte dos estudos da Cartografia, pois esta estuda os aspectos relativos a tais representações.

A investigação neste artigo concentrar-se-á em traçar um panorama sobre as tecnologias código-aberto para mapeamento na *web* e na breve descrição de dois aplicativos que utilizam o paradigma cliente/servidor para oferecer ao usuário um serviço de visualização interativa de dados *geoespaciais* na internet. Além da descrição do seu funcionamento, discutir-se-á acerca das suas possibilidades sob o ponto de vista do responsável pelo projeto cartográfico, no presente caso os próprios autores deste artigo.

2. A INTERNET E A CARTOGRAFIA

A medida, em que, a tecnologia avança, a aptidão dos programas computacionais para Cartografia é expandida com a assimilação e implementação

dos conceitos de interatividade e multimídia. Já em 1994, Taylor afirmava que os mapas tornaram-se os instrumentos para navegação interativa por computador, pois através deles o usuário pode selecionar o tipo e a quantidade de informação constante numa base de dados.

O conceito de interatividade já está incorporado ao cotidiano de usuários de ambientes virtuais. A interatividade possibilita a este usuário influir e ser influenciado pelo produto final, numa comunicação que se desenvolve por meio de uma mídia, como a internet. Com a expansão da interatividade em mapas digitais na internet, surgiu a criação de mapas sob demanda, nos quais a partir de qualquer computador-cliente, o usuário pode solicitar a um servidor de mapas a representação de determinados dados sobre alguma feição geográfica. Essa talvez seja a grande mudança proporcionada pelas novas tecnologias: o usuário criar o próprio mapa no momento de necessidade de uso.

A visualização cartográfica em ambientes digitais agrega métodos visuais desenvolvidos pela Cartografia para análise, síntese e apresentação de dados espacialmente referenciados, ao uso das facilidades de manipulação de gráficos computacionais. Estes são associados a paradigmas computacionais como a inteligência artificial (em sistemas especialistas para manipulação de elementos cartográficos) e fácil comunicação a grandes distâncias através da internet. A tecnologia de comunicação, transmissão e distribuição de dados teve grande desenvolvimento nos últimos anos e esse desenvolvimento é explicado, em parte, pela globalização - fenômeno que prevê a integração mundial sócio-econômica e cultural. A globalização traz uma mudança de hábitos em toda a sociedade. Um caso particular para o Brasil é a popularização da internet, onde, segundo Webinsider (2007), o número atual de usuários pode chegar a 60 milhões de pessoas. Há, portanto, uma associação da tecnologia de comunicação com a Cartografia digital de modo que a distribuição de mapas e informações via *World Wide Web* seja possível.

Peterson (2007) aponta que não é surpresa notar que o crescimento no uso de mapas através da internet excede a taxa de crescimento da própria internet, o que prova que esta está cada vez mais inclusa no estudo da Cartografia, dada a existência de um novo paradigma no processo cartográfico. Dragicevic (2004) cita que os novos paradigmas em serviços *geoespaciais* baseados na *web* vislumbram três novos caminhos para as geotecnologias: (1) acesso e disseminação da informação *geoespacial*, (2) exploração e geovisualização de dados espaciais e (3) análise, processamento e modelagem de dados espaciais. Neste artigo pretende-se analisar duas aplicações de mapeamento na *web* - livre tradução para o termo *webmapping* - o que contempla o item (1), constituindo uma opção de programas combinados para desenvolvedores e cartógrafos.

Harrower (2004) considera que a internet revolucionou a cartografia devido a quatro fatores básicos:

1. Facilidade de distribuição de produtos cartográficos;

2. Acesso universal a mapas até então indisponíveis a estes usuários;
3. Maior demanda por serviços de mapeamento em geral e;
4. Surgimento de ferramentas que permitem ao cartógrafo o desenvolvimento de aplicações sob-demanda de forma eficiente e atualizável.

Peng & Tsou (2003) comparam os serviços de informação geográfica baseados na internet com os “tradicionalistas” SIG para uso em *desktops* de forma a evidenciar as limitações destes últimos. Nos programas de SIG tradicionais todo usuário necessita ter uma licença do programa – na maioria dos casos um sistema proprietário e pago - o que inviabiliza o acesso público aos produtos finais do sistema, pois tais programas são inacessíveis em computadores onde não tenham sido instalados. Além disso, sua utilização por usuários não treinados não é trivial e faz-se necessário investimento de tempo e dinheiro, mesmo para a execução de tarefas consideradas básicas. A natureza proprietária desses programas SIG também dificulta a distribuição dos produtos gerados, já que cada empresa possui arquitetura e estrutura de dados própria e, em vários casos, sem preocupação com a interoperabilidade.

A utilização da internet para a distribuição de produtos cartográficos elimina a maior parte destes problemas encontrados nos SIG tradicionais, aproveitando-se do caráter amigável das páginas da *world wide web* para facilitar o acesso a dados espaciais, até então disponíveis apenas para profissionais da área. Apesar das aplicações para *web* estarem voltadas para a visualização do produto final, ou seja, o mapa, e ainda pouco desenvolvidas no que diz respeito a funções de análise tipicamente de SIG's (KRAAK, 2004), a *web* já influencia diretamente no papel que os mapas desempenham e na sua forma de produção. Aplicativos como o *Google Earth (URL 1)* e *Google Maps (URL 2)* exemplificam a popularização dos serviços de mapeamento junto aos usuários da rede mundial de computadores. Estes serviços constituem-se no conjunto de especificações que permitem a criação, desenho em tela e distribuição de dados *geoespaciais* a partir de uma ou mais fontes de dados remotas.

Dentro deste panorama surgiram diversos sítios que disponibilizam mapas na internet. Kolodziej (2003) define o mapeamento na *web* como o conjunto de produtos, padrões e tecnologias que permitem o acesso a informação geográfica, freqüentemente na forma de mapas, via *web*. Porém os desafios relativos à disponibilização de produtos de boa qualidade cartográfica, à utilização de bases de dados confiáveis, ao tempo de processamento de requisições, à largura de banda utilizada, ao grau de interatividade com o usuário e ao leiaute e organização dos dados no mapa final estão totalmente correlacionados com a tecnologia utilizada para a manipulação dos dados *geoespaciais*.

3. TECNOLOGIAS CÓDIGO-ABERTO DISPONÍVEIS

Programas código-aberto (*open-source*) basicamente são aplicativos desenvolvidos de acordo com o princípio de livre distribuição do programa e de seu

código fonte. Segundo o portal opensource.org (2007), o conceito de software livre deve estar além da simples distribuição: sua concepção está intimamente ligada ao trabalho de toda uma comunidade de usuários e desenvolvedores que interagem entre si num intercâmbio de informação que acaba por tornar o código fonte cada vez mais robusto, eficiente e abrangente, facilitando a minimização de falhas e o conseqüente desempenho final do programa. A preocupação com a documentação e o fato dos desenvolvedores serem parte da comunidade de usuários torna o suporte ágil e seu uso cada vez menos complexo.

Os softwares código-aberto que possuem algum tipo de função de análise de dados *geoespaciais* podem ser classificados de acordo com as linguagens de programação utilizadas nas suas implementações (RAMSEY, 2007) :

- Linguagem C: UMN mapServer, GRASS, GDAL/OGR, OSSIM, Proj4, GEOS, PostGIS, QuantumGIS e MapGuide OS. Aqui também incluídos os desenvolvedores que trabalham com linguagens “script”, muito próximas às bibliotecas C, como Python, Perl e PHP;
- Java: GeoTools, uDig, GeoServer, JTS, JUMP, e DeeGree;
- DotNet: Worldwind, SharpMap, NTS, e MapWindow;
- Aplicações-*web* : MapBuilder, ka-Map, OpenLayers, Mapbender e Cartoweb.

Destes citados, o *mapServer*, *OpenLayers*, *Mapbender*, *Cartoweb*, *Mapguide*, *Geotools*, *ka-Map*, *Mapbuidier*, *Geoserver*, *Deegree*, *Worldwind* e *Sharpmap* possuem funções desenvolvidas para leitura, acesso e implementação de aplicações em mapeamento na *web*. Dentro do conceito código aberto, estes softwares são desenvolvidos segundo as especificações do *Open Geospatial Consortium*, OGC.

Esse consórcio internacional desenvolve e disponibiliza publicamente especificações para interfaces computacionais para aplicações *geoespaciais*. Estas especificações tornam a internet, sistemas e serviços *wireless* e outros sistemas de localização capazes de suportar dados espaciais, proporcionando aos desenvolvedores uma maneira de fazer com que informações e serviços espaciais complexos estejam acessíveis e utilizáveis em quaisquer tipos de aplicação. A marca OpenGIS ® associada a um determinado produto ou serviço indica que o mesmo atende a determinadas especificações, o que proporciona interoperabilidade - comunicação entre aplicações, independente do desenvolvedor e da linguagem utilizada.

Limp (2002) aponta que as especificações OGC para aplicações em mapeamento na *web* oferecem um padrão para que os usuários realizem buscas por mapas e fontes de dados geográficos na *web*, independentemente do tipo de servidor de mapas ou do fabricante. De acordo com Openspatial.org (2007), existem as seguintes especificações OGC para servidores de Mapas e aplicações relacionadas:

WMS (*Web Map Service*) - Disponibiliza ao usuário a informação geográfica em arquivos com estrutura matricial;

SLD (*Styled Layer Descriptors*) - Requisita determinado tipo de simbolização e estilo de um serviço WMS; segundo Cammack (2007), é o componente WMS menos compreendido e pouco implementado, com funções como as relacionadas à abstração cartográfica sendo ainda consideradas problemáticas;

WMC (*Web Map Context*) – Carrega e salva a visualização de uma aplicação WMS no formato XML;

WFS (*Web Feature Service*) – Realiza a comunicação de dados geográficos reais *de e para* o usuário no formato *GML – Geographic Markup Language*. Permite as seguintes operações: consultas em bases de dados e retorno de feições; busca de definições para uma feição (seus atributos, nomes e tipos); modificações na base de dados;

WFS-T (*Web Map Service-Transactional*) - A mesma especificação WFS; adicionalmente permite aos usuários editarem dados geográficos em blocos transacionais, através das funções de adicionar, excluir e atualizar feições na fonte de dados;

WCS (*Web Coverage Server*) – Permite a publicação e a distribuição de “coverages” - informação digital *geoespacial* que representa fenômenos relativos à variação espacial. Conceitualmente é fácil pensar no WCS como o equivalente matricial do WFS;

De acordo com Cammack (2007), todos os serviços relacionados às especificações OGC para aplicações em mapeamento na *web* são parte do que se chama serviço de mapeamento na *web*, o qual pode ser considerado uma definição cartográfica para todo serviço ou conjunto de serviços cuja implementação visa a distribuição de mapas e informações espaciais, independente do tipo de dado, se vetorial ou imagem, à clientes na *web*. Este serviço possui a vantagem de distribuição de dados em tempo real e permite ao cliente o acesso a uma base de mapas atualizada.

Devido ao fato da *web* não ter sido desenvolvida para trabalhar com dados *geoespaciais* – que possuem componentes geométricos que informam sobre sua posição num sistema de coordenadas – aplicações do lado do cliente (*client-side*), como *plug-ins*, *applets* Java e controles *ActiveX* foram desenvolvidas para dar aos navegadores suporte a este tipo de dado, proporcionando ao usuário funções de consulta, seleção e desenho, por exemplo.

Segundo Peng & Tsou (2003), as aplicações em SIG baseadas na *web* possuem arquitetura baseada no modelo cliente/servidor. Especificamente em relação à arquitetura de serviços, pode-se dividir as aplicações em dois tipos: as baseadas em dados vetoriais e as baseadas em dados com estrutura matricial. No caso de dados estruturados matricialmente a requisição do usuário é manuseada pelo servidor de mapas e o que o cliente recebe é uma imagem “chamada” no documento *HTML*. Este tipo de sistema caracteriza-se pelo processamento (cálculo para montagem do mapa) no lado do servidor (*server-side processing*). Nos sistemas baseados em dados vetoriais a grande vantagem, em termos de desempenho, é o fato do

processamento ser feito do lado do cliente (*client-side processing*), o que é possível com o envio da informação geométrica do dado em formato apropriado diretamente para o computador do cliente.

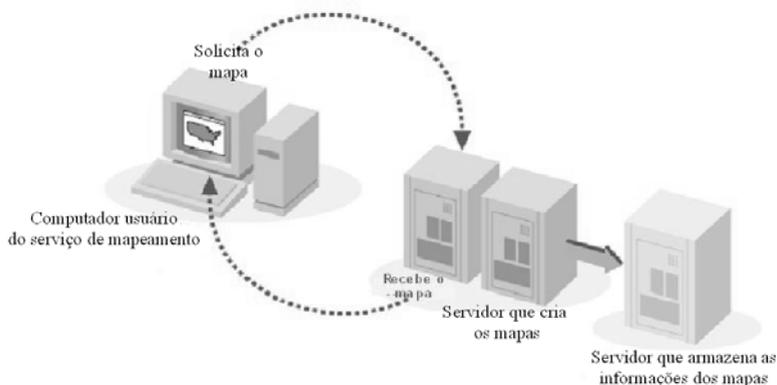
Cabe aqui ressaltar que a potencialidade do formato SVG – *scalable vector graphics*, linguagem baseada em XML que descreve gráficos bidimensionais, visualizadas no navegador *web* via *plug-in* específico, já tornou este formato padrão W3C (consórcio *World Wide Web*). Este formato permite a visualização de dados GML num navegador *Web* e tem consideráveis vantagens em relação aos sistemas baseados em dados matriciais, principalmente no que diz respeito ao desempenho global da aplicação (PENG & ZHANG, 2004; MARISCO et al, 2004).

Num sistema baseado em dados matriciais são quatro os principais componentes: o cliente, o servidor *web* (e o servidor da aplicação), o servidor de mapas e o servidor de dados (FIGURA 1). O cliente funciona como uma interface ao usuário para que este interaja com a aplicação – neste tipo de aplicação o cliente é o navegador *web*. O servidor *web* recebe a requisição do cliente e invoca suas aplicações que gerenciam as transações que ocorrem internamente, incluindo a segurança e a capacidade de “carga” do servidor. O servidor de mapas é quem processa essas requisições do cliente e gera resultados, baseados nos dados contidos no servidor de dados, que possui toda a informação relativa aos dados espaciais (incluídos os dados não-espaciais) e proporciona acesso e gerenciamento destes dados, por exemplo, através de operações em SQL – *Structured Query Language*.

Segundo Peng e Zhang (2004), a utilização de padrões abertos em serviços de informação geográfica via internet traz grandes vantagens no acesso, consulta e entrega de dados espaciais, no nível de feições, advindo de diferentes fontes, local ou remotamente. Estes padrões são a base para que o cliente *web* comunique-se com qualquer servidor.

Figura 1- Arquitetura de uma aplicação “*Webmapping server-side*“.

FONTE: Adaptado de Mitchell (2005).



3.1 UMN MapServer

Segundo o sítio oficial do projeto UMN MapServer (2008):

“MapServer é um ambiente de desenvolvimento de Código Aberto para construção de aplicativos espaciais na internet. MapServer não é um SIG completo, e não deseja ser. Ao invés disso, MapServer se sobressai na apresentação de dados espaciais (mapas, imagens e dados vetoriais) na *web*.”

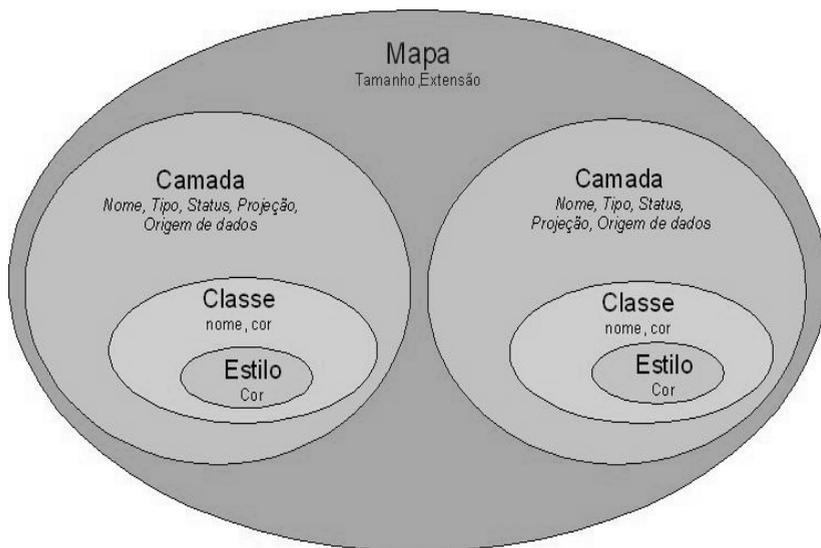
Originalmente desenvolvido pela Universidade de Minnesota (UMN) em cooperação com a NASA e o Departamento de Recursos Naturais de Minnesota (MNDNR), o projeto *Mapserver* atualmente conta com um número crescente de desenvolvedores e de usuários. Este aplicativo tem como principais características: utilização de diferentes ambientes de desenvolvimento e linguagens de *script*; possibilidade de ser utilizado em diversas plataformas operacionais; saída avançada de elementos cartográficos; suporte a diversos formatos matriciais e a conversão em tempo real entre eles; suporte em tempo real para diversos tipos de projeção cartográfica.

O *mapServer* constitui-se no aplicativo servidor de mapas e não é uma ferramenta desenvolvida para análise, mas pode utilizar-se de várias técnicas cartográficas para possibilitar a visualização de mapas resultantes de análises. Seu uso integrado com outras ferramentas, como sistemas de gerenciamento de banco de dados relacionais (*PostGis*) pode conferir ao mapa publicado na internet poderosas ferramentas de manipulação de dados espaciais, acessíveis via requisições cliente/servidor.

Como na maioria das aplicações *server side*, o *mapServer* utiliza-se do método *CGI – Common Gateway Interface*, que é o programa que decodifica os dados de entrada e realiza o processamento requisitado, mandando o resultado de volta para o cliente como uma resposta HTTP, através do servidor *web*. Possui como vantagem a implementação independente de linguagens de programação e a separação do aplicativo do servidor *web*. Sua desvantagem reside no fato de que a cada requisição as conexões com os bancos de dados precisam ser fechadas e reconfiguradas e muito tempo acaba sendo gasto para configurar o ambiente para *scripts CGI* antes das requisições serem processadas. Isso se reflete no desempenho, que diminui de acordo com o número de usuários (HÄCHLER, 2003).

O núcleo de toda aplicação em *mapServer* é o arquivo de extensão MAP, que é responsável pela interface do mapa. A organização de um arquivo *.map* (FIGURA 2) possui formatação textual e é estruturada de forma hierárquica, sendo o arquivo composto de diversas seções, cada uma correspondendo a um objeto, que, por sua vez, pode ser subdividido em um ou mais sub-objetos (MITCHELL, 2005).

Figura 2- Exemplo de organização de um arquivo *.map*.
 FONTE: Os Autores



Na figura 2 pode-se perceber a existência de 4 objetos: MAPA (*MAP*, que é a definição do arquivo contendo suas configurações gerais); 2 CAMADAS (*LAYER*, objeto que define os atributos de cada camada a ser desenhada no mapa); suas respectivas CLASSES (*CLASS*, objeto que define classes de configurações para cada camada); ESTILO (*STYLE*, objeto que define como cada feição será desenhada em cada classe). De uma forma geral, todo objeto é uma instância de uma classe, capaz de armazenar estados através de seus atributos e reagir a mensagens enviadas a ele, assim como se relacionar com outros. Em um arquivo *.map* cada objeto possui uma série de configurações que assumem determinados valores, os quais definem a forma final da representação que será entregue ao usuário e manipulada através de outra aplicação, detalhada a seguir.

A definição de símbolos a ser usada pelos estilos de cada camada no arquivo *.map* pode ser definida pelo usuário tanto no próprio escopo deste arquivo quanto em um arquivo separado. Na segunda opção pode-se reutilizar definições de símbolos previamente construídas por meio do comando *SYMBOLSET*, que é incluso no objeto MAPA.

3.2 ka-Map

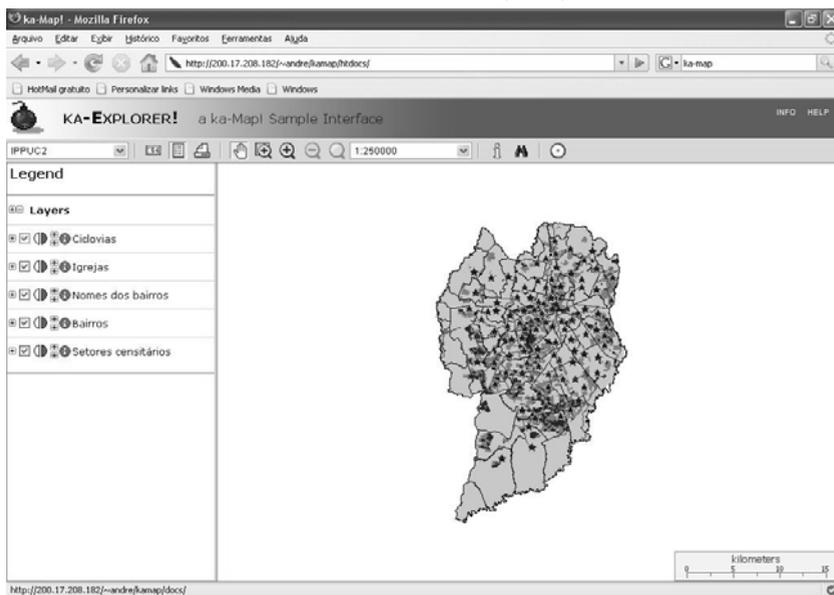
Este conjunto de ferramentas código aberto constitui-se em uma API

(*Application Program Interface*) *javascript* baseada no conceito *AJAX* (*Asynchronous JavaScript and XML*) e implementada em linguagem *PHP* (*Hypertext Preprocessor*). O interesse em tecnologias *AJAX* para mapeamento na *web* está ligado à popularização de aplicações como o *Google Maps*. *AJAX* é um tipo de aplicação para desenvolvimento em *web* que implementa funções relativas à interatividade. No caso do mapeamento para a *web*, é a tecnologia embutida nas ações de ampliação (*zoom*) e deslocamento em tela, pois implementa o *caching* dos arquivos de imagem de forma bastante eficiente. O *ka-Map* utiliza o *mapServer* como servidor de mapas e *AJAX* e *PHP* para enviar o conteúdo ao navegador.

A integração com o *mapServer* se dá de forma direta: o *mapServer* prepara as imagens. O *ka-Map* as envia para o navegador e salva em *cache* os mapas criados pelo *mapServer*. Assim quando uma determinada área do mapa é vista novamente o *ka-Map* retorna diretamente ao navegador, sem passar pelo servidor de mapas. Ele atua sobre o arquivo *.map*, utilizando, como formato de página, um modelo pré-estabelecido armazenado num *script PHP*. Devido a este fato, deve-se habilitar e executar a biblioteca de programação *mapScript*, do *mapServer*, cuja *API* é utilizada para executar o processo de *renderização* do arquivo *.map*.

As seguintes funções estão implementadas para a versão 1.0 (FIGURA 3):

Figura 3- Interface básica: *ka-Map* 1.0.
FONTE: Os Autores (2008).



- Deslocamento em tela interativo e contínuo, sem precisar recarregar a

- página;
 - Funções de navegação através do teclado (*zoom e panning*);
 - Ampliação/redução para escalas pré-estabelecidas;
 - Inserção de legenda, escala gráfica e definição de mapa-base;
 - Controle de camadas;
-
- Consulta a dados de camadas através de pontos e seleção com mouse (cliques) sobre o mapa;
 - Busca de dados de camadas e *pan/zoom* automático no resultado da busca;
 - Implementação da especificação WFS para feições pontuais.

Através da implementação e customização das funções na interface da aplicação – funcionalidades do *ka-Map* - e das propriedades da feição armazenada no servidor – por meio do arquivo *.map*, no servidor de mapas - o cartógrafo tem em seu poder ferramentas para o cumprimento das etapas do projeto cartográfico relacionadas à representação das informações temáticas em escala pré-definida. Além disso, o cartógrafo pode realizar a manipulação de simbologias por meio de mecanismos de estilização no próprio servidor de mapas, apesar de estes ainda possuírem limitações cartográficas, especialmente quanto à implementação de variáveis visuais, à exceção das variáveis tamanho e tom de cor.

4. ANÁLISE DO MAPSERVER SOB O PONTO DE VISTA DO PROJETO CARTOGRÁFICO

O modelo de estrutura para publicação de mapas na web descrito neste artigo é implementado através da modificação direta e criação de códigos. Neste ponto é importante salientar que apenas o conhecimento da linguagem computacional e estrutura de dados empregada nos aplicativos aqui descritos não é suficiente para a produção cartográfica sem o risco da existência de problemas básicos nos mapas produzidos.

Em qualquer mapa interativo construído para *web* pode-se observar a existência da interface computacional, que diz respeito às ferramentas utilizadas para interação com o produto, usualmente botões ou caixas de diálogo. Por meio da interação do usuário com essa interface ocorre um processo dinâmico de modificação da interface-mapa que, por sua vez, está limitado às configurações previstas pelo responsável pelo projeto cartográfico.

Na abordagem sistemática do projeto cartográfico proposta por Slutter (2008), a autora cita que a sobreposição de conhecimentos entre usuário e produtor do mapa é a primeira etapa do desenvolvimento do projeto cartográfico. Esta sistemática continua através da definição das informações temáticas e da base cartográfica utilizada; definição da escala e projeção cartográfica para cada mapa pertencente ao mesmo projeto; coleta e análise de dados fonte; definição da linguagem

cartográfica; e a construção do mapa, considerando-se a solução gráfica para a base cartográfica, a generalização e a aplicação da simbologia.

No contexto deste artigo, o servidor de mapas (*mapServer*) é o aplicativo responsável pela configuração dos parâmetros relativos à interface-mapa e, portanto, pela criação da linguagem cartográfica, pela acurácia e precisão dos dados, pela definição do conteúdo a ser representado e pela aplicação da generalização gráfica e da simbologia do projeto. O aplicativo *ka-Map* permite a construção de ferramentas para a interação com o produto por meio da interface computacional, além da estética geral da página na web.

4.1 Aspectos do Projeto Cartográfico em aplicações baseadas no *mapServer*

Por meio de testes básicos de configuração e consultas à documentação oficial do projeto *mapServer* na *web*, são apresentados alguns aspectos do desenvolvimento de projetos cartográficos, potencialidades e limitações de implementação com este aplicativo.

4.1.1. Escala e Simbologia

Na utilização do mapa interativo o usuário define, por meio de ferramenta apropriada na interface computacional, a escala que deseja usar na apresentação das camadas do mapa. O cartógrafo pode limitar o intervalo da escala disponível definindo os valores máximos e mínimos, declarando os valores dos denominadores das escalas. Na maioria das aplicações existentes na web, a ferramenta de seleção de escala não permite a modificação dos seus valores absolutos, e o usuário pode escolher entre vários níveis de ampliação ou redução que, por sua vez, são calculados de acordo com a escala máxima e mínima definida pelo cartógrafo. Este tipo de abordagem na definição da escala é apontado por Peterson (2008) como uma influência do aplicativo Google Maps onde a informação de escala é suprimida, pois varia constantemente com o deslocamento da interface-mapa por diferentes latitudes, o que ocorre pela utilização de uma base cartográfica projetada pela projeção de Mercator.

A estrutura do arquivo *.map* em aplicações construídas no *mapServer* facilita a implementação do operador de generalização cartográfica *omissão seletiva*, que, segundo Keates (1989), diz respeito à determinação das feições que serão representadas no mapa, conforme a escala, a legibilidade, a característica e a importância de cada feição. Tal operador pode ser implementado utilizando-se diferentes camadas – cada objeto CAMADA define um nível de informação diferente a ser representada no mapa – cada uma delas com limites de escala máximos e mínimos como condicionantes para sua representação no mapa.

Quanto à simbologia empregada, a escala de todos os símbolos usados no *mapServer* pode ser controlada (comando SYMBOLSCALEDENOM), incluindo os parâmetros que definem largura de bordas, raio de círculos, tamanho de linhas e outros, e sua variação é automaticamente proporcional à mudança de escala. Para

garantir que o símbolo usado não será *renderizado* em um tamanho não adequado, definem-se os tamanhos máximos e mínimos dentro do estilo do objeto CLASSE.

4.1.2 Primitivas gráficas e variáveis visuais

Em mapas bidimensionais as feições espaciais são representadas por meio das primitivas gráficas ponto, linha e área (DENT, 1999). A variação visual destas primitivas será usada para representar as feições e suas classificações e a sua definição é uma decisão primordial na definição da linguagem cartográfica de um mapa. As variáveis visuais existentes no *mapServer* são: forma, tamanho, arranjo e valor e tom de cor (por meio do padrão RGB e da configuração de luminosidade). Além disso, no *mapServer* as variáveis visuais dependem de 3 definições: da geometria da feição, que diz respeito à primitiva gráfica utilizada; da variação interna, que pode definir a luminosidade (*brightness*), o tom de cor e o arranjo; e da variação externa, que define a forma, o tamanho e a linha de borda, exclusivamente para feições representadas por áreas. Todos estes parâmetros podem ser configurados no arquivo *.map* e no arquivo de símbolos (para detalhes acerca da implementação, consultar HOFFMAN, 2004).

A definição das cores só pode ser realizada segundo o esquema de cores RGB, o que impossibilita, por exemplo, a definição da variável visual saturação. Combinando-se diversos elementos básicos pode-se obter uma simbolização complexa, com vários estilos dentro de uma única camada, observada a ordem da composição em tela. A definição das variáveis forma e arranjo só pode ser construída por meio da composição de símbolos vetoriais simples. Outro detalhe importante é que o tamanho do pixel definido para o mapa e para os símbolos deve ser igual, caso contrário ocorre divergência entre a representação da legenda e as diferentes escalas de visualização do mapa.

Diferentemente de outros programas para a cartografia digital, no *mapServer* não existem bibliotecas de símbolos pré-definidos e cabe ao desenvolvedor a construção da simbologia, seja por meio de combinações de vetores ou de figuras. O desenvolvedor assume a responsabilidade pelas limitações de ambos os formatos, especialmente em sua aparência conforme a escala definida pelo usuário e na velocidade de carregamento e atualização em função de cada símbolo e do mapa final.

É importante destacar que as aplicações aqui descritas não apresentam qualquer controle ou ajuda para a construção da linguagem cartográfica. Por exemplo, o sistema facilmente permite que seja usado o nível de medida nominal para fenômenos de característica numérica, como a representação de classes de densidade demográfica. Este fato reforça a questão de que somente o conhecimento da linguagem de programação não garante a eficiência e a qualidade das representações apresentadas em mapas interativos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tecnologia de transmissão e distribuição de dados via internet cada vez mais se aproxima da Cartografia. Mesmo que a internet tenha revolucionado a maneira como se distribui dados *geoespaciais*, os conceitos de visualização destes dados, os objetos de estudo da Cartografia continuam os mesmos. Porém o acesso à informação espacial disponibilizada e a amplitude de potenciais usuários concebidos pelas tecnologias atuais, constituem um marco na história da criação de mapas: o próprio usuário desenvolve o mapa segundo as suas necessidades, baseado nas informações disponíveis, e no momento em que necessita do mesmo.

Entretanto, a tecnologia existente ainda tem muito a se desenvolver. Os atuais programas exigem do usuário conhecimentos avançados das linguagens de programação utilizadas e oferecem pouco ou nenhum suporte ao iniciante. O produto final geralmente se apresenta na forma de imagem estática, a despeito das potencialidades de diversos paradigmas computacionais em interatividade. Conceitos como a generalização cartográfica ainda são pouco considerados em função da sua complexidade e difícil implementação, além de não existirem padrões de interface eficientes e que possibilitem a comunicação cartográfica de forma adequada para a maior parte dos casos. Porém existem potenciais avanços, principalmente no que se refere à interoperabilidade entre sistemas distintos, proprietários ou código-aberto.

No estudo desenvolvido para esse artigo, foi possível avaliar que os programas de código abertodesempenham as mesmas funções que os programas comerciais criados para o mesmo fim. Por isso entendemos que existem perspectivas para a adoção maciça nos próximos anos deste tipo de programa para criação de mapas na internet, com maior disseminação no acesso à informação geográfica, alcançando um público cada vez menos especializado. Existe a necessidade do desenvolvimento de padrões para a apresentação deste tipo de informação, bem como deve-se atentar para a importância da implementação destes programas em consonância com os princípios básicos de projeto cartográfico, bem como de interfaces interativas e amigáveis.

As ferramentas *ka-Map* e *mapServer* (em conjunto com servidor *web*, no caso o programa *Apache*) constituem-se em uma alternativa viável para publicação e visualização de dados *geoespaciais* na *web*. Estas ferramentas implementam conceitos de interatividade neste tipo de dados, além de satisfatoriamente atenderem a padrões de interoperabilidade *OGC*, segundo paradigma cliente-servidores no contexto *AJAX* para a interface de mapa interativo. As limitações relativas à escolha e construção de variáveis visuais, uso de toponímias e generalização cartográfica podem ser solucionadas por meio de projetos multidisciplinares para implementação de algoritmos de SIGs em ambiente *web*, por cartógrafos e engenheiros da computação. Este tipo de abordagem certamente resultará em interfaces mais claras e eficientes aos usuários finais, bem como em produtos cartográficos gerados segundo os princípios de projeto cartográfico.

Busca-se inserir e salientar o papel do cartógrafo nas discussões a respeito de soluções mais eficientes, rápidas, robustas e abrangentes na “*Internet Geográfica*”. Para isso recomenda-se o estudo de outros produtos código-aberto – além dos serviços *OGC* e seus correspondentes conceituais na Cartografia - e a avaliação de suas potencialidades para o mapeamento na *web*, bem como estabelecer paradigmas que adaptem os conceitos de projeto cartográfico aos mapas interativos, amplamente disseminados pela internet.

REFERÊNCIAS

- CAMMACK R. G. *Cartographic Approaches to Web Mapping Services*. In: CARTWRIGHT, W. ; PETERSON, M. P.; GARTNER, G. *Multimedia Cartography*. 2a ed. Berlin: Springer-Verlag, 2007, 546 p., p.431-453;
- DENT, B.D. *Cartography Thematic Map Design*. WCB/McGraw-Hill, 1999. 5 ed. 417p.
- DRAGICEVIC, S. *The potential of Web-based GIS*. In: Journal of Geographical Systems. Springer-Verlag, n.6. 2004. p. 79-81;
- EISENBERG, J. D.. *SVG Essentials*, O’Reilly, 2002. 364p;
- HÄCHLER, T. *Online Visualization of Spatial Data*. Tese de Doutorado, Departamento de Geografia. Universidade de Zurique. 2003;
- HARROWER, M. *A look at the history and future of animated maps*. In: Cartographica n. 39 (3): 2004. p. 33-42. Disponível em <http://www.geography.wisc.edu/~harrower/pdf/Animation_History.pdf>; Acesso em 25/01/2009;
- HOFFMAN, K. *Leitfaden zur Aufbereitung von Geodaten mit LorikWeb und zur Konstruktion von Signaturen mit dem UMN MapServer*. Humboldt-Universität zu Berlin, 2004;
- KEATES, J.S. *Cartographic Design and Production*. 2. ed. Essex: Longman Scientific & Technical, 1989;
- KRAAK, M-J. *The role of the map in a Web-GIS environment*. In: Journal of Geographical Systems. Springer-Verlag, n.6. 2004. p. 83-93;
- KOŁODZIEJ, K. (Ed.) *The OpenGIS Web Map Server Cookbook*. Vol. OGC Document 03-050. Open GIS Consortium Inc.,Cambridge – USA; 2003;
- LIMP, W.F. *Web mapping* In: GeoWorld n. 15; 2002. p. 30–32;
- MACEACHREN, A. M. & KRAAK, M.J. *Exploratory Cartographic Visualization: Advancing the Agenda*. Elsevier Science Ltd. 1997. PII: S0098-3004(97)00018-6;
- MARISCO, N. PHILLIPS, J. P., HUMBERTO, R. *Utilizando-se Tecnologias Fontes Abertas para Projetar Web Mapas Estáticos Interativos* In: COBRAC II 004 Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário · UFSC, Florianópolis, 2004;
- MITCHELL, T. *Web Mapping Illustrated*. O’Reilly, 2005. 349p;

- RAMSEY, P. *The State of Open Source GIS*. Refraction researchs inc. 2007 disponível em <www.foss4g2007.org/presentations/view.php?abstract_id=136> acesso em 24/10/2007;
- PENG, Z.-R. ZHANG, C. *The roles of geography markup language (GML), scalable vector graphics (SVG), and Web feature service (WFS) specifications in the development of Internet geographic information systems (GIS)*. In: Journal of Geographical Systems. Springer-Verlag, n.6. 2004. p. 95-116;
- PENG, Z.-R. TSOU, M.-H. *Internet GIS: Distributed Geographic Information Services for the Internet and Wireless Networks*. Hoboken: John Wiley & Sons. 1.ed. 2003;
- PETERSON, M. P.. *The Internet and Multimedia Cartography*. In: CARTWRIGHT, W. ; PETERSON, M. P.; GARTNER, G. Multimedia Cartography. 2a ed. Berlin: Springer-Verlag, 2007, 546 p., p.35-50;
- PETERSON, M. P.. *A Critical Assessment of Maps and The Internet*. In: Revista Brasileira de Cartografia. n. 60/03, Outubro/2008. p. 287-292;
- TAYLOR D. R. F. *Uma Base Conceitual para a Cartografia: Novas Direções para a Era da Informação*. Caderno de Textos – Série Palestras, São Paulo, v. 1, n.1, ago., 1994. p. 11-24;

Websites

- Webinsider – notícias sobre a internet. Disponível em <<http://webinsider.uol.com.br/index.php/2007/07/30>> Acesso em 24/10/2007;
- Opengeospatial.org – Open source Geospatial Consortium Inc. - OGC Specifications. Disponível em: <<http://www.opengeospatial.org/standards>>. Acesso em 24/10/2007;
- Opensource.org – Opensource Initiative. Disponível em: <<http://www.opensource.org/docs/definition.php>>
- OGC 07-236 - Open Geospatial Consortium Inc. *OpenGIS® Geography Markup Language (GML) Encoding Standard*. OGC 07-236. OpenGIS® Standard. Disponível em: <<http://www.opengeospatial.org/standards/gml>> Acesso em 07/11/2007;
- UMN MapServer – sítio oficial. Disponível em <<http://mapserver.gis.umn.edu>>. Acesso em 11/11/2008.

Lista de URL's

- URL 1: <http://earth.google.com/intl/pt/>
- URL 2: <http://maps.google.com.br/>

6. GLOSSÁRIO

API: Interface de Programação de Aplicativos: conjunto de rotinas e padrões estabelecidos por um determinado programa para utilização de suas funcionalidades por programas aplicativos - programas que não se envolvem em detalhes da implementação do programa principal, mas que apenas usam seus serviços;

Java Applets: Pequenos programas em linguagem *Javascript* “chamados” via documentos HTML e interpretados pelo navegador em tempo real através de máquinas virtuais. Desempenham papel importante na inserção de interatividade em documentos HTML estáticos;

Caching: Processo computacional no qual um conjunto de dados é armazenado temporariamente em uma área específica do programa, de forma a tornar menor o tempo de acesso, baseado no fato de que não há necessidade de recalcular ou pré-buscar os dados originais;

Controle Activex: Tecnologia similar aos *applets* java, porém desenvolvida pela *Microsoft*, o que garante acesso total ao sistema operacional *Windows*. Um controle *active x* é um conjunto de regras que é interpretada pelo navegador de forma a garantir novas funcionalidades via web;

HTML: Hypertext Markup Language, mostra como cada elemento em um texto deve ser mostrado pelo navegador;

HTTP: Hypertext Transfer Protocol, é o protocolo de comunicação entre o navegador *web* e o servidor *web*. Possui caráter estático, pois faz com que o servidor *web* trate cada requisição como uma nova requisição;

Geoespacial: Que é referenciado a Terra (Geo), mais precisamente que pode ser referenciado segundo coordenadas geodésicas (latitude, longitude e altitude), ou coordenadas projetadas como UTM, por exemplo. No escopo deste artigo, utiliza-se o termo “dado geoespacial” como sinônimo de “dado geográfico”;

Geovisualização: é um conceito relativamente recente que, segundo eminentes cartógrafos como Maceachren e Kraak (1997), significa a integração de ciências como visualização científica, visualização da informação, análise de dados exploratória (EDA) e sistemas de informação geográfica (SIG) com a Cartografia, objetivando a extração de informações e relacionamentos entre os dados e a geração de conhecimento sobre fenômenos geoespaciais;

GML: Geographic Markup Language, segundo o OGC 07-236 (2007), o GML é uma gramática XML escrita em formato XML-esquema para realizar a descrição, transporte e armazenamento de dados geográficos. É um formato baseado em texto que codifica o dado geográfico;

PHP: Linguagem orientada a objetos, de domínio específico em desenvolvimento de aplicações para *web* utilizada principalmente na construção de pequenos *scripts*;

Plug-ins: Aplicativos que estendem a funcionalidade de navegadores *web*. Necessitam de *download* e instalação para que o navegador possa interpretar informações em determinados formatos;

XML: Extensible Markup Language, segundo Eisenberg (2002), é um formato de dados e documentos desenvolvido para a Internet de forma a oferecer uma linguagem padronizada para intercâmbio e processamento de dados.

(Recebido em julho / 2008. Aceito em fevereiro / 2009.)