

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO

TMap Client: Um componente JavaScript para desenvolvimento  
de aplicações geográficas na WEB

PALOMA DE ALBUQUERQUE DIESEL

**Orientador:** Prof. Dr. Tiago Senna Carneiro

OURO PRETO - MG

2009

PALOMA DE ALBUQUERQUE DIESEL

TMap Client: Um componente JavaScript para desenvolvimento  
de aplicações geográficas na WEB

MONOGRAFIA SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO  
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO COMO PARTE DOS  
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BA-  
CHAREL EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO.

Aprovada por:

Prof. Dr. Tiago Senna Carneiro

Departamento de Ciência da Computação, UFOP

Prof. Dr. Joubert de Castro Lima

Departamento de Ciência da Computação, UFOP

Prof. Dr. Álvaro Rodrigues Pereira Júnior

Departamento de Ciência da Computação, UFOP

OURO PRETO, MG - BRASIL

08 de DEZEMBRO DE 2009

# *Lista de Figuras*

2.1	Estrutura de um Sistema de Informação Geográfico . . . . .	p. 4
2.2	GetMap . . . . .	p. 6
2.3	GetCapabilities . . . . .	p. 6
4.1	Modelo Espiral . . . . .	p. 14
5.1	Arquitetura TMap Client . . . . .	p. 17
5.2	Arquitetura das Funcionalidades do TMap Client . . . . .	p. 18
6.1	Descrição do TMap Client . . . . .	p. 20
6.2	Descrição do TMap Client . . . . .	p. 21
6.3	Descrição do TMap Client . . . . .	p. 22
6.4	Descrição do TMap Client . . . . .	p. 23
6.5	Descrição do TMap Client . . . . .	p. 24
7.1	Exemplo de Uso . . . . .	p. 28
7.2	Exemplo de Uso . . . . .	p. 29
7.3	Exemplo de Uso . . . . .	p. 30

# *Sumário*

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	p. 1
<b>2</b>	<b>CONCEITOS BÁSICOS</b>	p. 3
2.1	Plano de Informação . . . . .	p. 3
2.2	Tema . . . . .	p. 3
2.3	Vista . . . . .	p. 3
2.4	SIG . . . . .	p. 4
2.5	OGC . . . . .	p. 4
2.6	WMS . . . . .	p. 5
2.7	HTML . . . . .	p. 7
2.8	DOM . . . . .	p. 7
2.9	XML . . . . .	p. 7
2.10	JavaScript . . . . .	p. 7
2.11	AJAX . . . . .	p. 8
2.12	Mootools . . . . .	p. 9
2.13	GIS Desktop . . . . .	p. 9
<b>3</b>	<b>Trabalhos Correlatos</b>	p. 10
3.1	Google Maps . . . . .	p. 10
3.2	Terra View . . . . .	p. 11
3.3	Ka-Map . . . . .	p. 13
<b>4</b>	<b>Metodologia</b>	p. 14

4.1	Funcionalidades Cobertas . . . . .	p. 14
4.1.1	Requisitos Funcionais . . . . .	p. 14
4.1.2	Requisitos Não-Funcionais . . . . .	p. 16
<b>5</b>	<b>Arquitetura</b>	p. 17
<b>6</b>	<b>Descrição do TMap Client</b>	p. 19
<b>7</b>	<b>Exemplo de Uso</b>	p. 25
7.1	Cenário Inicial . . . . .	p. 25
7.2	Codificação . . . . .	p. 25
<b>8</b>	<b>Conclusões e Trabalhos Futuros</b>	p. 31
	<b>Referências Bibliográficas</b>	p. 32

# *1 Introdução*

A introdução do geoprocessamento, isto é, o processamento informatizado de dados georeferenciados, no Brasil deu-se a partir dos anos 80. A partir daí surgiram vários grupos interessados em desenvolver tecnologias de forma a tratar as informações geográficas. Através da WEB o acesso aos serviços de informação geográfica ficou amplamente disseminado, fazendo com que aparecesse um maior investimento em ferramentas para visualizar e tratar dados geográficos. A necessidade de possuir uma ferramenta em seu próprio computador não é mais prioridade, o usuário pode acessar aplicativos que permitem a visualização e a edição de dados geográficos. A transferência dos dados é realizada pela Internet e a sua visualização é feita por um navegador (*browser*), sem a necessidade de programas específicos, para tanto basta acessar o site onde está aplicação e executá-la.

Este projeto visa a criação de um componente que auxilia no desenvolvimento de clientes WEB para aplicações geográficas. O TMap Client é um componente WEB, e portanto executa dentro de navegador, que tem o objetivo de permitir ao usuário a visualização, a aquisição e a edição de dados geográficos, além de oferecer acesso a serviços de geoprocessamento disponibilizados por um servidor de aplicação geográfica. O componente TMap Client deve ser desenvolvido de forma que possa ser adicionado a uma página HTML de maneira que exija o mínimo de esforço ou alteração do seu código.

O TMap Client fornece funcionalidades para criar mapas na web oferecendo as funções básicas para disponibilizar seus dados espaciais.

O TMap Client é um avanço em relação a outros componentes geográficos na WEB, pois além de oferecer serviços para construir aplicações geográficas na WEB semelhantes ao Google Maps, o TMap Client oferece funcionalidades, como por exemplo a edição, visualização e gravação em Tabelas de Geobjetos ,antes presentes apenas em ambientes GIS Desktop, tais como o TerraView,

Para abranger os pontos necessários para a descrição e entendimento do TMap Client, esta monografia inicia com uma descrição dos conceitos básicos relacionados ao tema. Em seguida,

---

aborda-se os trabalhos correlatos a esse, de forma a identificar pontos importantes para o desenvolvimento do projeto. Por sua vez, no capítulo de funcionalidades cobertas, há a descrição das funcionalidades oferecidas pelo TMap Client. Logo em seguida, tem-se a maneira como o projeto foi desenvolvido, descrita na metodologia. Descritos os pontos úteis para a elaboração do projeto, contempla, no capítulo a seguir a arquitetura do TMap Client para que possa ser realizada, no capítulo seguinte, a sua descrição. E finalmente a conclusão e trabalhos futuros.

## **2    *CONCEITOS BÁSICOS***

Neste capítulo são apresentados alguns conceitos básicos necessários ao entendimento deste trabalho. É apresentado o conceito de Plano de informação(Seção2.1), de Tema(Seção2.2), Vista(Seção2.3), conceitos de SIG(Seção2.4), OGC(Seção2.5), WMS(Seção2.6), HTML(Seção2.7), DOM(Seção2.8), XML(Seção2.9), JavaScript(Seção2.10), AJAX(Seção2.11), Mootools(Seção2.12), GIS Desktop(Seção2.13).

### **2.1   Plano de Informação**

De acordo com VINHAS e FERREIRA (2005) é uma estrutura que agrega informações espaciais sobre elementos que estão localizados em uma mesma região geográfica e compartilham o mesmo conjunto de atributos, Ou seja, contém informações referentes a um único tipo de dados. Como exemplos de layers podem ser citados mapas temáticos (mapa de solos), mapas cadastrais de objetos geográficos (mapa de municípios do Distrito Federal) ou ainda dados matriciais como imagens de satélites.

### **2.2   Tema**

Por VINHAS e FERREIRA (2005) um tema representa um subconjunto dos objetos de um plano de informação. Um tema mostra um plano de informação na projeção cartográfica da vista a qual está associado. Um mesmo plano de informação pode ser apresentado por diferentes temas na mesma vista.

### **2.3   Vista**

Conforme VINHAS e FERREIRA (2005) vistas são mapas interativos que nos permitem mostrar, consultar e analisar os dados geográficos. Uma vista define quais os temas são apre-



sentados simultaneamente, como cada tema pode vir de um plano de informação com projeção diferente, a vista também determina qual a projeção comum para apresentar os temas que agrega.

## 2.4 SIG

Um Sistema de Informação Geográfica(SIG ou o acrônimo em inglês GIS *Geographic Information System*), conforme CÂMARA e QUEIROZ (2001) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também através de sua localização espacial. Um SIG permite capturar, modelar, manipular, recuperar, consultar, analisar e apresentar dados geograficamente referenciados.

A Figura 2.1 demonstra a estrutura geral de um SIG, onde observa-se componentes que se relacionam de forma hierárquica. No nível mais próximo ao usuário, a interface define como o sistema é operado e controlado. No nível intermediário, um SIG deve ter mecanismos de processamento de dados espaciais (entrada, edição, análise, visualização e saída).

No nível mais interno do sistema, um sistema de gerência de bancos de dados

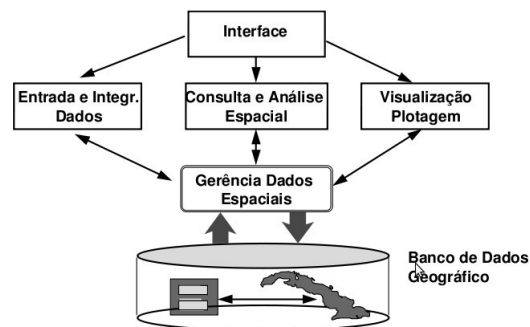


Figura 2.1: Estrutura de um Sistema de Informação Geográfico

## 2.5 OGC

*Open Geospatial Consortium* (OGC), de acordo com UCHOA e F. (2009) é um consórcio internacional, criado em 1994, para desenvolver especificações para interfaces espaciais e padrões de intercambio de dados que são disponibilizadas livremente. Antigamente o consórcio era chamado de OpenGis, mas hoje OpenGIS é uma marca registrada que faz referência às diversas especificações do consórcio.

As especificações mais importantes da OGC são:

- WMS - Serviço de mapa pela Internet
- WFS - Serviços apresentado pela Internet
- WCS - Serviço de cobertura pela Internet
- CAT - Serviço de Catálogo pela Internet
- SFS - destaques simples ("SQL")
- GML - linguagem de marcação de Geografia

## 2.6 WMS

Conforme Standards (2009) WEB Map Service é um protocolo padrão da OGC para disponibilizar imagens de mapas georreferenciados pela WEB, que são geradas por um servidor de mapas utilizando dados de um banco de dados SIG.

O WMS prove uma interface HTTP simples para solicitar imagens de mapas georreferenciados de um ou mais banco de dados distribuidor de imagens espaciais. Uma requisição do WMS define a camada geográfica (*layer*) e a área de interesse a ser processada. A resposta a essa requisição é uma ou mais imagens de mapas georreferenciados (retornado como JPEG, PNG, etc) que podem ser exibidos em um aplicativo de navegador. A interface também suporta a capacidade de especificar se as imagens enviadas devem ser transparentes para que as camadas (*layers*) de vários servidores possam ser combinados ou não.

Esta especificação define 3 protocolos (GetCapabilities, GetMap e GetFeatureInfo) que permitam a leitura de múltiplas camadas de informações (*layers*) georreferenciadas, contendo vetores e/ou imagens. Essa conexão permite somente consulta de dados, sendo todo o processo de renderização do mapa feito no servidor, com isso, o cliente recebe uma imagem que corresponde a uma visualização do mapa, de acordo com as camadas (vetoriais ou matriciais) solicitadas. Neste trabalho, será usado apenas o WMS básico que deve suportar os elementos básicos do serviço que são : versão, petições e respostas HTTP, valores numéricos e booleanos, determinados formatos de partida, sistemas de coordenadas, parâmetros de consulta e de resposta, e exceções; e a operação GetCapabilities e a operação GetMap.

GetMap - Proporciona como resultado um mapa, imagem dos dados gravados.

GetCapabilities - Oferece informação acerca das características do serviço (metadados).

Componentes	Obrigatoriedade	Descrição
VERSION	Obrigatório	Versão da especificação OGC
REQUEST=GetMap	Obrigatório	Nome da Petição
LAYERS	Obrigatório	Lista de uma ou mais capas, separadas por vírgulas
STYLES	Obrigatório	Estilo de visualização por capa requerida, separados por vírgulas
CRS=EPSG:identificador	Obrigatório	Sistema de Coordenadas de Referência
BBOX=minx,miny,maxx,maxy	Obrigatório	Cantos do âmbito (inferior esq, superior dir) em unidades CRS
WIDTH	Obrigatório	Largura do mapa em pixels
HEIGHT	Obrigatório	Altura do mapa em pixels
FORMAT	Obrigatório	Formato de partida do mapa
TRANSPARENT=TRUE FALSE	Opcional	Transparência do fundo do mapa (default=FALSE).
BGCOLOR=color_value	Opcional	Valor da cor do fundo RGB em Hexadecimal (default=0xFFFFFF)
EXCEPTIONS=exception_format	Opcional	Formato no qual o WMS informa das exceções (default=XML).
TIME=time	Opcional	Valor de Tempo nas capas desejadas
ELEVATION=elevation	Opcional	Elevação das capas desejadas
Other sample dimension(s)	Opcional	Valor de outras dimensões adequadas

Figura 2.2: GetMap

Componentes	Obrigatoriedade	Descrição
VERSION	Opcional	Versão da especificação OGC
SERVICE=WMS	Obrigatório	Tipo de Serviço a que se dirige a petição
REQUEST=GetCapabilities	Obrigatório	Nome da operação
FORMAT	Opcional	Formato de partida do metadado do serviço. Deve suportar por predefinição text/xml
UPDATESEQUENCE	Opcional	Seqüência de números ou cadeia de caracteres para o controle da consistência do cachê. Este valor aumenta quando se realizam alterações no "Capabilities"

Figura 2.3: GetCapabilities

## 2.7 HTML

HTML (acrônimo para a expressão inglesa *HyperText Markup Language*, que significa Linguagem de Marcação de Hipertexto).

Foi escolhida por ser uma linguagem utilizada para produzir páginas na WEB e os documentos HTML podem ser interpretados por navegadores. Apenas utilizando HTML e JavaScript o componente TMap poderá ser integrado, de forma rápida e simples à página do usuário.

## 2.8 DOM

É uma especificação da W3C, independente de plataforma e linguagem, onde pode-se dinamicamente alterar e editar a estrutura, conteúdo e estilo de um documento eletrônico. Ou seja, permitindo que o documento seja mais tarde processado e os resultados desse processamento sejam incorporados de volta no próprio documento. A API DOM oferece uma maneira padrão de se acessar os elementos de um documento, além de se poder trabalhar com cada um desses elementos separadamente, e por esses motivos criar páginas altamente dinâmicas.

## 2.9 XML

XML (eXtensible Markup Language) é uma recomendação da W3C para gerar linguagens de marcação para necessidades especiais. É um subtipo de SGML (acrônimo de Standard Generalized Markup Language, ou Linguagem Padronizada de Marcação Genérica) capaz de descrever diversos tipos de dados. Seu propósito principal é a facilidade de compartilhamento de informações através da Internet. A linguagem será utilizada no projeto para o correto intercâmbio e manipulação da informação, pois o padrão WMS, adotado neste projeto utiliza XML para envio de informações do servidor para o cliente através da chamada da função GetCapabilities.

## 2.10 JavaScript

JavaScript é uma linguagem utilizada principalmente para auxílio de desenvolvimento de páginas para a Internet.

JavaScript é uma linguagem de programação criada pela Netscape em 1995, que a princípio se chamava LiveScript, para atender, principalmente, as seguintes necessidades:

- Validação de formulários no lado cliente (programa navegador);
- Interação com a página.

JavaScript foi escolhida por permitir modificar dinamicamente os estilos dos elementos da página em HTML e além disso ela oferece tipagem dinâmica e é interpretada, ao invés de compilada. É através de JavaScript que o componente TMap Client poderá ser incorporado à página do usuário na WEB e também por meio dele que serão implementadas as funcionalidades oferecidas neste cliente.

## 2.11 AJAX

Segundo Garret (2009)AJAX (acrônimo em língua inglesa de Asynchronous Javascript And XML) é o uso metodológico de tecnologias como Javascript e XML, providas por navegadores, para tornar páginas WEB mais interativas com o usuário, utilizando-se de solicitações assíncronas de informações.

AJAX é uma combinação de tecnologias para prover maior interatividade na hora de criar páginas WEB. O uso de Ajax permite que o TMap Client rode no próprio navegador WEB (browser) e não precise recarregar a página, uma vez que ela já esteja carregada, isto é, o usuário após disparar uma solicitação não precisa esperar para que a página seja carregada para fazer outra requisição, como acontecia na arquitetura TerraPHP.

Em uma aplicação AJAX, parte da lógica da aplicação é movida do servidor e aplicação (PHP no Apache) para o cliente. Quando o usuário entra em uma página AJAX, um documento mais complexo que uma página HTML é entregue ao navegador, uma grande proporção do qual é código JavaScript. Este documento permanecerá com o usuário por toda a sessão. O navegador sabe como responder às informações inseridas pelo usuário e é capaz de decidir se manipula a entrada do usuário ele mesmo ou se passa uma solicitação para o servidor WEB (o qual tem acesso ao banco de dados do sistema e outros recursos), ou ainda, se faz uma combinação de ambos.

O uso de Ajax permite ao Cliente TMap associar eventos a um maior número de ações do usuário. Os conceitos de interface com o usuário, assim como arrastar e soltar , zoom in e zoom out, dentre outros fazem parte da lista de eventos disponíveis para o usuário do TMap Client em resposta a um simples movimento ou arraste do mouse de forma que o servidor trabalhe juntamente com o usuário.

Seguindo um planejamento AJAX, usaremos CSS para a apresentação dos dados, o DOM (Document Object Model) para tratar dinamicamente a apresentação destes dados, XML para o correto intercâmbio e manipulação da informação, XMLHttpRequest para obter a informação de maneira assíncrona (quando nos peça o usuário) e Javascript para coordenar a todos estes agentes.

## 2.12 Mootools

Mootools é um *framework* de código aberto em JavaScript, utilizado para criação de aplicações WEB baseadas no paradigma Ajax. As principais características do Mootools são o fato dele ser extremamente leve (menos de 30Kb completo), modular e orientado a objetos. Outra característica marcante do Mootools é sua qualidade na produção de animações. Mootools foi escolhido por ser uma biblioteca que contém diversas funções de auxílio para que o programador do software possa programar todo tipo de *scripts* no cliente e não precise se preocupar com as diferenças entre os navegadores e possa se concentrar em criar os códigos, pois, a API faz a compatibilidade entre o javascript para os diversos navegadores.

A API Mootools provê classes de programação orientada a objetos em Javascript, isso permite trabalhar com camadas; AJAX e produzir diversos efeitos. Neste projeto utilizamos mootools principalmente na parte que trata os eventos de mouse e na comunicação para implementar o padrão WMS e AJAX.

Mootools se compõe de diversos módulos e podemos selecionar os que vamos utilizar para incorporá-los em nosso projeto, deixando os outros para que não ocupem tempo de processamento.

## 2.13 GIS Desktop

Um sistema GIS Desktop, é um Sistema de Informação Geográfica local, não disponível na WEB. Possui um ambiente monousuário, interfaces amigáveis e funções de análise, acesso a um banco de dados pessoal (local).

## 3 *Trabalhos Correlatos*

Neste capítulo são apresentados alguns trabalhos correlatos ao TMap Client, onde serão vistos os clientes geográficos na WEB Google Maps(Seção 3.1), TerraView(Seção 3.2), Ka-Map(Seção 3.3).

### 3.1 Google Maps

É um serviço de pesquisa e visualização de mapas com imagens gráficas e via satélite da Terra gratuito na WEB, fornecido e desenvolvido pela empresa estadunidense Google. O Google Maps permite a adição de mapas a uma página WEB usando JavaScript e que desenvolvedores utilizem a plataforma para desenvolver suas próprias aplicações através de sua *Application Program Interface* (API) que fornece utilitários para manipular mapas e adicionar conteúdo ao mapa. É um serviço interativo, pois os usuários podem clicar várias vezes no mapa para movê-lo, dar zoom e escolher o tipo do mapa sem necessidade de recarregar a página, este tipo de aplicação WEB se enquadra dentro da tecnologia AJAX.

De acordo com Google (2009) oferece algumas funcionalidades, dentre as quais:

- Visualizar o mapa de três formas diferentes, mapa simples, fotos de satélite e visualização Híbrida e ver a foto do satélite com o mapa de ruas sobreposto, o que gera um referencial visual da área sendo mostrada.
- Fazer rotas para qualquer destino, basta definir seu endereço de partida e o de chegada, que o roteiro desejado aparecerá na tela com detalhes como tempo aproximado e rota mais curta para o destino com o nome de todas as ruas no seu caminho.
- Exibe um mapa dentro do recipiente de HTML especificado, geralmente um elemento DIV.
- Permite incorporar elementos de controle ao mapa, tal e como são o controle de zoom, o controle para selecionar entre os tipos de mapa (satélite, mapa, híbrido), para alternar

entre diferentes tipos de mapa ou se mover por um mapa pequeno mais geral e um controle que informa sobre a escala atual do mapa. Com este controle não se pode interagir, é meramente informativo.

- Mostra as coordenadas geográficas de um ponto no mapa.
- Permite arrastar o mapa.
- zoom é permitido através de clique duplo, suave contínuo, através da roda de rolagem do mouse, este último é desativado por padrão.
- Marcadores para os pontos selecionados e janela de informação que indica o nome da localização física referente ao ponto.
- Permite desenhar linhas ou polígonos em um mapa e informar a cor da borda para linhas e polígonos, e a cor do preenchimento com a qual queremos pintar a parte interna do polígono.
- Permite sobrepor uma imagem a um mapa, serve para oferecer informação gráfica do lugar que se está visualizando, ou adicionar elementos para chamar a atenção do usuário.
- Permite incluir referências a conteúdos da Wikipedia em mapas de Google.

## 3.2 Terra View

Segundo INPE (2009) o TerraView é um aplicativo construído sobre a biblioteca de geoprocessamento TerraLib , tendo como principais objetivos:

- Apresentar à comunidade um fácil visualizador de dados geográficos com recursos de consulta a análise destes dados.
- Exemplificar a utilização da biblioteca TerraLib .

O TerraView manipula dados vetoriais (pontos, linhas e polígonos) e matriciais (grades e imagens), ambos armazenados em SGBD relacionais ou georrelacionais de mercado, incluindo ACCESS, PostgreSQL, MySQL e Oracle.

O TerraView é um sistema GIS Desktop, um Sistema de Informação Geográfica local, não disponível na WEB. Possui um ambiente monousuário, interfaces amigáveis e funções de análise, acesso a um banco de dados pessoal (local).



O TerraView possui ferramentas de visualização e também uma série de ferramentas de análise. Todo o funcionamento do TerraView é baseado na existência de um banco de dados, criado sob a gerência de um SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de Dados), como o MySQL ou PostgreGIS. Os dados são armazenadas de acordo com o modelo de dados proposto na TerraLib, uma biblioteca de funções utilizadas no TerraView. Um banco de dados TerraView/TerraLib pode armazenar tanto dados vetoriais quanto matriciais.

Algumas funcionalidades oferecidas pelo TerraView:

- Desenha os Temas visíveis da Vista ativa.
- Zoom
- Possui modo Vão para o cursor. Esse modo serve para mover o dado dentro da Área de desenho.
- Permite visualização anterior e próxima visualização.
- Recompor. Esta função faz com que área de visualização se ajuste a extensão total dos dados visíveis.
- Calcular a distância entre pontos na área de visualização.
- Esconde/exibe a Árvore de Bancos de Dados.
- Esconde/exibe a Árvore de Bancos de Dados.
- Esconde/exibe a Árvore de Grade
- Esconde/exibe a Área de Desenho.
- Esconde/exibe a Tela de Visualização de Gráficos
- Visualização de dados vetoriais e matriciais
- Funções para consultas espaciais e por atributos (por ex. todos os estados que possuem população < 10000)
- Funções de agrupamento (criação de legendas)
- Geração de gráficos (histogramas, dispersão, etc)
- Operações com atributos (soma, divisão, multiplicação, etc)

- Estatística espacial (índice de Moran, G, G Star, Skater, Media local, Bayes, etc)
- Operações entre layers (sobreposição, visibilidade, etc)

### 3.3 Ka-Map

É um projeto *open source* que tem como objetivo fornecer uma API JavaScript para o desenvolvimento de interfaces que disponibilizam mapas altamente interativos usando os recursos disponíveis nos navegadores modernos.

O Ka-Map possui interfaces interativas com o usuário, realiza *pan* sem a necessidade de recarregar a página; opções de navegação do teclado; *Zoom* pré definido em escalas de visualização; escalas e legendas; controle opcional de layers no lado cliente (os *layers* se tornam visíveis instantaneamente, mas com o aumento de duas ou mais imagens perde-se desempenho).

O Ka-map é estável em todos os navegadores modernos.

## 4 Metodologia

Será utilizada a metodologia de desenvolvimento de software em espiral com prototipação de *releases* e versões. Assim, as etapas de concepção, projeto, implementação, teste e documentação serão executadas de forma cíclica, e a cada ciclo uma nova versão documentada do aplicativo para serviços de geoprocessamento via WEB. Ver figura 4.1

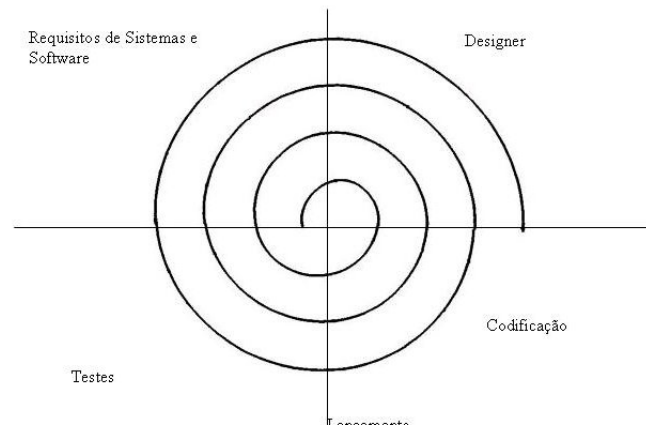


Figura 4.1: Modelo Espiral

### 4.1 Funcionalidades Cobertas

Nesta seção são identificados os requisitos que o componente TMap Client satisfaz:

#### 4.1.1 Requisitos Funcionais

RF01 Permitir que o componente TMap Client possa ser adicionado a uma página da WEB sem esforço ou alteração mínima de seu código. O usuário poderá usando JavaScript adicionar o componente TMap à sua página HTML sem alteração de código.

RF02 Permitir que o usuário configure o componente. O usuário poderá configurar o componente para oferecer as funcionalidades que ele deseja que apareçam em sua página.

RF03 Permitir que o usuário possa visualizar uma Vista de um banco de dados Terralib em uma região retangular (canvas), em um espaço determinado. O usuário do TMap Client poderá visualizar as Vistas dentro de uma região retangular. Esta região possui um tamanho padrão, mas poderá ser redimensionado de acordo com o tamanho desejado pelo usuário.

RF04 Permitir conexão a um banco de dados Terralib. O usuário irá informar o endereço onde o banco de dados se encontra e a aplicação irá conectar-se a esse banco.

RF05 Permitir que o usuário possa navegar nas Vistas. Será permitido ao usuário do TMap Client opções de navegação nas Vistas, como por exemplo, utilizando setas de orientação, utilizando operações de arrastar e soltar.

RF06 Permitir alterar a escala de visualização. Será permitido ao usuário do TMap Client alternar as Vistas, como por exemplo, realizando Zoom in, Zoom out, restaurar ao Zoom anterior, ir para Zoom posterior, Zoom All.

RF07 Permitir ao usuário inserir, salvar ou excluir pontos, linhas e polígonos no Vista ativo. O usuário poderá desenhar na Vista ativa um ponto, linha ou polígono e salvar estes desenhos no mesmo, ou excluir.

RF08 Permitir modificar as características de apresentação de um tema, cor de preenchimento, cor de borda, transparência, espessura de borda.

RF09 Oferecer serviços de pesquisa. O usuário poderá pesquisar por dados espaciais e atributos dos layers visualizar o resultado dessa pesquisa. As consultas poderão inferir sobre os atributos dos objetos geográficos ou sobre suas relações topológicas e de proximidade com outros objetos.

RF10 Calcular da distância entre os pontos no mapa. O usuário poderá, através da interface, informar dois ou mais pontos no mapa e visualizar o resultado do cálculo dos caminhos ótimos encontrados para aqueles determinados pontos.

RF11 Controlar visibilidade de diferentes temas em uma mesma Vista. Permitir que planos de informação diferentes possam ser sobrepostos e garantir a visualização dos mesmos. Por exemplo, na Vista de uma região podemos visualizar o plano de informação referente a estradas, e outro plano de informação referente a rios, e quantos outros mais forem escolhidos para serem exibidos.

RF12 Permitir a reordenação de temas em uma vista. A reordenação dos planos selecionados faz-se necessários quando a exibição destes influencia a qualidade visual. A Vista é sempre exibida primeiro e sobre esta serão desenhados os planos de informação que foram escolhidos

pelo usuário, se necessário pode-se reordenar a ordem em que estes planos aparecem.

RF13 Permitir visualizar, editar e salvar os atributos de geoObjetos na tabela associada ao tema onde ele se localiza. O usuário poderá visualizar, editar uma tabela que contém os atributos dos layers e depois salvar os dados que foram modificados.

RF14 Permitir associar e editar e remover uma legenda a um tema. Ao inserir um plano de informação o usuário poderá associar a ele uma legenda. A Legenda exibe os elementos informativos correspondentes aos Planos de Informação selecionado. Permitir a desativação da legenda, assim o espaço originalmente destinado à legenda para o Painel da Vista. Esta opção é especialmente útil quando o usuário está muito familiarizado com os seus dados e deseja tirar maior proveito do espaço ocupado pela legenda.

RF15 Permite visualizar às coordenadas geográficas referentes ao ponto selecionado.

#### **4.1.2 Requisitos Não-Funcionais**

Cliente TMap possui os seguintes requisitos não-funcionais:

RFN01 Permitir que o componente TMap rode dentro do browser. A interação com o usuário será uma resposta a um simples movimento, clique ou arraste do mouse de forma que o servidor trabalhe juntamente com o usuário.

RNF02 A API deve ser pública.

RNF03 A comunicação deve estar no padrão Web Map Service (WMS).

RNF04 Desenvolver o cliente utilizando ajax, javaScript,HTML e mootools.

## 5 *Arquitetura*

Para cobrir as funcionalidades descritas na seção (Seção 4.1) o TMap Client apresenta uma arquitetura, em camadas funcionais, que permite uma flexibilização dos serviços e funcionalidades a serem exportados para os clientes que serão construídos a partir da utilização deste *framework*. A arquitetura genérica é mostrada na figura 5.1.



Figura 5.1: Arquitetura TMap Client

Para cobrir a visualização e manipulação dos mapas, as aplicações geográficas na WEB fazem uso das funcionalidades exportadas pelo TMap Client e podem, também, acessar diretamente as primitivas HTML.

Como funcionalidades exportadas pelo TMap Client, podem ser destacadas as `getMap`, `zoom`, `drawline`. O uso das primitivas exportadas traz, às aplicações geográficas, facilidades de construção, depuração e modularização. A descrição das demais primitivas podem ser encontradas na seção (Seção 4.1). Para a implementação de tais funcionalidades são utilizados o *framework* MooTools e a linguagem de programação JavaScript.

Conforme já explicitado na seção (Seção 2.12), a utilização do Mootools permite que páginas possam ser desenvolvidas de forma mais rápida e direta. Por esse motivo, o TMap Client herda tais facilidades de modo que os clientes finais possam ser construídos de forma modular, onde as funcionalidades são carregadas sob demanda, independentemente do navegador no qual a página encontra-se em execução.

Finalmente, o nível funcional mais baixo é representado pela camada de comunicação e de funções básicas escritas em JavaScript. No atual estado do projeto, a comunicação com o servidor é baseada em WMS e AJAX.

Para um melhor entendimento das camadas funcionais, segue, na figura 5.2, um detalhamento frente ao agrupamento das funcionalidades de acordo com as suas classes de atuação assim como o relacionamento entre elas.

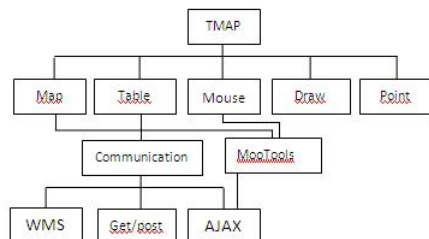


Figura 5.2: Arquitetura das Funcionalidades do TMap Client

Observa-se, na figura, que o TMap Client pode ser abstraído como uma classe que engloba as sub-classes que representam as suas funcionalidades. As linhas da figura representam as interdependências entre os módulos. Com a figura 5.2 pode-se notar que a implementação do AJAX pode ser obtida através da utilização do MooTools ou escrevendo-se diretamente a codificação em JavaScript. Os módulos sem relacionamentos são implementados diretamente em JavaScript.

## 6 *Descrição do TMap Client*

Este capítulo tem por objetivo descrever as funcionalidades oferecidas pelo TMap Client para o usuário. Para tanto, elas são divididas em classes funcionais: *map*, *table*, *mouse*, *draw* e *point* conforme descrito a seguir.

*Map*: rotinas que manipulam a carga e manipulação de mapas, temas e planos de informação.

Ver figura 6.1

*Mouse*: integram as funções de manipulação de mouse para fornecer suporte às demais funcionalidades do TMap Client.

Ver figura 6.2

*Draw*: é responsável pela oferta de funções para desenho (pontos, linha e polígonos).

Ver figura 6.3

*Point*: funções para manipular pontos específicos de um mapa, retornando, por exemplo, as coordenadas do ponto.

Ver figura 6.4

*Table*: engloba os métodos para a manipulação de tabelas. Tabelas contém informações sobre pontos, vistas e temas.

Ver figura 6.5



Primitiva	Descrição	Parâmetros	Descrição
changeCharacTheme	Modifica as características de apresentação de um Tema	View	Vista que contém o tema
		Theme	Tema a ter o seu valor modificado
		Field	Campo que receberá um novo valor
		Value	Valor do campo manipulado
changeVisibleTheme	Muda o status de visibilidade de um tema	View	Vista que contém o Tema
		Thema	Tema a ter o seu valor modificado
		Value	Value denota o critério de visibilidade
createCanvas	Cria um canvas	Width	largura do mapa em pixels
		Height	Altura do mapa em pixels
getCapabilities	Oferece informação acerca das características do serviço (metadados)		
getMap	Proporciona como resultado um mapa, imagem dos dados gravados	Layers	Lista das camadas requeridas
		Server	Servidor
reorderThemes	Reordena temas em uma vista.	View	Identificação da vista a ser reordenada
		Criterion	Critério de reordenação
overlapInfoPlan	Faz com que planos de informação diferentes possam ser sobrepostos e garante a visualização dos mesmos.	PlansList	Lista de planos a serem sobrepostos
reqZoom	Aumenta ou diminui o Zoom de acordo com a requisição do usuário	ZoomScale	Valor do zoom

Figura 6.1: Descrição do TMap Client

---

Primitiva	Descrição	Parâmetros	Descrição
panDragDrop	Faz com que a imagem seja arrastada.	-	-

Figura 6.2: Descrição do TMap Client

Primitiva	Descrição	Parâmetros	Descrição
drawLines	Desenha linhas na vista atual	-	-
drawPoint	Desenha pontos na vista atual	-	-
drawPolygon	Desenha polígonos na vista atual	-	-
drawPolyline	Desenha polilinhas na vista atual	-	-

Figura 6.3: Descrição do TMap Client

Primitiva	Descrição	Parâmetros	Descrição
searchPoint	Localiza um ponto a partir de um rótulo (label)	View	Visão a ser manipulada
		Theme	Tema no qual se encontra o ponto
		pointID	Identificação do ponto sob a forma de label
showCoord	Mostra as coordenadas geográficas do ponto referenciado	canvasX	Coordenada X do canvas
		canvasY	Coordenada Y do canvas
showDistance	Calcula a distância entre dois pontos no mapa	View	Visão a ser manipulada
		Theme	Tema no qual se encontra o ponto
		pointID1	Identificação do ponto1 sob a forma de label
		pointID2	Identificação do ponto 2 sob a forma de label
showLegend	Exibe a legenda de um ponto referenciado	View	Visão a ser manipulada
		Theme	Tema no qual se encontra o ponto
		pointID	Identificação do ponto sob a forma de label

Figura 6.4: Descrição do TMap Client

Primitiva	Descrição	Parâmetros	Descrição
EdiTable	Edita a tabela de dados georreferenciados.	tableID	Tabela a ser editada
GetTable	Requisita a tabela do servidor.	tableID	Tabela a ser buscada
SaveTable	Salva, no servidor, a tabela editada.	tableID	Tabela a ser salva
		Values	Valores a serem salvos

Figura 6.5: Descrição do TMap Client

## 7 *Exemplo de Uso*

### 7.1 **Cenário Inicial**

Para exemplificar o uso do TMap Client, foi elaborada uma simples aplicação exemplo que coleta um mapa a partir do servidor WMS e permite ao usuário realizar as seguintes operações descritas na tabela abaixo.

Além das funcionalidades acima relacionadas na tabela acima, o usuário conta, ainda com a possibilidade de realizar *drag and drop* (movimentação da figura com o mouse) e o zoom (aumenta ou diminui a escala de visualização do mapa).

Para se ter uma melhor ideia da aplicação cliente, é mostrada, na figura abaixo, a sua interface.

### 7.2 **Codificação**

Para realizar este simples exemplo usando o componente TMap Client a codificação consiste na implementação de um arquivo HTML incorporando-se o Mootools, jsDraw2D e TMap, conforme ilustra a figura 7.1.

A próxima etapa é representada pela criação do *canvas*. *Canvas* representa o espaço no qual serão exibidos os mapas. Esta operação é exibida na figura 7.2

Finalmente, a ativação dos controles e eventos é realizada por intermédio da chamada dos métodos implementados em JavaScript e presente no TMap Client. Ver figura 7.3

Nota-se, pela sequência apresentada, a facilidade de criação de aplicações de informações georreferenciadas pela simples incorporação, na codificação HTML, de chamadas e referências ao TMap Client.

Funcionalidade	Descrição
Pan Start	Permite a ativação de eventos associados ao mouse, como o drag and drop do mapa.
Pan Stop	Bloqueia o uso dos eventos de mouse.
Desenhar pontos	Com o mouse, consegue-se desenhar pontos sobre a imagem.
Desenhar linha	A partir de estabelecidos, no mínimo, 2 pontos, consegue-se traçar uma linha.
Desenhar polilinha	
Desenhar polígono	Com um conjunto de pontos, pode-se estabelecer um polígono sobre a tela em exibição.
Limpar canvas	Limpar a área destinada à visualização do mapa.
Limpar conjunto prévio de pontos	Desfazer operações de desenho de pontos.

Funcionalidades cobertas pela aplicação-exemplo

## TMaps

Pan - start   Pan - stop



Time required to draw: milliseconds

Pen Width:

Color:

Desenhar pontos

Draw Line (last 2 points)

Draw Polyline

Draw Polygon

Fill Polygon

Clear Canvas

Clear Previous Points Set



```
<script type="text/javascript" src="/mootools.js"></script>  
<script type="text/javascript" src="/jsDraw2D.js"></script>  
<script type="text/javascript" src="demo.js"></script>  
<script type="text/javascript" src="tmap.js"></script>
```

```
<hl> TMaps </hl>

<div id="canvas"
style="over flow:hidden;position:relative;width:600px;height:370px;border:#999999
1px solid;">

<input style="font-weight:bold" type="button" id="panstart" value="Pan - start"/>
<input style="font-weight:bold" type="button" id="panstop" value="Pan - stop"/>
```

```
<input style="font-weight:bold" type="button" value="Desenhar pontos"
  onclick="canvasDiv.onmousemove = getMouseXY;canvasDiv.onclick=drawPoint;"/>
<br><br>
<input style="font-weight:bold" type="button" value="Draw Line (last 2 points)"
  onclick="drawLine();"/>
<br><br>
<input style="font-weight:bold" type="button" value="Draw Polyline"
  onclick="drawPolyline();"/>
<br><br>
<input style="font-weight:bold" type="button" value="Draw Polygon"
  onclick="drawPolygon();"/>
<br><br>
<input style="font-weight:bold" type="button" value="Fill Polygon"
  onclick="fillPolygon();"/>
<br><br>
<input style="font-weight:bold" type="button" value="Clear Canvas"
  onclick="clearCanvas();"/>
<br><br>
<input style="font-weight:bold" type="button" value="Clear Previous Points Set"
  onclick="clearPreviousPoints();"/>
<br><br>
<input style="font-weight:bold" type="button" id="panstart" value="Pan - start"/>
<br><br>
<input style="font-weight:bold" type="button" id="panstop" value="Pan - stop"/>
```

## 8 *Conclusões e Trabalhos Futuros*

O TMap Client, por estar intimamente relacionado com o TerraView, em sua concepção, traz, como inovação frente aos demais *frameworks* e componentes de informações geográficas, a manipulação de tabelas inerentes aos objetos representados.

A estruturação dada ao projeto permite uma alta flexibilidade frente a novas tecnologias e metodologias de modo que adaptações e incorporações possam ser realizadas com um mínimo de esforço.

Academicamente falando, o projeto muito contribuiu por apresentar e unir conceitos da área de geoprocessamento com a área de programação para Web.

Como trabalho futuro pode-se acoplar tecnologia SOA para aumentar, ainda mais, a flexibilidade da negociação e interação entre clientes e servidores geográficos.

## *Referências Bibliográficas*

- CÂMARA, G.; QUEIROZ, G. R. de. *SIG*. 2001. Disponível em: <[www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap3-arquitetura.pdf](http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap3-arquitetura.pdf)>. Acesso em: 08 dez. 2009.
- GARRET, J. J. *AJAX*. 2009. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/AJAX\\_\(programa09\\_jun.2009\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/AJAX_(programa09_jun.2009))>.
- GOOGLE. *API Google Maps*. 2009. Disponível em: <<http://code.google.com/intl/pt-BR/apis/maps/documentation/reference.html>>. Acesso em: 07 dez. 2009.
- INPE. *TerraView*. 2009. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/terraview/index.php>>. Acesso em: 09 jun. 2009.
- STANDARDS, O. *WMS*. 2009. Disponível em: <<http://www.opengeospatial.org/standards/wms>>. Acesso em: 05 dez. 2009.
- UCHOA, H. N.; F., P. R. *OGC*. 2009. Disponível em: <[http://www.dicionario.pro.br/dicionario/index.php/Open\\_Geospatial\\_Consortium](http://www.dicionario.pro.br/dicionario/index.php/Open_Geospatial_Consortium)>. Acesso em: 09 dez. 2009.
- VINHAS, L.; FERREIRA, K. R. *Terralib*. 2005. Disponível em: <[www.terralib.org/docs/papers/cap12.pdf](http://www.terralib.org/docs/papers/cap12.pdf)>. Acesso em: 08 dez. 2009.