3
Serviços definidos pelo OGC e a TerraLib

3.1.
Introdução

O Open GIS Consortium (OGC ou OpenGIS) é um consórcio industrial com mais de 250 companhias, agências governamentais e universidades cujos membros trabalham num processo de consenso colaborativo para prover e aumentar interoperabilidade entre tecnologias envolvendo informações e localizações espaciais [20]. A motivação do OGC é um mundo onde todos disponibilizem informações e serviços geográficos em qualquer rede, aplicação ou plataforma. O OGC tem como missão prover uma interface de compartilhamento de informações espaciais e codificar especificações abertas e publicá-las para que fiquem disponíveis para uso global.

No Programa de Especificação do OGC, o Comitê Técnico e o Comitê de Planejamento trabalham num processo de consenso formal para disponibilizar as especificações OpenGIS.

O Programa de Interoperabilidade OGC é uma série de iniciativas de engenharia disponíveis para acelerar o desenvolvimento e a aceitação das especificações OpenGIS.

O OGC possui um documento chamado Modelo de Referência OGC (ORM). Este documento serve de embasamento técnico para o OGC. Ele provê uma arquitetura de *framework* para o desenvolvimento de trabalhos no OGC. Existe uma camada dedicada exclusivamente a Web Service: OpenGIS Web Service Framework.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310886/CB

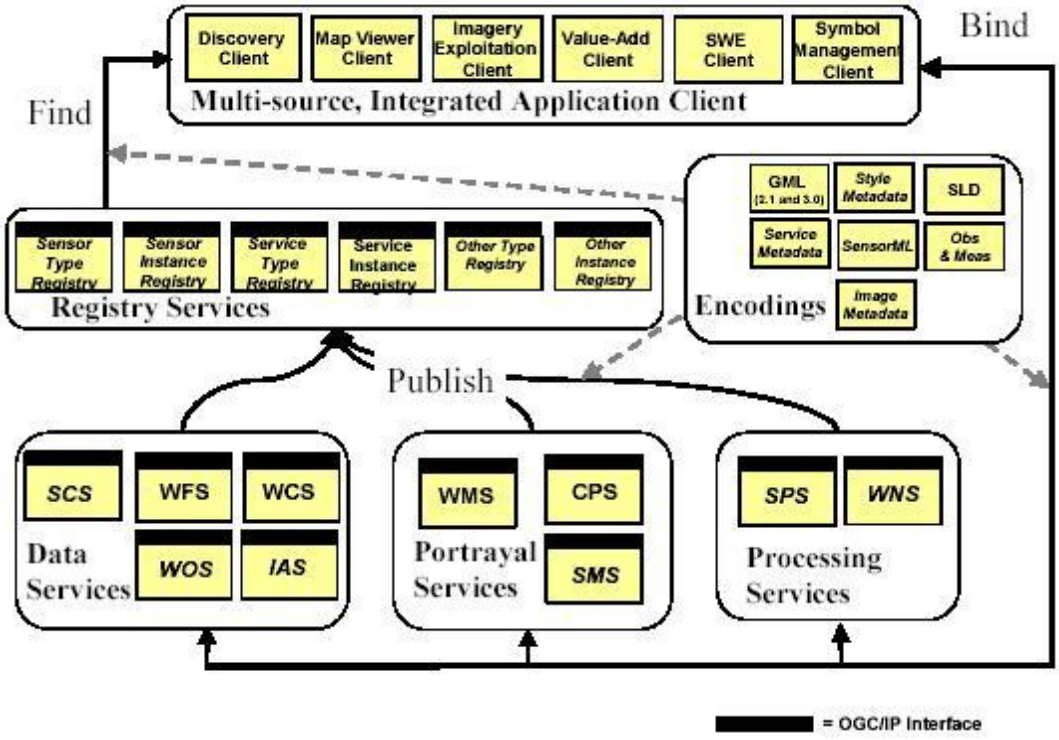

Figura 3 - OpenGIS Web Service Framework [22]

Os diferentes tipos de serviços *(Data Services, Portrayal Services e Processing Services)* implementam as operações que manipulam informações geográficas propriamente ditas. Estas operações retornam informações nos formatos representados na Figura 3 pela caixa *Encodings*. Os serviços podem ser publicados nos *Registry Services*. Assim, os clientes podem procurar por serviços nos *Registry Services* e, uma vez encontrados, estabelecer uma conexão com estes serviços.

A arquitetura que compreende os serviços e as aplicações OpenGIS pode ser melhor visualizada na Figura 4.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310886/CB

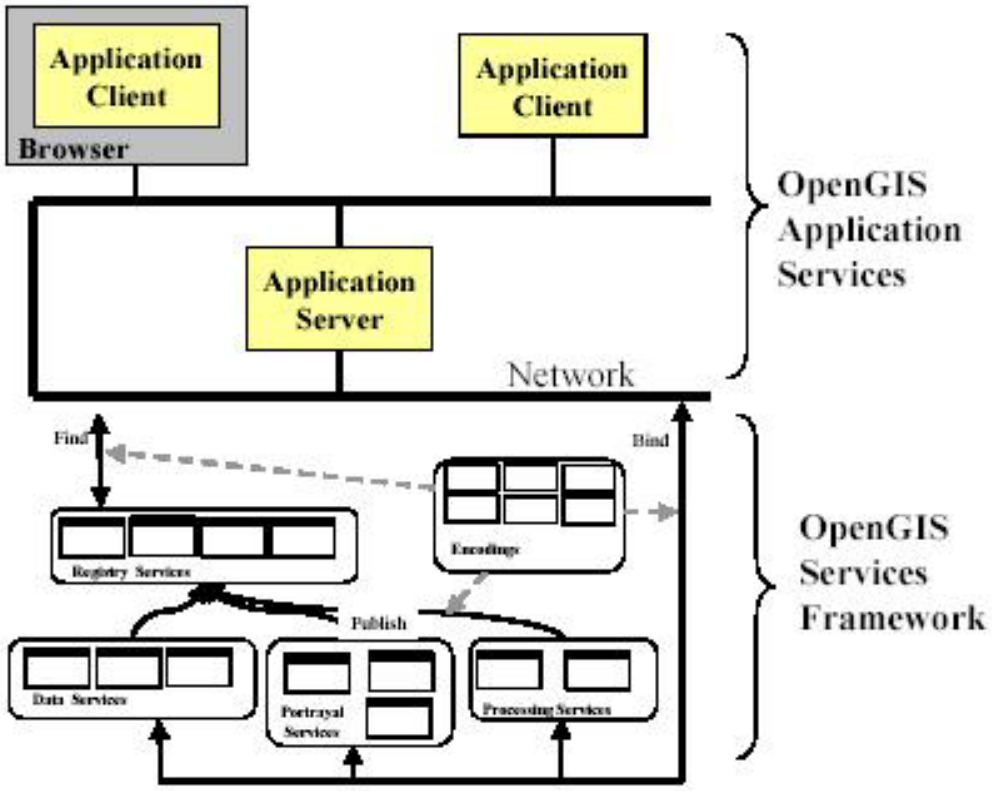

Figura 4 - Aplicações e Serviços OpenGIS [19]

3.2. Web Services OpenGIS

Como visto na Figura 3, o OGC possui vários Web Services definidos. Pode-se destacar dois deles como os mais difundidos e implementados:

- Web Map Service (WMS)
- Web Feature Service (WFS)

A seguir será feita uma breve discussão sobre cada um destes serviços. Logo após, serão apresentadas algumas decisões deste trabalho com relação a estes serviços.

3.2.1. Web Map Service

O Web Map Servise (WMS) é uma forma de produzir mapas a partir de dados georreferenciados e realizar consultas aos seus atributos. O mapa é a

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310886/CB

representação visual das informações geoespaciais, e não a informação propriamente dita.

No WMS, a aplicação cliente não necessita implementar muitas operações. Um navegador Web padrão pode fazer o papel de aplicação cliente. Basta que ele envie os parâmetros corretamente para o servidor, via o protocolo HTTP. As informações trafegadas pela rede consistem basicamente de arquivos XML e imagens gráficas, que podem ser nos formatos GIF, JPEG, PNG entre outros.

3.2.2. Web Feature Service

Assim como o WMS, o Web Feature Service (WFS) é uma forma de permitir a aplicações cliente visualizar informações geográficas na Internet. A grande diferença é a forma na qual estes dados geográficos são transportados do servidor para o cliente.

Enquanto que, no WMS, os dados geográficos são transportados como uma imagem gráfica, no WFS os dados são transportados na forma de GML *(Geography Markup Language)* [17]. Como o próprio nome indica, o GML é um markup XML para dados geográficos.

O cliente WFS já não é tão simples quanto o cliente WMS pois precisa decodificar GML e transformar estes documentos XML em informações geográficas [21].

3.2.3. Porque WMS?

O serviço WMS foi o escolhido para este trabalho pelos seguintes motivos:

1. O WMS foi considerado como o primeiro passo rumo ao mundo OGC de padronização de serviços geográficos. Assim, seria iniciada a implementação da arquitetura base dos Web Services OGC, incluindo o mapeamento dos dados em TerraLib para o formato padrão OGC.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310886/CB

2. Um cliente WMS, em geral, é simples e relativamente fácil de se construir. Portanto, torna-se fácil e rápido construir uma aplicação para visualizar dados armazenados em TerraLib pelo WMS.
3. Existem muitos clientes WMS implementados atualmente e a maioria das aplicações de SIG, inclusive as *stand-alone*, possuem *plugins* que acessam serviços WMS, como por exemplo o ESRI ArcView.

3.2.4. Modelo de Dados

O modelo de dados adotados no WMS baseia-se nas seguintes noções.

Um *objeto geográfico* (*simple feature* no modelo de referência do OGC) é uma representação (computacional) de um fenômeno geográfico. O Rio São Francisco e o Rio Amazonas são exemplos de fenômenos geográficos. Tipicamente, mas não obrigatoriamente, um objeto geográfico possui um ou mais atributos que representam a localização espacial do fenômeno geográfico, em um dado sistema de referência espacial.

A localização espacial por sua vez é um objeto geométrico, como um ponto, linha, polígono ou outro objeto geométrico mais complexo.

Há inúmeros sistemas de referência espaciais, sendo os mais conhecidos baseados nas noções de latitude e longitude.

Um *layer* (*feature collection* no modelo de referência do OGC) é coleção de objetos geográficos. Por exemplo, a hidrografia de uma região pode ser representada em um *layer*, sendo cada rio, lago, etc... da região representado por um objeto geográfico pertencente ao *layer*.

Neste documento, a palavra *layer* será usada somente para se referir aos conceitos do WMS.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310886/CB

Um *mapa* é a representação gráfica de um ou mais *layers*. Note que os conceitos de *layer* e mapa são completamente distintos. Enquanto um *layer* refere-se a coleções de objetos geográficos, um mapa é uma representação gráfica de um conjunto de *layers*, tipicamente um arquivo de imagem.

Por exemplo, considere que o usuário deseja visualizar dados sobre a hidrografia brasileira e suponha que a base a ser consultada possui representações das bacias hidrográficas brasileiras em *layers* separados. Assim, o usuário pode requisitar a visualização somente das bacias que está interessado, escolhendo os *layers* apropriados.Esta requisição irá gerar um único mapa, ou seja uma única representação gráfica (um único arquivo GIF ou JPEG, por exemplo).

Na Figura 5, temos um mapa que representa o *layer* “Golfo do México”.. Na Figura 6, está disposto o mapa que representa uma parte do *layer* “Estados Unidos Político”. Na Figura 7, está o mapa resultante da requisição de usuário que pede os *layers* “Golfo do México” e “Estados Unidos Político”. Quaisquer um dos três mapas mostrados (Figura 5, Figura 6 e Figura 7) pode ser resultado de uma requisição de usuário.

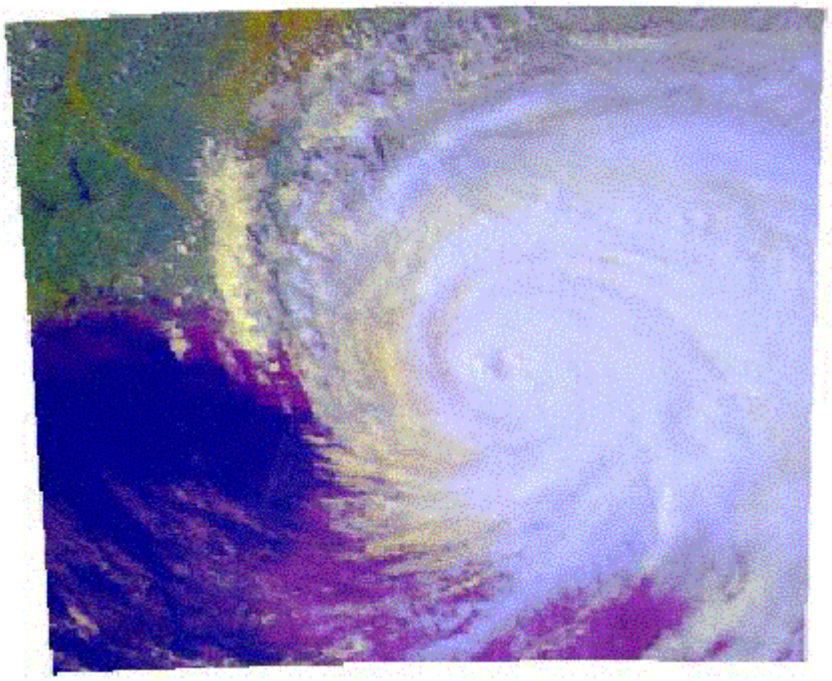

Figura 5 - Imagem de Satélite do Golfo do México

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310886/CB

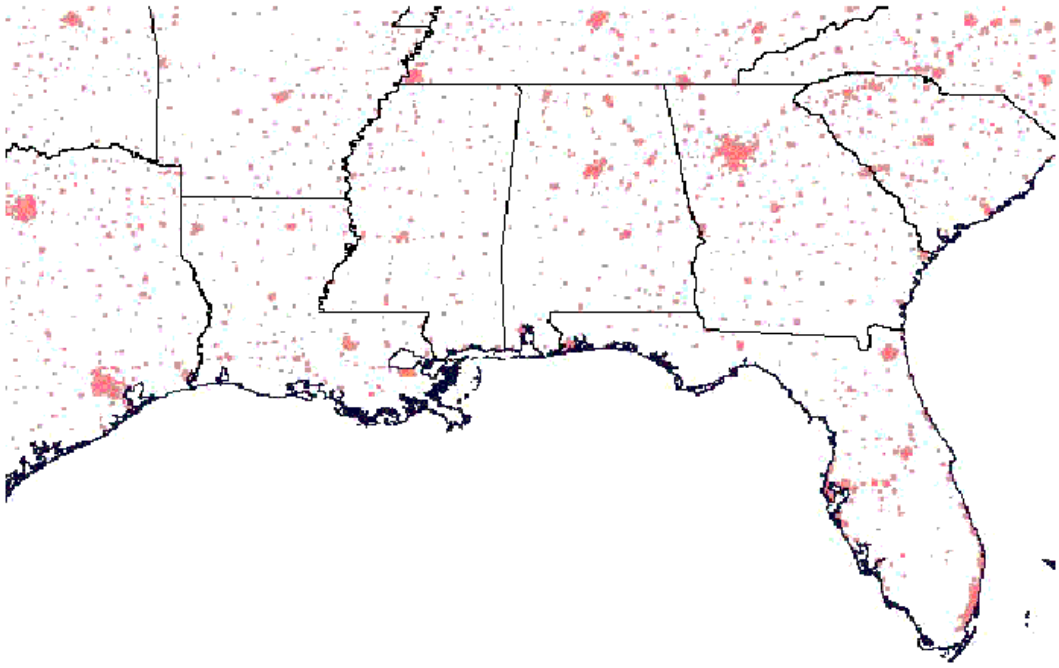

Figura 6 - Estados Unidos Político

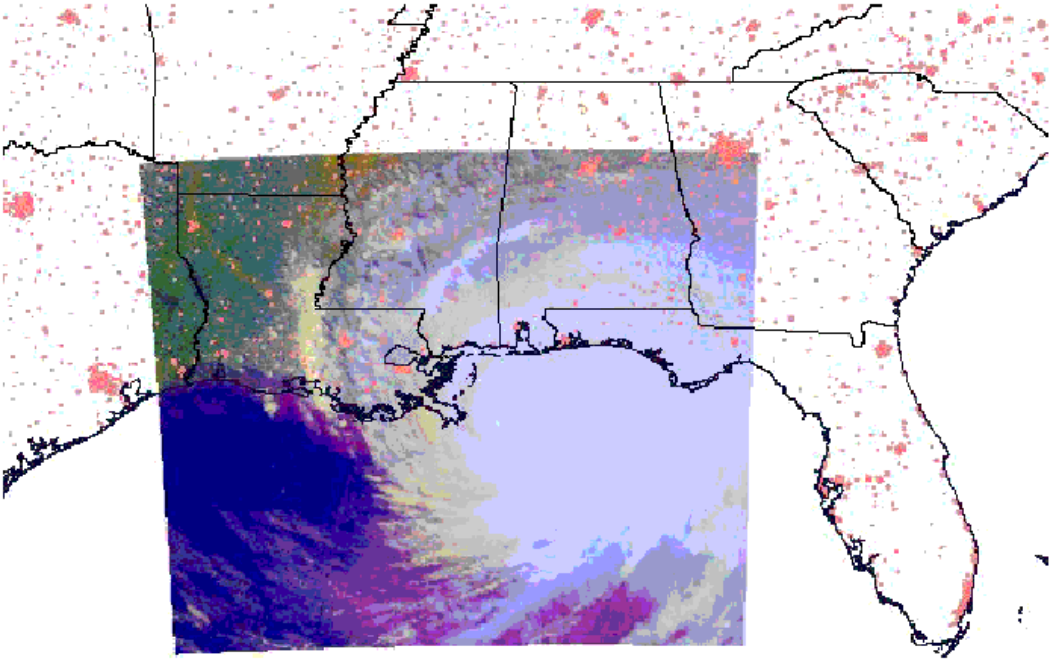

Figura 7 - Mapa de Composição de *layers*

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310886/CB

3.3. A TerraLib

Analogamente às contribuições dadas pela GNU e pela comunidade de desenvolvimento do Linux, que disponibilizam não só as ferramentas mas também o código-fonte livremente, foi desenvolvida pelo DPI/INPE, TecGraf/PUC-Rio e pela FUNCATE a biblioteca **TerraLib**, que visa oferecer funcionalidades para a base de um software de GIS.

3.3.1. Funcionalidade e Arquitetura

A TerraLib dá suporte a alguns componentes básicos para conjuntos de dados espaciais:

- tradução (ou importação e exportação de formatos) de dados: a biblioteca suporta importação e exportação para vários formatos existentes.
- representação de mapas e projeções cartográficas: a biblioteca suporta um núcleo básico de projeções cartográficas e um conjunto básico de técnicas de reprojeção e integração de dados espaciais.
- estruturas de dados geométricas; a biblioteca suporta estruturas vetoriais (pontos, linhas, polígonos), estruturas raster (matriciais) e estruturas relacionais (tabelas).
- algoritmos geométricos: a biblioteca oferece um núcleo básico de algoritmos de maior uso em geoprocessamento.
- modelo de dados sem impor grandes restrições de uso: o modelo de dados da TerraLib visa uma maior eficiência e uma adaptação aos algoritmos e às estruturas de dados. Este modelo pode ser concretizado em diferentes Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD), como Oracle, MySQL e PostgreSQL, entre outros. Para cada um destes SGBDs existe um *driver* correspondente na TerraLib.
- consultas de acordo com três diferentes tipos de restrições: a biblioteca oferece consultas espaciais, temporais e convencionais (a atributos),

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310886/CB

A TerraLib não serve somente para aplicações convencionais de SIG. Ela procura dar suporte a pesquisas inovadoras em algumas áreas de SIG, como:

- modelagem imprecisa: onde cada campo é acompanhado de informações de imprecisão espacial, que é propagada em operações algébricas no mapa.
- autômato celular: cujo uso em aplicações de SIG requer que cada célula possua seu próprio conjunto de atributos herdados que representam características físicas, ambientais, sociais, econômicas ou institucionais
- modelagem dinâmica: cuja implementação requer suporte para temporizadores e procedimentos interativos
- aplicações de Estatísticas Espaciais e de Modelos de Interações Espaciais: que requerem o uso de matrizes de proximidade espacial para suporte de relacionamento espacial entre elementos

O desenvolvimento da TerraLib não é feito em um único estilo de programação, pois usa dois paradigmas: orientado a objetos e procedimental. Para atender a esta exigência, a linguagem de programação escolhida foi C++.

A opção por C++ facilita ainda o reuso de código. De fato, algoritmos implementados para o software **SPRING** (desenvolvido pelo DPI/INPE) foram adaptados para serem utilizados na TerraLib.

Por fim, a TerraLib foi desenvolvida em camadas:

- alto nível: oferece classes de dados abstratas para manipular e representar informações geográficas, baseadas no paradigma de campo/objeto (*Feature, Network, Surface, CellArray*)
- nível intermediário: oferece suporte a estruturas de dados geométricas, formato de dados, representação de mapas e algoritmos
- baixo nível: suporta indexação de estruturas espaciais para manipulação eficiente de grandes conjuntos de dados

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310886/CB

3.3.2.
Modelo de Dados

A Figura 8 mostra o modelo de dados da TerraLib.

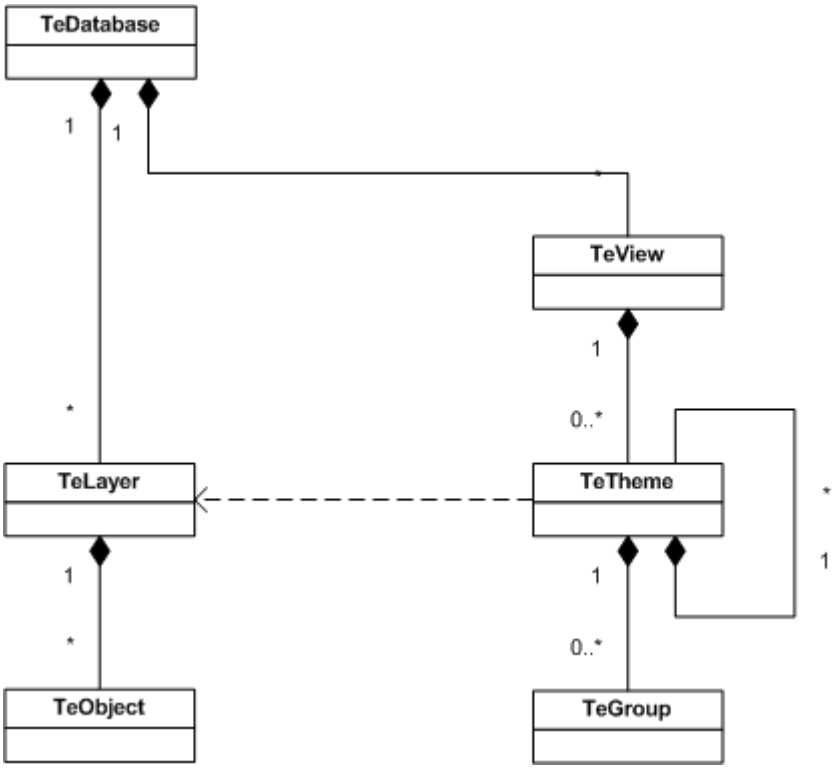

Figura 8 - Modelo de Dados da TerraLib

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310886/CB

Classe	Descrição do elemento da classe
TeDatabase	um conjunto de TeLayers
TeLayer	um conjunto de objetos espaço-temporais que compartilham a mesma projeção geográfica e o mesmo conjunto de atributos em um período de tempo.
TeObject	um objeto representando um fenômeno geográfico, cujo identificador é único. Um objeto espaço-temporal tem uma representação espacial e uma representação convencional. Ambas podem, ou não, mudar de acordo com o passer do tempo. A representação convencional é dependende da aplicação e está fora do escopo da TerraLib.
TeView	uma árvore de temas (TeTheme) que compartilham a mesma projeção geográfica
TeTheme	um subconjunto virtual de um *layer* (TeLayer).
TeGroup	um subconjunto virtual da *view* de um *layer*.

Tabela 2 - Componentes do modelo de dados da TerraLib

O mapeamento do modelo de dados da TerraLib para o modelo do WMS é bastante simples:

- cada "TeView" do modelo TerraLib corresponde a um *layer* contendo os TeThemes da TeView;
- cada "TeTheme" do modelo TerraLib, corresponde a um *layer*.

O *layer* correspondente a uma "TeView" herda desta os seguintes parâmetros:

- Nome (mapeado para <TITLE>)
- *Bounding Box* (mapeado para <BBOX>)
- Projeção (mapeado para <SRS>)

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310886/CB

O mapeamento da projeção para o <SRS> não é uma tarefa imediata. Na implementação desta dissertação, todas as "TeView" requisitadas serão passadas para a projeção EPSG:4326 (LatLong), segundo a tabela do EPSG..

Cada *layer* correspondente a um "TeTheme" herda deste os seguintes parâmetros (ver Seção 3.1.3.1.2.1):

- Nome (mapeado para <TITLE>)
- ID (mapeado para <NAME>)
- *Bounding Box* (mapeado para <BBOX>)
- Escala mínima e máxima, quando existem (mapeada para <ScaleHint>)
- A materialização dos objetos geográficos pertencentes ao "TeTheme".

3.4. O Framework Tdk

Como descrito na seção anterior, a TerraLib tem seu foco voltado para os algoritmos geométricos e para uma abstração dos dados. Entretanto, ela disponibiliza interfaces e serviços em uma nível relativamente baixo, dificultando o seu uso por programadores menos treinados. Mesmo para se criar uma aplicação simples, é necessário conhecer muitos detalhes da estrutura dos dados da biblioteca [26], além de contar com poucos componentes que auxiliam a construção da interface com o usuário.

Visando facilitar o uso da TerraLib e atender a funcionalidades comuns às aplicações de visualização de dados e alimentação de informações desenvolvidas sobre a biblioteca, o TecGraf/PUC-Rio propôs um *framework* chamado Tdk. Este *framework* funciona fornecendo uma interface mais simplificada, de nível de abstração mais alto e com diversos conceitos relacionados à interface com o usuário.

O Tdk é constituído por duas APIs, onde cada uma forma um subsistema distinto: API de Serviços e de API de Componentes.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310886/CB

3.4.1. API de Serviços

A API de Serviços é responsável por funcionalidades como persistência, apresentação e operações espaciais. Esta API provê métodos bem definidos que encapsulam a complexidade de uma implementação direta sobre a TerraLib. As assinaturas dos métodos escondem do programador conceitos particulares da Terralib, na medida do possível, oferecendo tipos primitivos ao invés das classes mais complexas, que constituem o modelo de dados da Terralib.

3.4.1.1. Serviço de Persistência

Este serviço é responsável por oferecer uma interface de alto nível para a base de dados.

Suas principais funcionalidades são:

- encapsular lógicas complexas de inicialização do modelo Terralib de Banco de Dados a diversas implementações de DBMS
- carregar, alterar, remover e salvar as entidades através de métodos especializados
- criar geometrias através de métodos especializados
- proporcionar uma forma simples de executar consultas diretamente no banco de dados
- oferecer um "fábrica" de SQL para encapsular e simplificar a criação dinâmica de consultas tornando o processo mais automático que o convencional na TerraLib.

3.4.1.2. Serviço Gráfico

O serviço gráfico do Tdk visa simplificar o manuseio das informações visuais dos dados. Para isto foi introduzido o conceito de *canvas* ao modelo.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310886/CB

Um *canvas* é uma estrutura de dados que permite ao desenvolvedor manipular dados visuais e exportar estes dados para a tela, para um arquivo ou para a impressora. Funções de redimensionamento (*zoom*, rotação) são implementas pelo *canvas*.

A consulta espacial também pode ser feita através deste *canvas*. Se o usuário clicar com o *mouse* em um ponto da tela, as coordenadas deste ponto serão passadas para o *canvas*, para que este retorne os atributos dos objetos geográficos que estão dispostos naquele ponto.

Este serviço gráfico tem o objetivo de não ficar preso à biblioteca de visualização. Suas funcionalidades estão disponíveis quer o desenvolvedor use a biblioteca **Qt** ou a biblioteca **Iup** [27].

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310886/CB

3.4.1.3. Serviço de Cálculo

Este serviço disponibiliza os algoritmos espaciais da TerraLib. Por exemplo, dado dois pontos, qual é a distância em quilômetros entre eles.

3.4.1.4. Serviço de Apresentação

O serviço de apresentação serve de complemento para o serviço gráfico. É o serviço que disponibiliza os componentes visuais para a tela do usuário como, por exemplo, Caixas de Diálogos, Legendas e o *Canvas* visual. Este *canvas* visual é onde os dados geográficos propriamente ditos são exibidos para o usuário da aplicação.

Análogo ao serviço Gráfico, este serviço tem como objetivo ser independente de bibliotecas de visualização.

3.4.2. API de Componentes

Esta API define todos os componentes que serão utilizados para realizar as tarefas oferecidas pela API de Serviços.

Dentre as principais funcionalidades oferecidas pelos componentes implementados neste subsistema pode-se destacar:

- Componentes para encapsular as funcionalidades de legenda gráfica do mapa
- Componentes de auxilio a visualização de mapas
- Uma biblioteca para antever e configurar os resultados de impressão de mapas
- Uma biblioteca de estilos para exibição dos objetos espaciais
- Recursos de construção de gráficos estatísticos
- Diálogos diversos para interação com usuário

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310886/CB