

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE INFORMÁTICA
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

LUMA ALVES LOPES

**APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA DE BANCO DE DADOS
GEOGRÁFICO NO MAPEAMENTO DE PROJETOS DE INCLUSÃO
DIGITAL: CASOS BRASILEIROS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2015

LUMA ALVES LOPES

**APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA DE BANCO DE DADOS
GEOGRÁFICO NO MAPEAMENTO DE PROJETOS DE INCLUSÃO
DIGITAL: CASOS BRASILEIROS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação, do Departamento Acadêmico de Informática, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.^a Dr^a Simone de Almeida

PONTA GROSSA

2015



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Ponta Grossa

Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Departamento Acadêmico de Informática
Bacharelado em Ciência da Computação



TERMO DE APROVAÇÃO

**APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA DE BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO NO
MAPEAMENTO DE PROJETOS DE INCLUSÃO DIGITAL: CASOS BRASILEIROS**

por

LUMA ALVES LOPES

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 28 de maio de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Simone de Almeida
Prof.^a Orientadora

Geraldo Ranthum
Membro titular

Tarcizio Alexandre Bini
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

Dedico este trabalho aos meus pais, pelo amor, carinho, valores morais e éticos que me transmitem e pelos esforços com a minha formação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que sempre cumpre as suas promessas e está sempre ao meu lado. Porque dele, e por meio dele, e para ele são todas as coisas. Agradeço-te por nunca me deixar esquecer, mesmo em meio aos desertos, que sou uma de suas favoritas.

A minha família que é o meu alicerce, especialmente aos meus pais, Robecilda e Francisco, que me deram toda a estrutura para que me tornasse a pessoa que sou hoje.

Agradeço a minha orientadora, Prof^a Dr^a Simone de Almeida, que tem me orientado desde o primeiro ano de graduação no projeto de extensão, e que aceitou me apoiar na elaboração desse trabalho. Agradeço-a pela condução nos primeiros e essenciais passos da minha formação.

Ao meu noivo, André, por toda paciência, compreensão, carinho e amor, e por me ajudar muitas vezes a achar soluções quando elas pareciam não existir.

A todos os meus professores, desde a minha alfabetização até a graduação. Sou muito grata e honrada pelos professores que tive no ensino público, que lapidaram e me ensinaram a andar por caminhos até então desconhecidos.

Agradeço as pessoas que convivi esses anos no Programa de Inclusão Digital. As experiências vividas serão exemplos para a minha vida.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

Toda ação depende de uma decisão que
depende de informação
(AUTOR DESCONHECIDO)

RESUMO

LOPES, Luma Alves. **Aplicação da Tecnologia de Banco de Dados Geográfico no Mapeamento de Projetos de Inclusão Digital: Casos Brasileiros.** 2015. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso em Bacharelado em Ciência da Computação - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2015.

Os Bancos de dados Geográficos são estruturas capazes de armazenar dados e relacioná-los com suas posições geográficas. Este trabalho tem por objetivo aplicar os conceitos de Banco de Dados Geográficos no mapeamento de Programas de Inclusão Digital nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil. Para isso, utiliza-se o tipo de dado geográfico classificado como Dado Cadastral, onde cada elemento no mapa é um objeto que possui seus atributos. Dessa forma, realiza-se por meio de referencial teórico, a descrição sobre o que é a Inclusão Digital e o que são os programas: Cidades Digitais, SERPRO de Inclusão Digital e Espaço Cidadão que são utilizados como fonte de dados. Descreve-se ainda sobre os conceitos que envolvem o Banco de Dados Geográficos, como: Sistemas de Informação Geográfica e a modelagem dos dados geográficos. Para modelar os dados geográficos utilizou-se o modelo OMT-G e para inserir os dados no banco, utilizou-se arquivos *shapefile* que permitem a visualização gráfica das geometrias. Por fim, analisaram-se os dados visualizados pelos Sistemas de Informação Geográfica: TerraView, QuantumGIS e gvSIG, e para melhorar a visualização dos dados, criou-se uma visão no banco de dados, onde o gvSIG apresentou o melhor resultado.

Palavras-chave: Banco de dados Geográficos. Sistemas de Informação Geográfica. Modelo OMT-G. Inclusão Digital. Dado Cadastral.

ABSTRACT

LOPES, Luma Alves. **Application of Geographic Database Technology for Mapping Digital Inclusion Projects: Brazilian Cases.** 2015. 70 pages. Trabalho de Conclusão de Curso em Bacharelado em Ciência da Computação - Federal Technology University - Parana. Ponta Grossa, 2015.

The Geographical Databases are structures capable of storing data and relate them to their geographical locations. The purpose of this paper is to apply the Geographical Database concepts in the mapping of Digital Inclusion Programs in South and Southeast of Brazil. For this, shall be used the type of geographic data classified as Cadastral Data, where each element in the map is an object that has its attributes. This way is performed by means of theoretical referential, a description of what is the Digital Inclusion and what are the programs: Cidades Digitais, SERPRO de Inclusão Digital and Espaço Cidadão used as a data source. Also describes the concepts that involve the Geographic Databases, such as Systems of Geographic Information and modeling of geographic data. To model the geographic data was used the OMT-G model and to insert the data in database was used shapefile files that allow graphic visualization of the geometries. Finally, we analyzed the data displayed by GIS: TerraView, QuantumGIS and gvSIG, and to improve data visualization, it was created a vision in the database, where the gvSIG presented the best result.

Keywords:Geographical Database. Geographic Information System. OMT-G model. Digital Inclusion. Cadastral Data.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa dos tipos de vegetação da bacia hidrográfica do Rio Jamari	28
Figura 2 – Exemplo de Mapa Cadastral usando o mapa do estado do Paraná	29
Figura 3 – Exemplo de entidades de rede elétrica	29
Figura 4 – Imagem de satélite de Paranaguá (PR) em 19/12/2009	30
Figura 5 – Exemplo de MNT. Superfície e grade regular correspondente	30
Figura 6 – Componentes de um sistema de informação geográfica	31
Figura 7–Integração entre SIG’S e SGBDs: (a) Arquitetura Dual e (b) Arquitetura Integrada	32
Figura 8– Níveis de abstração de aplicações geográficas	34
Figura 9 – Notação gráfica para Classes Georreferenciadas e Relacionais	35
Figura 10 - Definição da chave primária usando a Ferramenta Eclipse/OMT-G Design	45
Figura 11 - Definição da cardinalidade usando a Ferramenta Eclipse/OMT-G Design	45
Figura 12 - Exemplo da criação das tabelas geográficas	46
Figura 13 – Conectando o TerraView com o Postgre/PostGIS	49
Figura 14 – Tabelas criadas pelo TerraView	49
Figura 15 – Importação do <i>shapefile</i> no TerraView	50
Figura 16 – Visualização das geometrias no TerraView.	51
Figura 17– Exportação do arquivo <i>shape</i> para o banco de dados usando o QuantumGIS.	52
Figura 18 – Conexão ao banco de dados usando o QuantumGIS.	53
Figura 19 – Visualização das geometrias usando o QuantumGIS.	54
Figura 20 – Escolha do documento a ser criado usando gvSIG	55
Figura 21 – Visualização das geometrias usando gvSIG	56
Figura 22 – Exportação do <i>shapefile</i> para banco usando o gvSIG	56
Figura 23 – Importação das tabelas do banco usando o gvSIG	57
Figura 24 – União de tabelas por meio do QuantumGIS	58
Figura 25 – Visualização dos dados relacionais e geográfico por meio do QuantumGIS	59
Figura 26 – Dados desejados para visualização	60
Figura 27 – Importe da Visão usando gvSIG	61

LISTA DE DIAGRAMAS

Diagrama 1 – Modelo Relacional dos dados	42
Diagrama 2 – Modelagem utilizando a ferramenta Eclipse/OMT-G Design	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1–Geo-Campos	35
Quadro 2–Geo-Objeto com geometria	36
Quadro 3–Geo-Objeto com geometria e topologia	36
Quadro4–Tipo de dados espaciais do PostGIS.....	37
Quadro 5–Exemplo de operadores espaciais do PostGIS	38
Quadro 6 – Exemplo de inserção dos atributos geográficos	39
Quadro 7 – Sintaxe da criação do atributo geográfico	46
Quadro 8 – Visão criada para seleção dos dados.....	60
Quadro 9 – Análise dos dados nos SIG's sem a importação da Visão	62
Quadro 10 – Análise dos dados nos SIG's com a importação da Visão	63

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

LISTA DE SIGLAS

SGBD	Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados
BDG	Banco de Dados Geográficos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
OMT-G	<i>Object Modeling Technique for Geographic Applications</i>
MNT	Modelos Numéricos de Terreno
DPI	Divisão de Processamento Digital
INPE	Instituto de Pesquisas Espaciais
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
OGC	<i>Open Geospatial Consortium</i>
WKB	<i>Well-Known Binary</i>
WKT	<i>Well-Known Text</i>

LISTA DE ACRÔNIMOS

SIG	Sistema de Informação Geográfica
SERPRO	Serviço Federal de Processamento de Dados
TIC	Tecnologia de Comunicação e Informação
ONG	Organização não Governamental
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PSID	Programa SERPRO de Inclusão Digital
COEP	Comitê de Combate à Fome e pela Vida
SEAE	Secretaria para Assuntos Estratégicos
CELEPAR	Companhia de Informática do Paraná
GEOS	<i>Geometry Engine Open Source</i>
BLOB	<i>Binary Large Object</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 JUSTIFICATIVA.....	16
1.2 OBJETIVOS.....	17
1.2.1 Objetivo Geral.....	17
1.2.2 Objetivos Específicos.....	17
1.3 METODOLOGIA	18
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	19
2 INCLUSÃO DIGITAL.....	20
2.1 INCLUSÃO E EXCLUSÃO DIGITAL.....	20
2.2 PROGRAMAS DE INCLUSÃO DIGITAL.....	21
2.2.1 Programa Cidades Digitais	22
2.2.2 Programa SERPRO de Inclusão Digital.....	23
2.2.3 Programa Espaço Cidadão.....	24
2.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO	24
3 BANCO DE DADOS GEOGRÁFICOS	26
3.1 TRABALHOS RELACIONADOS.....	26
3.2 CONCEITOS.....	27
3.3 GEOPROCESSAMENTO	28
3.4 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA	30
3.4.1 Arquitetura de um Sistema de Informação Geográfica	32
3.4.2 Exemplos de Sistema de Informação Geográfica	33
3.5 MODELO DE DADOS GEOGRÁFICOS	33
3.5.1 Modelo OMT-G	34
3.6 EXTENSÃO ESPACIAL POSTGIS PARA O SGBD POSTGRESQL.....	36
3.7 INSERÇÃO DAS GEOMETRIAS	39
3.8 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO	39
4 DESENVOLVIMENTO.....	41
4.1 MODELAGEM RELACIONAL DOS DADOS.....	41
4.2 MODELAGEM OMT-G DOS DADOS	43
4.3 BANCO DE DADOS FÍSICO.....	46
4.3.1 Estrutura do Banco de Dados Físico	46
4.3.2 Inserção dos Dados Alfanuméricos	47
4.4 IMPORTAÇÃO DE ARQUIVOS <i>SHAPEFILE</i>	48
4.4.1 Importação Usando o TerraView	48
4.4.2 Importação Usando o QuantumGIS.....	51
4.4.3 Importação Usando o gvSIG.....	55
4.5 UNIÃO DOS DADOS RELACIONAIS COM DADOS GEOGRÁFICOS.....	58
4.5.1 Utilização de Visão	60

4.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO	62
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
5.1 CONCLUSÕES.....	64
5.2 TRABALHOS FUTUROS	65
REFERÊNCIAS.....	67

1 INTRODUÇÃO

Com a crescente demanda por informação e a necessidade de armazenar e manipular dados torna-se frequente o uso de banco de dados e de Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD's), a fim de manipular esses dados.

Os SGBDs relacionais facilitam o armazenamento de um grande volume de dados, entretanto desconsideram os dados espaciais. Esses dados espaciais ou geográficos são dados que possuem dimensão espacial, ou uma localização, que está diretamente ligada ao mundo geográfico real, como: imagens de satélites e dados cadastrais ou ambientais (VINHAS, 2006).

Para integrar os dados relacionais com dados espaciais, surgem os Bancos de Dados Geográficos (BDG's), que são estruturas capazes de armazenar dados e relacioná-los com as suas posições geográficas (CASTRO, 2002). Estes se diferenciam dos bancos relacionais por considerarem questões, como localização, um dado espacial. Dessa forma, os SGBD's relacionais apresentam a opção de incluir extensões espaciais que suportam a implementação dos BDG's possibilitando, assim, manipular os dados espaciais. Um exemplo de extensão é o PostGIS do SGBD PostgreSQL.

A diferença essencial entre os dados geográficos dos dados relacionais é seu componente espacial, também denominado de dados espaciais. Tais dados são representações da superfície terrestre e estão diretamente relacionados com sua localização no espaço, ou seja, utilizando suas coordenadas pode-se posicionar uma região geográfica qualquer. Dessa forma torna-se plausível o estudo e análise do espaço geográfico (MEDEIROS, 2010).

Os BDG's são manipulados por Sistemas de Informação Geográfica (SIG), que são sistemas computacionais que permitem a captura, modelagem, armazenamento, recuperação, manipulação, análise e apresentação dos dados geográficos (WORBOYS; DUCKHAM, 2004). De acordo com Câmara (2005) os SIG's são capazes de realizar o tratamento computacional de dados geográficos, armazenando atributos descritivos e geométricos, permitindo o relacionamento de um dado espacial com dados relacionais.

Neste contexto, a base de dados a ser construída neste trabalho, utiliza informações obtidas das iniciativas governamentais de Inclusão Digital, tais como: Programa Cidades Digitais, Programa SERPRO de Inclusão Digital e Programa

Espaço Cidadão, associados ao número de acesso a computadores e uso da internet por domicílio no Brasil, com base no último Censo do IBGE. Por meio dessas bases, torna-se possível incluir dados espaciais, como adjacência entre as cidades, que inviabilizam o uso de banco de dados relacional convencional por não permitir o armazenamento de componentes espaciais e relações de topologias.

Com as bases de dados sobre Programas de Inclusão Digital e sobre o Censo do IBGE, será possível modelar e construir um banco de dados geográfico, além de realizar uma análise dos SIG's de acordo com as informações que serão obtidas e visualizadas por meio deles, sendo esta a contribuição desse trabalho.

1.1 JUSTIFICATIVA

O conhecimento é cada vez mais apontado como fator determinante para o estabelecimento ou superação de desigualdades, de agregação ou dissolução de valor, de criação ou eliminação de empregos, de propagação ou concentração de bem-estar. Porém, a capacidade de uma sociedade desenvolver-se cultural, social e economicamente passa, necessariamente, pelo grau de informação e conhecimento disseminados nela (SILVA; JAMBEIRO; BRANDÃO, 2005).

Neste contexto, a inclusão digital pode proporcionar a qualificação profissional ou promover maiores chances no mercado de trabalho, alavancando o desenvolvimento econômico, social e cultural da comunidade, melhorando as condições de vida de uma determinada região ou comunidade com ajuda da tecnologia.

O conhecimento sobre o nível de acesso às Tecnologias de Comunicação e Informação (TIC's) pode auxiliar na melhoria e/ou implantação de Programas de Inclusão Digital em regiões onde exista carência de acesso a essas ferramentas.

A tecnologia de BDG será utilizada neste trabalho para resolver problemas de representação computacional de dados geográficos, e esclarecer questões da seguinte natureza: Como representar os dados geográficos no computador? Como as estruturas de dados geométricas e alfanuméricas se relacionam com os dados do mundo real? Que alternativas de representação computacional existem para dados geográficos?

Com a utilização de um BDG e de um SIG, para a visualização e seleção dos dados relacionados ao: acesso domiciliar de computadores e internet, e dados sobre Programas de Inclusão Digital, torna-se possível responder os questionamentos anteriormente citados, com base na posição geográfica dos elementos do banco.

1.2 OBJETIVOS

Os objetivos do trabalho estão divididos em geral e específicos que serão descritos respectivamente nas subseções 1.2.1 e 1.2.2.

1.2.1 Objetivo Geral

Aplicar a tecnologia de BDG a dados fornecidos por Programas de Inclusão Digital Governamentais e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

1.2.2 Objetivos Específicos

Dentre os objetivos específicos do trabalho, destacam-se:

- Estudar os conceitos e estruturas de geoprocessamento;
- Coletar dados relacionais referentes ao acesso domiciliar de computadores e/ou internet com base no último Censo, bem como dados de cidades atendidas por programas de Inclusão Digital como: Programa Cidades Digitais, Programa SERPRO de Inclusão Digital e Programa Espaço Cidadão;
- Realizar a normalização dos dados obtidos dos Programas governamentais já citados e do IBGE;
- Modelar a estrutura do banco de dados com base no modelo OMT-G (*Object Modeling Technique for Geographic Applications*) (OMT-G, 2015);
- Construir o BDG utilizando o SGBD PostgreSQL (POSTGRESQL, 2015) com sua extensão espacial PostGIS (POSTGIS, 2015);

- Manipular a estrutura obtida por meio dos Sistemas de Informação Geográfica: o TerraView (TERRAVIEW, 2015), QuantunGIS (QGIS,2015) e gvSIG (GVSIG, 2015);
- Comparar os resultados obtidos com os SIG's utilizados no trabalho.

1.3 METODOLOGIA

Serão utilizadas as informações disponíveis do último Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística realizado em 2010, a respeito do acesso a Internet e de computador por domicílio, que poderão ser encontradas por meio da ferramenta *Cidades@* no *site*¹ da organizadora da pesquisa.

Além disso, serão utilizadas informações, de Programas de Inclusão Digital no Brasil: Programa Cidades Digitais, Programa SERPRO de Inclusão Digital e Programa Espaço Cidadão, por estes disponibilizarem em seus *sites*² as informações necessárias sobre a localização dos Programas.

Tendo em vista os dados coletados, elabora-se a modelagem utilizando o modelo de dados OMT-G, que provê primitivas para modelar a topologia e geometria dos dados geográficos, permitindo também a associação de atributos alfanuméricos e métodos para cada classe (BORGES et al., 2005). Para realizar a modelagem, utiliza-se a ferramenta Eclipse com o *Plug-in OMT-G Design*.

Com a modelagem da estrutura de classes estabelecida, desenvolve-se o BDG utilizando o SGBD PostgreSQL. A escolha por esse SGBD, dá-se ao fato do mesmo ser de licença aberta e possuir uma extensão espacial que atende as necessidades do projeto, chamada PostGIS. Sendo que a importação dos dados geográficos é realizada por meio de arquivos *shapefile*³, que são arquivos que

¹Os dados do IBGE podem ser obtidos por meio do *site*:
<<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>.

²Os *sites* dos programas são:

Programa Cidades Digitais < www.mc.gov.br/cidades-digitais >

Programa SERPRO de Inclusão Digital < www4.serpro.gov.br/inclusao >

Programa Espaço Cidadão < www.telecentros.pr.gov.br/ >

³Os *shapefile* utilizados estão disponíveis para *download* em:
<<http://www.codegeo.com.br/2013/04/shapefiles-do-brasil-para-download.html>>.

contêm um atributo espacial para um elemento mapeado, e apresentam visualmente uma informação espacial ao utilizá-los por meio dos SIG's.

Na sequência, para visualizar e consultar os dados espaciais utiliza-se os SIG's: o TerraView, QuantunGIS e gvSIG para analisar qual apresenta a melhor estrutura de visualização dos dados coletados.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em cinco Capítulos, considerando este já apresentado. No Capítulo 2 realiza-se uma descrição sobre o que é inclusão digital e sobre os programas de inclusão digital a serem utilizados como fonte de dados neste trabalho: Cidades Digitais, SERPRO de Inclusão Digital e Espaço Cidadão.

O Capítulo 3 descreve teoricamente o Banco de Dados Geográficos e os conceitos relevantes no contexto deste trabalho, como Geoprocessamento, Sistemas de Informação Geográfica, a modelagem dos dados geográficos e a extensão espacial no PostGIS.

O Capítulo 4 descreve as atividades desenvolvidas, como a modelagem relacional dos dados, a modelagem usando o modelo OMT-G, a definição do banco de dados físico e a utilização dos SIG's: TerraView, QuantumGIS e gvSIG.

Finalmente o Capítulo 5 apresenta as conclusões obtidas no desenvolvimento do trabalho, considerando os objetivos propostos para o mesmo, assim como possíveis melhorias e/ou evolução deste trabalho.

2 INCLUSÃO DIGITAL

Este Capítulo tem por objetivo apresentar as definições e ações de Inclusão Digital, estando dividido em três seções. A seção 2.1 discute o que é a inclusão e a exclusão digital. A seção 2.2 identifica os programas de inclusão digital, descrevendo os seguintes programas governamentais: Cidades Digitais, SERPRO de Inclusão Digital e Espaço Cidadão. Por fim, a seção 2.3 apresenta as considerações a respeito da escolha dos programas governamentais descritos neste Capítulo.

2.1 INCLUSÃO E EXCLUSÃO DIGITAL

Para Cunha (2010) a inclusão digital pode ser definida como a compreensão e atuação na rede, e pela luta atribuída na busca pela superação de desigualdades estabelecidas nas relações sociais. Ela é caracterizada pela democratização do acesso as TIC's, possibilitando a obtenção de conhecimento e a melhora na qualidade de vida, ao maximizar o tempo e ao utilizar as informações obtidas de forma a melhorar a condição de vida (MESQUITA, 2011).

As TIC's, juntamente com a sociedade globalizada, definem os valores e o status social de um indivíduo. É por meio delas que se referencia, atualmente, a cidadania, que passa a ser realizada por meio da inclusão digital (BECKER, 2009).

Sorj e Guedes (2005) definem a inclusão digital como a relação entre o número de pessoas com acesso a computador e/ou Internet, e o total da população existente em determinada região. Nesse caso, o critério utilizado para identificar as pessoas incluídas é geralmente o número de domicílios com computadores e/ou acesso à internet.

No Brasil, as modificações ocasionadas pela inserção das TIC's, têm caráter político e social por levantarem o questionamento do surgimento de uma classe denominada de excluídos digitais, e que são tratadas por meio das iniciativas dos governos federal, estatal e municipal, da iniciativa privada, de universidades e Organizações Não Governamentais (ONG's).

De acordo com Santos (2005), a exclusão digital é exclusão do conhecimento, por não permitir que as pessoas tirem proveito das tecnologias de

informações, a fim de mudarem suas vidas e repensarem a sua volta. Sendo assim, a alfabetização digital é a habilidade de ler a realidade tirando proveito dela (DEMO, 2005).

Como a exclusão digital é uma forma de exclusão social, na era da informação implica na desigualdade de oportunidades e pode vir a constituir a realidade de um bairro, de uma cidade, ou até mesmo um país (TAKAHASHI et al., 2011).

2.2 PROGRAMAS DE INCLUSÃO DIGITAL

Nas propostas de inclusão digital, é possível identificar três focos distintos: ampliação da cidadania (por meio da interação e comunicação nas redes de computadores e acesso a informação), inserção no mercado de trabalho (por meio da capacitação profissional) e educação (por meio da formação sociocultural) (SILVEIRA, 2003).

Por meio do nível de acesso, torna-se possível identificar o que cada executor entende por inclusão digital. Segundo Sorj (2003), os níveis de acesso podem ser classificados em:

- 1) Existência de infraestruturas;
- 2) Disponibilidade de equipamentos - Internet;
- 3) Treinamento no uso do computador e da Internet;
- 4) Capacitação intelectual e inserção do social do usuário;
- 5) Produção e uso de conteúdo específicos adequados às necessidades

dos diversos segmentos da população.

Por meio do Censo Demográfico, pesquisa realizada pelo IBGE (2014a) a cada dez anos, cujo objetivo é coletar informações de natureza estatística, geográfica, cartográfica, geodésica e ambiental do Brasil, torna-se possível acessar as informações coletadas sobre os dados referentes a bens duráveis por domicílio.

De acordo com essas informações, obtêm-se acesso ao número de domicílios com computador e o número com acesso à internet, possibilitando a análise quantitativa do índice de inclusão/exclusão no país, por meio da porcentagem de pessoas com acesso e o total da população, assim como propunha Sorj e Guedes (2005).

A fim de promover a diminuição do índice de excluídos digitais no país, existem várias iniciativas governamentais voltadas à inclusão digital como, por exemplo, os Programas: Cidades Digitais, SERPRO de Inclusão Digital e Espaço Cidadão que serão descritos, respectivamente, nas subseções 2.2.1, 2.2.2 e 2.2.3.

Dentre os focos distintos de inclusão digital propostos por Silveira (2003), pode-se classificar o Programa Cidades Digitais como sendo um programa destinado à ampliação da cidadania, enquanto os Programas SERPRO de Inclusão Digital e Espaço Cidadão objetivam a inserção no mercado de trabalho.

2.2.1 Programa Cidades Digitais

O Programa Cidades Digitais da Secretaria de Inclusão Digital do Ministério das Comunicações, foi criado em 2012 com o objetivo de modernizar a gestão, ampliar o acesso aos serviços públicos e reduzir as desigualdades sociais e regionais, promovendo o aumento de autonomia tecnológica nos municípios brasileiros. Para isso o Programa propõe (MINISTÉRIO DAS COMUNICAÇÕES, 2014a):

- 1) Construção de redes de fibra óptica para interligar os órgãos públicos;
- 2) Disponibilização de aplicativos de governo eletrônico nas áreas financeira, tributária, saúde e educação;
- 3) Capacitação de servidores para uso e gestão da rede;
- 4) Oferta de pontos de acesso à internet para uso livre e gratuito em espaços públicos de grande circulação, como praças, parques e rodoviárias.

As cidades atendidas pelo programa são escolhidas por meio de edital. No ano de sua criação, 80 municípios foram contemplados pelo projeto-piloto. Em 2013 o programa foi incorporado ao Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) do Governo Federal, e selecionou-se 262 municípios com população de até 50 mil habitantes, com o objetivo de acelerar o crescimento do país.

A segunda etapa do projeto conta com um investimento de R\$ 201 milhões e estima-se que até setembro de 2015, esteja concluída com todas as cidades conectadas (MINISTÉRIO DAS COMUNICAÇÕES, 2014b).

Destaca-se como benefício do programa a autonomia de informática e internet nos municípios que reduzem custos com serviços de empresas privadas, a

democratização do acesso à informação aos cidadãos locais, o aumento de segurança pública ao interligar órgãos, como polícias e Corpo de Bombeiros, dentre outros.

2.2.2 Programa SERPRO de Inclusão Digital

O Programa SERPRO de Inclusão Digital (PSID) é desenvolvido pelo Serviço Federal de Processamento de Dados (SERPRO), empresa pública vinculada ao Ministério da Fazenda, desde 2003. O objeto do PSID é promover a inclusão digital e social das comunidades excluídas do universo das TIC's, por meio da convergência nacional de ações com o Governo Federal e demais instituições públicas e privadas. O Programa concentra-se em (SERVIÇO FEDERAL DE PROCESSAMENTO DE DADOS, 2014):

- Utilizar efetivamente o *Software Livre*;
- Atender as necessidades das comunidades, formular políticas públicas, criar conhecimento e propiciar a elaboração de conteúdo.

As ações de Inclusão Digital do SERPRO são:

- **Espaço SERPRO Cidadão:** em parceria com o Programa de Governo Eletrônico, viabiliza o acesso gratuito a informações e serviços eletrônicos do Governo Federal, disponibilizando para a sociedade computadores conectados à internet e orientação supervisionada de monitores, que ajudam na utilização dos equipamentos e no acesso às informações desejadas.
- **Oficina de Inclusão Social:** Esta ação é parte integrante do Programa e adota estratégias para a capacitação de jovens carentes, através de cursos que propiciam uma capacitação sustentável no uso e disseminação das TIC's. A Oficina acontece dentro do SERPRO, em parceria com a Coordenação de Responsabilidade Social, a Superintendência de Gestão de Pessoas e o apoio do Comitê de Combate à Fome e pela Vida (COEP).
- **Telecentros Comunitários:** Ação de maior destaque. Realiza a doação de computadores para entidades públicas e instituições da Sociedade Civil, com o objetivo de implantar telecentros comunitários e estimular o uso da tecnologia em todo o país, visando ampliar a cidadania, inserir o cidadão na sociedade da informação e fortalecer o desenvolvimento local.

Existem 304 telecentros do PSID espalhados pelo Brasil, e mais nove no exterior, onde se destaca os benefícios: cursos gratuitos de informática, oficinas de capacitação profissional, acesso a serviços de governo eletrônico, acesso a informação e estímulo à inserção social com a possibilidade de participação em redes de relacionamento.

2.2.3 Programa Espaço Cidadão

Esta iniciativa foi criada pela Secretária para Assuntos Estratégicos (SEAE) do estado do Paraná em 2012, em parceria com os governos municipais, Secretária da Cultura e a Companhia de Informática do Paraná (CELEPAR), onde engloba o funcionamento dos telecentros do estado com muitas unidades que operam desde 2004.

Segundo a Secretária para Assuntos Estratégicos (2014), os Espaços Cidadãos estão disponibilizados em 350 municípios e têm por objetivo primário, além de promover a inclusão digital para todas as idades e portadores de necessidades especiais nos municípios paranaenses, fomentar a geração de emprego e renda, por meio da capacitação e profissionalização da população, com a oferta de cursos e palestras nas modalidades presenciais e a distância.

Além disso, tem por objetivos específicos prover a infraestrutura tecnológica, incentivar e disseminar os serviços eletrônicos de governo, capacitar os atendentes para atendimento ao cidadão, ampliar as opções de lazer e cultura e incentivar a formação e o desenvolvimento de redes sociais, comunidades e lideranças na atuação dos interesses regionais.

2.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

Este Capítulo apresentou definições de inclusão digital e como ela é aplicada em três programas governamentais. Serão utilizadas as informações referentes aos programas Cidades Digitais, SERPRO de Inclusão Digital e Espaço Cidadão descritos neste Capítulo, para a modelagem que será desenvolvida neste trabalho.

Salienta-se que a escolha por essas propostas se deu pelo fato dos mesmos disponibilizarem na internet os locais atendidos pelos programas.

3 BANCO DE DADOS GEOGRÁFICOS

Este Capítulo está dividido em sete seções. Na seção 3.1 são tratados os trabalhos relacionados. A seção 3.2 apresenta o que é banco de dados geográficos e dado geográfico. Na seção 3.3 descreve-se o que é o geoprocessamento e como são classificados os dados geográficos manipulados pelos sistemas de geoprocessamento.

A seção 3.4 descreve os Sistemas de Informação Geográfica, como são classificados de acordo com as suas arquiteturas, e mostram-se exemplos de sistemas de informação geográfica. Na seção 3.5 é tratada a modelagem dos dados geográficos descrevendo o modelo OMT-G.

Na seção 3.6 descreve a extensão espacial PostGIS e o que o mesmo agrega ao SGBD PostgreSQL e por fim, na seção 3.7 realizam-se as considerações a respeito do Capítulo.

3.1 TRABALHOS RELACIONADOS

Castro (2002) desenvolveu um BDG para armazenar os dados da área entre os municípios de Galinhos e São Bento do Norte, região costeira do litoral setentrional do Estado do Rio Grande do Norte. Utilizando a potencialidade do SIG como ferramenta importante no apoio às tomadas de decisões no monitoramento ambiental da região. A ferramenta utilizada para elaboração do modelo conceitual foi o Geoframe que oferece recursos para simplificar o uso da *Unified Modeling Language* (UML) na elaboração de esquemas conceituais de BDG (RUSCHEL et al., 2003). Utilizou-se ainda o ArcViewGIS3.2 para o armazenamento de dados.

Gonçalves (2008) propôs uma modelagem conceitual de BDG para cadastro técnico multifinalitário em municípios de pequeno e médio porte a fim de aplicar em áreas de ação municipal, como na Educação, Hidrografia, Saúde, Segurança, Transporte e Tributação. Utilizou a ferramenta ArgoCASEGEO que permite a modelagem do BDG com base no UML-GeoFrame (FILHO et al., 2004) com suporte ao modelo TerraLib. O principal objetivo do TerraLib é permitir o desenvolvimento de aplicações SIG com base em banco de dados geográficos (METELLO et al., 2007).

O trabalho de Souza e Leoncio (2014) caracteriza-se pela modelagem de um banco de dados geográficos a partir da estrutura obtida dos Objetivos do Milênio, cujos dados foram delimitados ao estado do Paraná. Utilizou-se a ferramenta QGIS para visualização simultânea de dados relacionais e geográficos, permitindo a integração da estrutura estudada com um Sistema Gerenciador de Banco de Dados Geográficos.

Nenhum dos trabalhos citados anteriormente preocupou-se na análise das informações visualizadas pelos SIG's, que é um dos objetivos propostos por esse trabalho e por tanto a sua contribuição.

3.2 CONCEITOS

O banco de dados geográficos é o componente do SIG responsável pelo armazenamento dos objetos geográficos e tratamento de dados que, além dos atributos descritivos, são representações geométricas no espaço geográfico, conhecidos como dados geográficos (CASTRO, 2002).

Dados geográficos ou georreferenciados são dados que possuem dimensão espacial, ou uma localização como coordenadas geográficas, que está diretamente ligada ao mundo geográfico real como imagens de satélites, dados cadastrais ou ambientais e os modelos numéricos de terreno (VINHAS, 2006). Os dados geográficos devem apresentar três características (CÂMARA; MONTEIRO, 2001):

- 1) **Características não-espaciais:** aquelas que descrevem o fenômeno estudado.
- 2) **Características espaciais:** informa a localização espacial do fenômeno, associada a propriedades geométricas e topológicas.
- 3) **Características temporais:** identificam o tempo para quais os dados são considerados.

Além de apresentarem essas características, os dados geográficos são subdivididos em geo-campos e geo-objetos. Os geo-campos representam os objetos ou fenômenos no espaço, como relevo e solo, já os geo-objetos representam entidades com geometrias e características próprias, como casas, rios e árvores. (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2006).

3.3 GEOPROCESSAMENTO

Os mapas auxiliam no senso de localização e são representações de áreas geográficas em uma superfície plana de escala menor que a real. Com a evolução da Informática, esses mapas passaram a serem armazenados no meio digital, já que inicialmente eram inseridas somente as imagens. Tendo-se a necessidade de armazenar também informações referentes ao mapa, surge o Geoprocessamento (CASTRO, 2002).

O Geoprocessamento é uma disciplina que utiliza técnicas computacionais e matemáticas para obtenção, manipulação e apresentação de dados e informações geográficas (CÂMARA; MONTEIRO, 2001).

Os dados tratados no geoprocessamento têm como principal característica, proverem de diversas fontes, terem vários formatos e armazenarem os atributos e a espacialização dos dados georreferenciados, que são dos dados localizados na superfície terrestre numa projeção cartográfica (CASTRO, 2002).

Os tipos de dados que são armazenados e manipulados pelos sistemas de Geoprocessamento são classificados segundo Câmara e Monteiro (2001) como:

1) **Dados Temáticos** – Descreve a distribuição espacial de uma grandeza geográfica expressa de forma qualitativa, como mapa de solos, obtidos geralmente por meio de pesquisa de campo. A Figura 1 ilustra um exemplo dos tipos de vegetação de uma área da bacia hidrográfica do Rio Jamari em Rondônia:

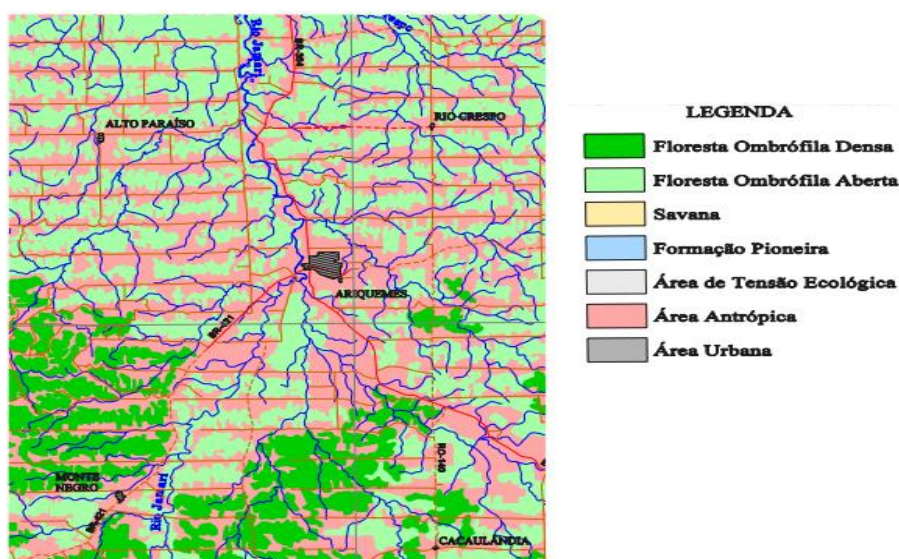


Figura 1 – Mapa dos tipos de vegetação da bacia hidrográfica do Rio Jamari
Fonte: Adaptado de IBGE (2014b)

2) **Dados Cadastrais** – Cada elemento é um objeto geográfico que possui atributos e podem ser associados a várias representações gráficas. A Figura 2 mostra os municípios do estado do Paraná são os objetos geográficos e possuem os atributos nome, gentílico e população em 2010:

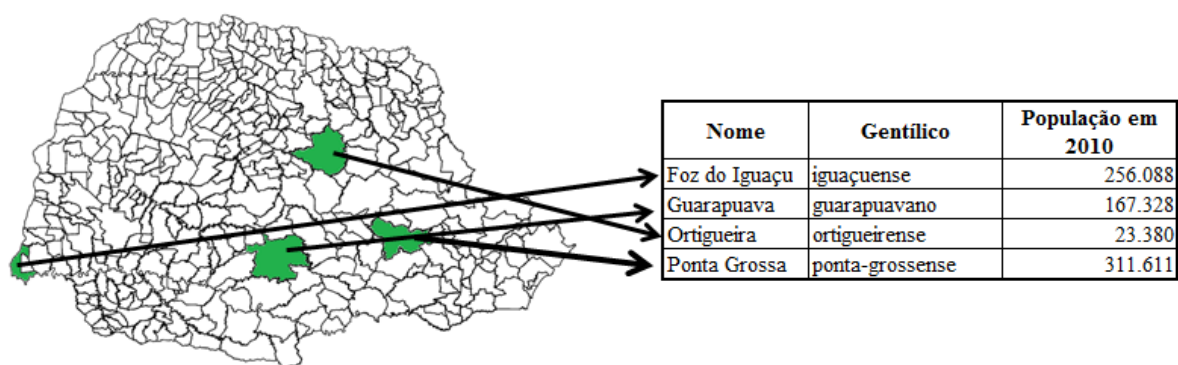


Figura 2 – Exemplo de Mapa Cadastral usando o mapa do estado do Paraná
Fonte: Adaptado de IBGE (2014c)

3) **Redes** – Cada objeto geográfico possui uma localização geográfica exata e está associada a atributos descritivos. A Figura 3 ilustra um exemplo, onde mostra-se uma rede elétrica que possui os componentes: torre, poste e linhas de transmissão. As linhas são representadas topologicamente como arcos de um grafo orientado tendo as informações concentradas em nós.

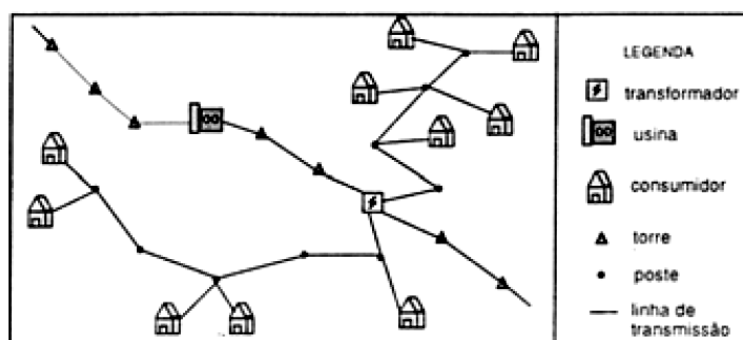


Figura 3 – Exemplo de entidades de rede elétrica
Fonte: FILHO (1997)

4) **Imagens Digitais** – São obtidas por meio de fotografias aéreas ou de sensoriamento remoto e representam formas de captura indireta de informação

espacial. A Figura 4 ilustra um exemplo de uma imagem retirada, via satélite, da cidade de Paranaguá no Estado do Paraná.

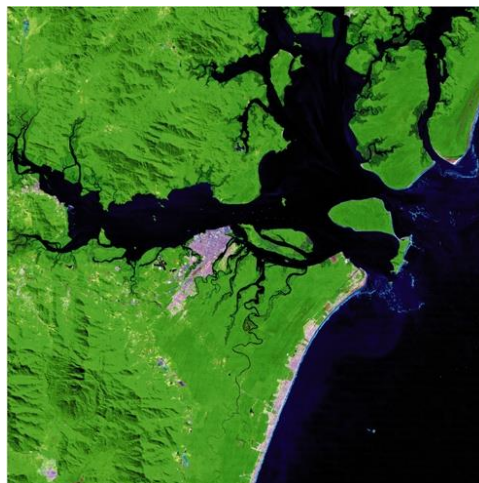


Figura 4 – Imagem de satélite de Paranaguá (PR) em 19/12/2009
Fonte: INPE (2014)

Modelos Números de Terreno (MNT) – Representa quantitativamente uma grandeza que varia continuamente no espaço. Na Figura 5 tem-se um exemplo de MNT com a superfície e grade regular correspondente.

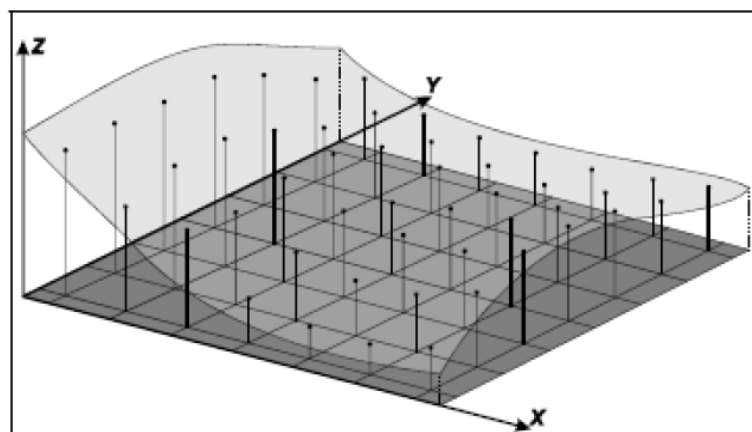


Figura 5 – Exemplo de MNT. Superfície e grade regular correspondente
Fonte: CÂMARA e MONTEIRO (2001)

3.4 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

De acordo com Castro (2002) os BDG's, pertencentes à categoria de banco de dados não-relacionais, possuem estruturas capazes de armazenar dados e

relacioná-los com as suas posições geográficas, além de serem manipulados por Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Um SIG é um sistema computacional que permite a captura, modelagem, armazenamento, recuperação, manipulação, análise e apresentação dos dados geográficos (WORBOYS; DUCKHAM, 2004). Os SIG's são capazes de realizar o tratamento computacional de dados geográficos, armazenando atributos descritivos e geométricos, e permitindo o relacionamento de um dado espacial com as informações referentes a ele (CÂMARA, 2005).

O armazenamento dos dados geográficos no BDG por meio dos SIG's pode ser realizado de forma matricial ou vetorial. Na forma matricial o espaço é dividido em grades regulares que determina o tipo do objeto ou a condição do ponto. Já o modelo vetorial utiliza para representar objetos e condições do mundo real, as entidades ponto, linha e polígono (CASTRO, 2002).

Os componentes de um SIG estão representados na Figura 6, onde se mostra: a interface a partir da qual é possível a comunicação entre o usuário e a aplicação, os mecanismos de processamento dos dados geográficos e, em nível de máquina, tem-se um SGBD que controla o armazenamento e a recuperação dos dados e seus atributos.

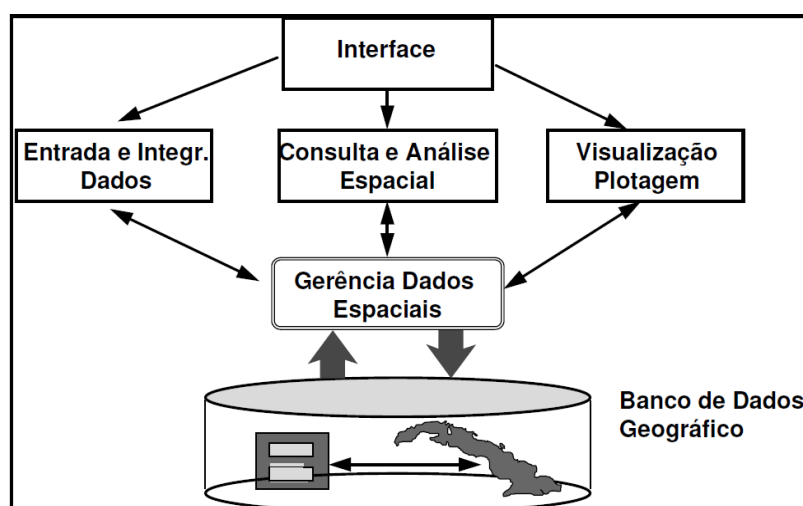


Figura 6 – Componentes de um sistema de informação geográfica
Fonte: CÂMARA (2005)

3.4.1 Arquitetura de um Sistema de Informação Geográfica

Para realizar a integração entre SIG e SGBD existem duas formas: a arquitetura dual e a arquitetura integrada.

A arquitetura dual armazena somente os componentes espaciais dos objetos separadamente, o que pode ocasionar, por exemplo, a dificuldade de controlar e manipular os componentes espaciais. Já a arquitetura integrada consiste no armazenamento dos componentes espaciais e alfanuméricos em um SGBD, ou seja, de todos os dados, possibilitando a utilização dos recursos de um SGBD para controlar e manipular os objetos espaciais (FERREIRA et al., 2005).

A arquitetura integrada, segundo Ferreira et al.(2005), pode ser subdividida em: baseada em campos longos, em extensões espaciais e combinada. Na arquitetura integrada baseada em campos longos, utilizam-se BLOBs (*Binary Large Object*), objetos de dados que armazenam qualquer tipo de informação no formato binário, armazenando a componente espacial dos dados.

Já na arquitetura integrada com extensões espaciais, utilizam-se extensões espaciais desenvolvidas sobre um SGBD Objeto-Relacional, como por exemplo, o OracleSpatial e PostGIS. E por fim a arquitetura integrada combinada é a associação das outras duas arquiteturas integradas, como por exemplo, a TerraLib (FERREIRA et al., 2005).

A Figura 7 ilustra as maneiras de integração entre SIG's e SGBDs.

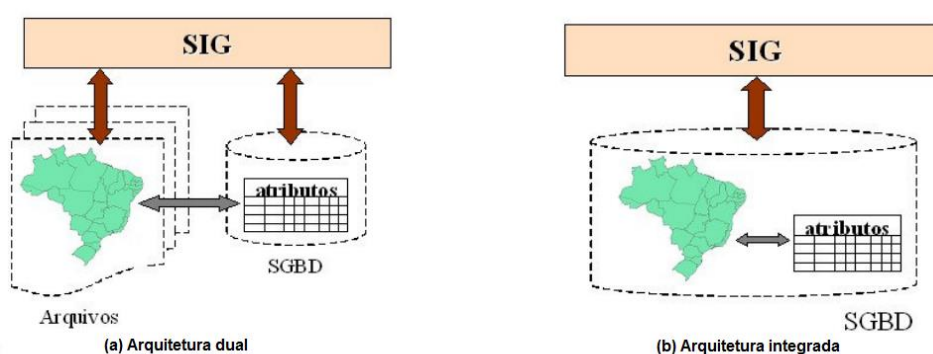


Figura 7–Integração entre SIG'S e SGBDs: (a) Arquitetura Dual e (b) Arquitetura Integrada
Fonte: FERREIRA et al. (2005)

3.4.2 Sistemas de Informações Geográficas

Existem vários Sistemas de Informação Geográfica como: TerraView, QuantunGIS e gvSIG que serão utilizados nesse trabalho. O TerraView é um SIG de código aberto construído sobre a biblioteca TerraLib pela Divisão de Processamento Digital de Imagens (DPI) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

O TerraView suporta dados vetoriais e matriciais, e funciona como interface entre os usuários dos SIG's e a biblioteca TerraLib, sendo que o banco de dados criado pelo TerraView tem a mesma estrutura de um gerado pelo TerraLib. Sendo o armazenamento e recuperação dos dados realizado pela biblioteca, o TerraView pode utilizar qualquer SGBD que tenha suporte para o TerraLib (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2006).

QuantumGIS ou QSIG é um SIG de código aberto que trabalha com dados vetoriais e matriciais. Apresenta várias funcionalidades como: cálculo da distância entre dois pontos no mapa e organização dos dados para facilitar a interpretação das informações (OLIVEIRA, 2013).

O SIG gvSIG também é de código aberto e trabalha com dados vetoriais e matriciais. Permite acessar dados de outros programas como ArcGIS (sistema proprietário) sem a necessidade de alterar o seu formato (CARREIRA, 2014).

3.5 MODELO DE DADOS GEOGRÁFICOS

Existem diversas propostas focalizadas em estender os modelos criados para aplicações relacionais com o intuito de atender as necessidades da modelagem dos dados para aplicações geográficas como: GeoOOA, MODUL-R, GMOD, IFO para aplicações geográficas, GISER, OMT-G, GeoFrame e MADS (BORGES et al., 2005).

A escolha do modelo pode ser feita analisando as necessidades quanto à modelagem e a possibilidade de mapeamento dos esquemas para implementação em SGBD espaciais.

Para as aplicações geográficas, os modelos de dados devem considerar os quatro níveis de abstração dos dados: Nível do mundo real, Nível de representação,

Nível de apresentação e Nível de implementação que podem ser visualizados por meio da Figura 8.

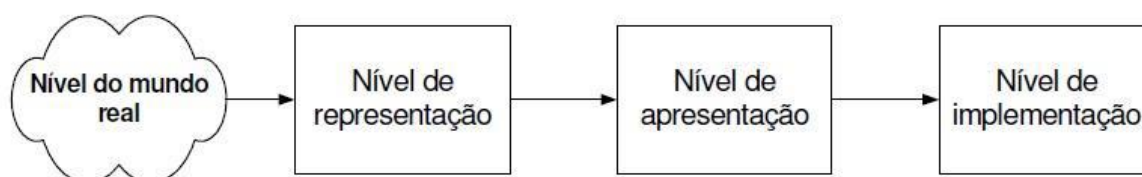


Figura 8– Níveis de abstração de aplicações geográficas
Fonte: BORGES et al. (2005)

Os quatro níveis de abstração são descritos a seguir, segundo Borges et al (2005):

- 1) **Nível do mundo real:** onde se têm os fenômenos geográficos reais.
- 2) **Nível de representação:** nível onde as entidades podem ser modeladas na forma como são percebidos pelo usuário em alto nível de abstração. Momento de serem estabelecidas as classes a serem criadas no banco.
- 3) **Nível de apresentação:** onde se tem as ferramentas que estabelecem os aspectos visuais das entidades geográficas.
- 4) **Nível de implementação:** onde se define os padrões, forma de armazenamento e estruturas de dados para implementar as representações, relacionamentos, funções e métodos necessários.

3.5.1 Modelo OMT-G

O modelo OMT-G (*Object Modeling Technique for Geographic Applications*), provê primitivas para modelar a topologia e geometria dos dados geográficos, permitindo também a associação de atributos alfanuméricos e métodos para cada classe (BORGES et al., 2005).

A diferença na representação das classes no modelo OMT-G para as classes da UML caracteriza-se pela existência de um retângulo no canto superior esquerdo para a representação da forma geométrica.

A Figura 9 ilustra a representação das Classes georreferenciadas e das classes relacionais.

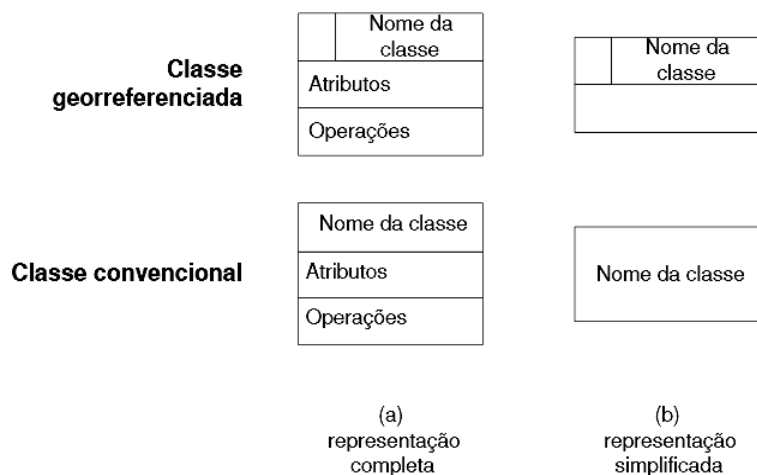
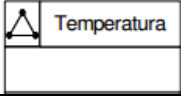
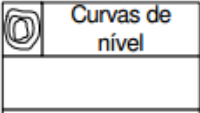
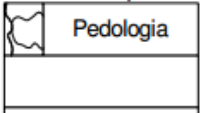
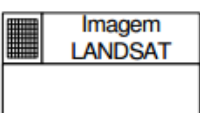
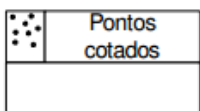


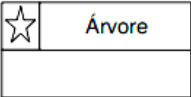
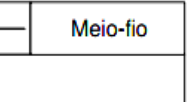
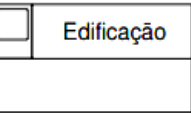
Figura 9 – Notação gráfica para Classes Georreferenciadas e Relacionais
Fonte: BORGES et al. (2005)

As classes georreferenciadas dividem-se de acordo com a representação da forma geográfica em: geo-campo e geo-objeto. Nas classes geo-campo são definidas outras cinco classes: Rede Triangular Irregular, isolinhas, Polígonos Adjacentes ou Subdivisão Planar, Tesselação e Amostragem. Já nas geo-objeto são definidas: Ponto, Linha, Polígono e Objeto Espacial Complexo (BORGES et al, 2005). O Quadro 1 mostra as representações gráficas para as classes geo-campo.

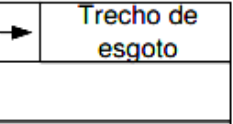
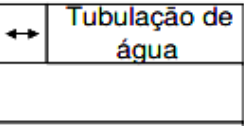
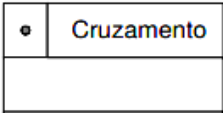
Geo-Campo	Descrição
<p style="text-align: center;">Rede triangular irregular</p> 	<p>Nesse geo-campo é representado um conjunto de grades triangulares de pontos que cobrem todo o domínio espacial. Exemplo: TIN (rede irregular triangularizada)</p>
<p style="text-align: center;">Isolinhas</p> 	<p>O geo-campo isolinha, representa linhas fechadas que não se cruzam nem se tocam. Exemplo: curvas de nível.</p>
<p style="text-align: center;">Subdivisão planar</p> 	<p>O geo-campo polígonos adjacentes ou Subdivisão planar representa as subdivisões do domínio espacial dividindo-as em regiões simples. Exemplo: Divisões de bairros e tipos de solo.</p>
<p style="text-align: center;">Tesselação</p> 	<p>O tipo Tesselação representa as subdivisões do domínio espacial em células regulares. Exemplo: Imagem de Satélite.</p>
<p style="text-align: center;">Amostras</p> 	<p>As Amostras são coleções de pontos regulares ou irregulares disponíveis no espaço geográfico. Exemplo: modelos numéricos de terreno e estações de medição de temperatura.</p>

Quadro 1–Geo-Campos
Fonte: Adaptado de BORGES et al. (2005)

As classes geo-objeto subdividem-se em geo-objeto com geometria e geo-objeto com geometria e topologia, os Quadros 2 e 3 mostram respectivamente essas representações.

Geo-objeto com Geometria	Descrição
<p>Ponto</p> 	<p>Representa objetos que possuem um único par de coordenadas (x,y). Exemplo: uma árvore.</p>
<p>Linha</p> 	<p>Representa objetos lineares sem exigência de conectividade. Exemplo: Uma cerca ou meio-fio.</p>
<p>Polígono</p> 	<p>Representa objetos de área, podendo aparecer conectados ou isolados. Exemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conectados – um lote ou edifício em uma quadra. • Isolados – uma ilha.

Quadro 2–Geo-Objeto com geometria
Fonte: Adaptado de BORGES et al. (2005)

Geo-objeto com Geometria e topologia	Descrição
<p>Linha unidirecional</p> 	<p>Representa objetos lineares que possuem uma direção. Cada linha deve estar conectada a dois nós ou a outra linha também unidirecional. Exemplo: Trecho de esgoto.</p>
<p>Linha bidirecional</p> 	<p>Representa objetos lineares que são bi-direcionados. Cada linha é conectada a dois nós ou a outra linha bi-direcionada. Exemplo: Tubulação de água, onde a direção do fluxo pode ser nos dois sentidos dependendo do controle estabelecido.</p>
<p>Nó de rede</p> 	<p>São objetos no fim de uma linha ou onde as linhas se cruzam. Exemplo: Um poste com cabos de luz e telefone.</p>

Quadro 3–Geo-Objeto com geometria e topologia
Fonte: Adaptado de BORGES et al. (2005)

3.6 EXTENSÃO ESPACIAL POSTGIS PARA O SGBD POSTGRESQL

O PostgreSQL é um SGBD objeto-relacional de código aberto que tem como um ponto forte, o potencial de extensibilidade que possibilitou o desenvolvimento do

PostGIS, que é uma extensão geográfica desenvolvida pela empresa canadense chamada *Refraction Research Inc.* (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2006).

O PostGIS tem suas representações geográficas com base nos PadrõesOGC (*Open Geospatial Consortium*) como: WKB (*Well-Known Binary*) e WKT (*Well-Known Text*). O padrão OGC mostra como operações para inserir, consultar, manipular e excluir objetos espaciais devem ser definidas (MARTINS, 2006).

Os tipos de dados espaciais suportados pelo PostGIS são apresentados por meio do Quadro 4, onde é possível observar o tipo de dado e sua representação textual.

Tipo de dado espacial	Representação
Point	(0,0,0)
LineString	(0 0, 1 1, 2 2)
Polygon	((0 0 0, 4 0 0, 4 4 0, 0 4 0, 0 0 0), (1 0 0, ...), ...)
MultiPoint	(0 0 0, 4 4 0)
MultiLineString	((0 0 0, 1 1 0, 2 2 0), (4 4 0, 5 5 0, 6 6 0))
MultiPolygon	((((0 0 0, 4 0 0, 4 4 0, 0 4 0, 0 0 0), (...), ...), ...)
GeometryCollection	(POINT(2 2 0), LINESTRING((4 4 0, 9 90))

Quadro4–Tipo de dados espaciais do PostGIS

Fonte: Adaptado de INPE, 2006, p.75.

As tabelas espaciais são construídas em duas etapas: Criação da tabela e adição das colunas dos atributos espaciais. A primeira etapa é a definição dos atributos alfanuméricos e na segunda etapa, utilizam-se para a criação das colunas espaciais os metadados *SPATIAL_REF_SYS* e *GEOMETRY_COLUMNS*.

O metadado *SPATIAL_REF_SYS* é a tabela que armazena os identificadores numéricos e as descrições textuais dos sistemas de coordenadas utilizados no banco de dados espacial. Compõem essa tabela os atributos (MARTINS, 2006):

- **srid:** Responsável por identificar unicamente um sistema de referência espacial;
- **auth_name:** Atributo que armazena o nome do sistema de coordenadas a partir do qual as coordenadas são derivadas;
- **auth_srid:** Armazena o identificador numérico do sistema de referência espacial;

- **srttext:** Armazena as coordenadas que definem a máxima extensão possível de espaço de um determinado intervalo de coordenadas;
- **proj4text:** Armazena os números que convertem as coordenadas recebidas em valores que podem ser processadas com eficiência máxima.

A tabela *GEOMETRY_COLUMNS* é responsável pelas colunas geométricas implementadas e possui os atributos (MARTINS, 2006):

- **f_table_catalog:** É um atributo do tipo cadeia de caracteres, mas não é utilizado no SGBD PostgreSQL, sendo que todas as tuplas da tabela recebem valor vazio;
- **f_table_schema:** Armazena o nome do banco e por padrão é *public*;
- **f_table_name:** Armazena o nome da tabela que contém a coluna geométrica;
- **f_geometry_column:** Armazena o nome da coluna geométrica;
- **coord_dimension:** Armazena o número de dimensões por ponto;
- **srid:** Identifica o sistema de referência espacial, não sendo necessário utilizar o mesmo sistema para colunas geométricas de um mesmo banco;
- **type:** Tipo geométrico que será armazenado na coluna.

Destaca-se também no PostGIS o suporte a indexação espacial e aos operadores espaciais, sendo que os operadores são fornecidos por meio da biblioteca GEOS (*Geometry Engine Open Source*), observados pelo Quadro 5.

Operador	Funcionalidade
equals(geometry, geometry) disjoint(geometry, geometry) intersects(geometry, geometry) touches(geometry, geometry) crosses(geometry, geometry) within(geometry, geometry) overlaps(geometry, geometry) contains(geometry, geometry) relate(geometry, geometry): retorna a matriz de intersecção.	Operadores topológicos conforme a Matriz de 9-Interseções
buffer(geometry, double, [integer])	Construção de mapas de distância
convexhull(geometry)	Para Construção do Fecho Convexo
intersection(geometry, geometry) geomUnion(geometry, geometry) symdifference(geometry, geometry) difference(geometry, geometry)	Operadores de conjunto
distance(geometry, geometry) area(geometry)	Operadores Métricos
Centroid(geometry)	Centróide de geometrias:
isSimple(geometry)	Validação (verifica se a geometria possui auto-interseções)

Quadro 5—Exemplo de operadores espaciais do PostGIS

Fonte: Adaptado de INPE (2006)

3.7 INSERÇÃO DAS GEOMETRIAS

Existem duas formas para inserir os dados geométricos no banco: utilizando a função `GeomFromText` ou importando arquivos *shapefile* por meio dos SIG's. A função `GeomFromText` permite a utilização de comandos como, por exemplo, a de inserção de dados:

```
INSERT INTO cidade (nome, localizacao)
VALUES ('Ponta Grossa',
GeomFromText ('POLYGON
(0 0, 4 0, 4 4, 0 4, 0 0), (1 1, 2 1, 2 2, 1 1)',
4291);
```

Quadro 6–Exemplo de inserção dos atributos geográficos
Fonte: Autoria própria

No exemplo de inserção apresentado no Quadro 6, o atributo geográfico 'localizacao' é quem receberá os valores do tipo polígono, mostrando o diferencial da tabela geográfica para uma tabela convencional.

A outra forma de inserir as geometrias é importar arquivos *shapefile*, que são arquivos que representam pontos, linhas ou polígonos e que contém uma coordenada geográfica (latitude e longitude) para o elemento mapeado, convertendo a informação espacial em uma representação gráfica ao utilizar os SIG's (DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES AND MINES, 2015).

O *shapefile* é o arquivo com formato vetorial mais amplamente utilizado e suportado por vários SIG's.

3.8 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

No que se refere aos tipos de dados geográficos, será utilizado nesse trabalho o tipo de dado classificado como Cadastral, onde os elementos são objetos e possuem atributos. Com relação à arquitetura dos sistemas de informação, será utilizada neste trabalho a arquitetura integrada baseada em extensões espaciais, onde será utilizada a extensão espacial PostGIS.

Salienta-se que embora o PostGIS tenha suporte a operadores espaciais, apresentados na seção 3.6 desse Capítulo, não será trabalhada essas operações

neste trabalho. As operações espaciais são implementadas pelos SIG's e nesse trabalho serão utilizados o TerraView, QuantunGIS e gvSIG por serem ferramentas *desktop* e por terem licença gratuita.

Optou-se por utilizar neste trabalho o modelo OMT-G por ser de amplo uso, ser orientado a objetos e por apresentar relacionamentos e classes especiais para o contexto geográfico.

A forma utilizada para a inserção dos dados geométricos será por meio da importação de arquivos *shapefile*. Optou-se por utilizá-lo por ser de fácil manipulação e por este possibilitar a visualização gráfica da geometria.

Nesse trabalho serão utilizados dois arquivos *shapefile*. Os mesmos tiveram que ser adaptados para conter somente os dados da região sul e sudeste do Brasil, tanto para os estados quanto para as cidades.

A criação da modelagem de acordo com o OMT-G, a utilização dos SIG's e o uso dos arquivos *shapefile*, serão descritos com mais detalhes no próximo Capítulo.

4 DESENVOLVIMENTO

Esse Capítulo tem por objeto apresentar as atividades desenvolvidas no trabalho, sendo dividido por seis seções. A seção 4.1 apresenta a modelagem relacional dos dados, descrevendo os relacionamentos entre as tabelas e definindo os atributos mais importantes no contexto do trabalho.

A seção 4.2 discute a modelagem elaborada de acordo com o modelo OMT-G, a fim de satisfazer a modelagem dos dados definidos anteriormente da seção 4.1 considerando os dados espaciais. A seção 4.3 mostra como se definiu o banco de dados físico, sendo dividido em duas subseções. A subseção 4.3.1 apresenta a estrutura do banco de dados físico e a 4.3.2 mostra como foi realizada a inserção dos dados alfanuméricos.

A seção 4.4 descreve como foi realizada a importação dos arquivos *shapefile*, sendo dividida em três subseções 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3, que retratam, respectivamente, o modo de importação dos arquivos utilizando os SIG's TerraView, QuantumGIS e gvSIG. A seção 4.5 une os dados relacionais com os dados geográficos utilizando os SIGs, tendo a subseção 4.5.1 que retratará o uso de visão. Por fim, a seção 4.6 faz as considerações finais do Capítulo.

4.1 MODELAGEM RELACIONAL DOS DADOS

Para delimitar os dados que serão utilizados no desenvolvimento desse trabalho, foram coletadas informações de cidades das regiões sul e sudeste do Brasil, que são atendidas por pelo menos um dos programas de inclusão digital apresentados no Capítulo 2.

Observando a necessidade de unir as bases de dados que serão utilizadas, realizou-se inicialmente a modelagem e a normalização dos dados relacionais obtidos das bases de dados dos Programas: Cidades Digitais, SERPRO de Inclusão Digital e Espaço Cidadão, além dos dados referentes aos municípios coletados da base de dados do IBGE.

Nessa etapa, identificaram-se cinco tabelas: PROGRAMA, PROGRAMACIDADE, IBGE, CIDADE e ESTADO.

O Diagrama 1 ilustra as tabelas identificadas com seus atributos e relacionamentos.

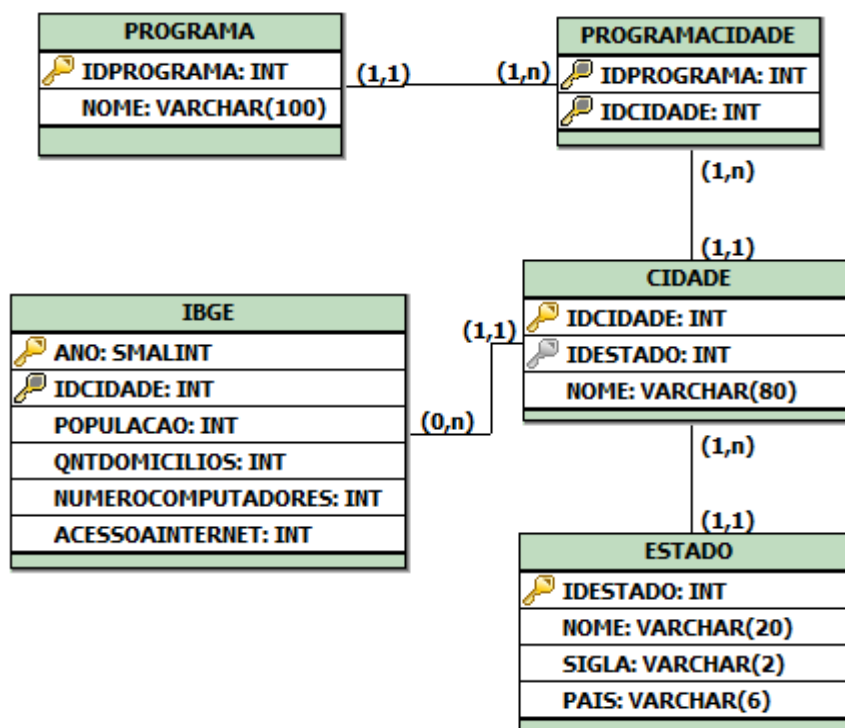


Diagrama 1—Modelo Relacional dos dados
Fonte: Autoria própria

O modelo relacional apresentado permite registrar os Programas de Inclusão Digital de interesse deste trabalho, o qual é representado pela tabela PROGRAMA. A tabela associativa PROGRAMACIDADE, permite identificar as Cidades onde cada Programa de Inclusão Digital é desenvolvido.

A tabela histórica IBGE possui os dados de interesse deste trabalho, coletados desse instituto, como: a população da cidade, quantidade de domicílios, número de computadores e quantos destes têm acesso à internet, além do ano em que foram coletados os dados, permitindo utilizá-los para manter uma evolução histórica, a fim de acompanhar as mudanças ocorridas em determinada cidade no decorrer dos anos.

A tabela CIDADE possui os atributos 'idCidade', 'idEstado' e 'nome'. Essa tabela tem por chave primária o atributo 'idCidade' e como chave estrangeira o atributo 'idEstado' originário da tabela ESTADO, que por sua vez, possui os atributos: 'idEstado' (sua chave primária), 'nome', 'sigla' e 'pais'.

O relacionamento entre as tabelas CIDADE e ESTADO estabelecem que: uma cidade está presente em um e somente um estado, enquanto um estado pode ter uma ou várias cidades.

Ainda de acordo com o relacionamento entre as tabelas, mostra-se que o relacionamento entre as tabelas PROGRAMACIDADE e CIDADE é de que: uma cidade possui um ou vários PROGRAMACIDADE, enquanto um PROGRAMACIDADE pertence a uma e somente uma cidade.

O relacionamento entre PROGRAMA e PROGRAMACIDADE estabelece que um Programa possui um ou muitos PROGRAMACIDADE, enquanto PROGRAMACIDADE possui um e somente um PROGRAMA.

Por fim, o relacionamento entre as tabelas IBGE e CIDADE estabelece que um dado do IBGE possa estar relacionado a uma e somente uma cidade, enquanto uma cidade está relacionada a nenhum ou a vários dados do IBGE.

4.2 MODELAGEM OMT-G DOS DADOS

Para complementar o Modelo Relacional definido para o trabalho, associando à base os dados geográficos, por meio dos conceitos de classes geográficas descritos anteriormente, realizou-se a modelagem dos dados utilizando o padrão OMT-G.

Para a criação do modelo, utilizou-se a plataforma de desenvolvimento Eclipse com o *Plug-in OMT-G Design*. Como as descrições dos passos de instalação da ferramenta não fazem parte do trabalho, a mesma pode ser encontrada em (SOUZA E LEONCIO, 2014).

Para elaborar a modelagem seguindo o modelo OMT-G, utilizou-se como base para a criação das classes, as tabelas identificadas no Modelo Relacional. Dessa forma, criaram-se cinco classes: PROGRAMA, PROGRAMACIDADE, IBGE, CIDADE e ESTADO, e acrescentou a representação das características geográficas que serão utilizadas no trabalho.

O Diagrama 2 apresenta a modelagem desenvolvida utilizando o modelo OMT-G

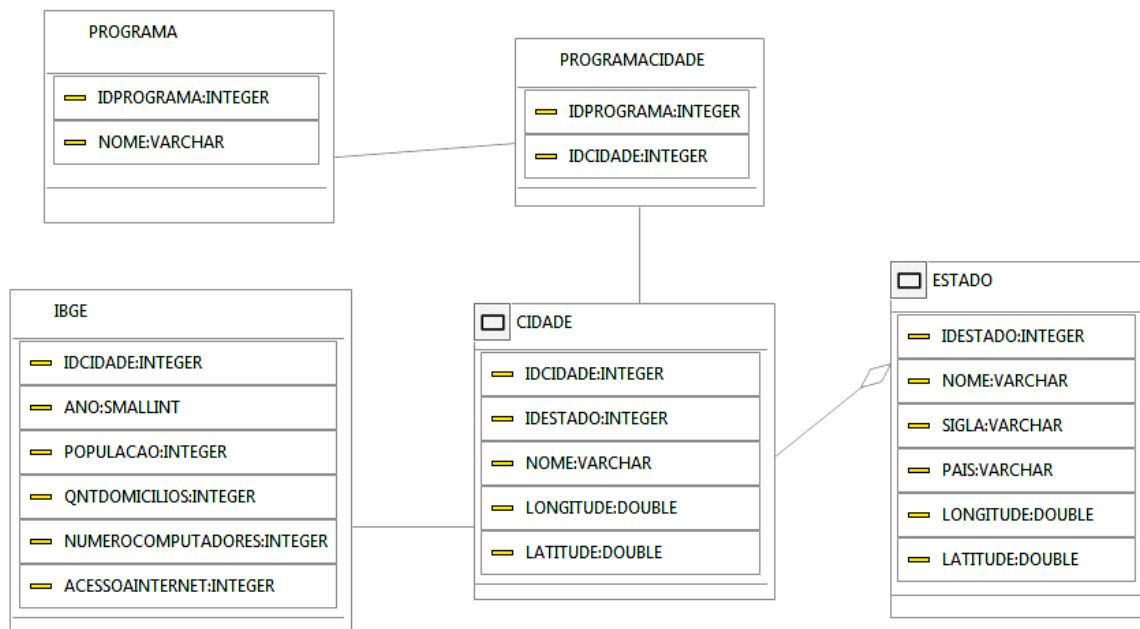


Diagrama 2 – Modelagem utilizando a ferramenta Eclipse/OMT-G Design
Fonte: Autoria própria

No Diagrama 2 é possível observar que as tabelas do modelo relacional foram mantidas, porém acrescentou-se nas classes CIDADE e ESTADO os atributos longitude e latitude que, como representam a localização geográfica dos objetos das classes, caracterizam a existência dos atributos geográficos.

Ainda por meio do Diagrama 2, observa-se que as classes CIDADES e ESTADO, que contêm os atributos geográficos, apresentam graficamente o geo-objeto com geometria Polígono no campo superior direito.

Mesmo que não seja possível visualizar o atributo identidade e a multiplicidade das associações entre as classes, a ferramenta Eclipse/OMT-G *Design* permite que essas opções sejam definidas em: propriedades do atributo e propriedades da associativa.

A Figura 10 ilustra como modificar as propriedades do atributo, observando a existência da Propriedade *Is Identificable* que deverá conter o valor *true* se o atributo escolhido for o atributo identidade.

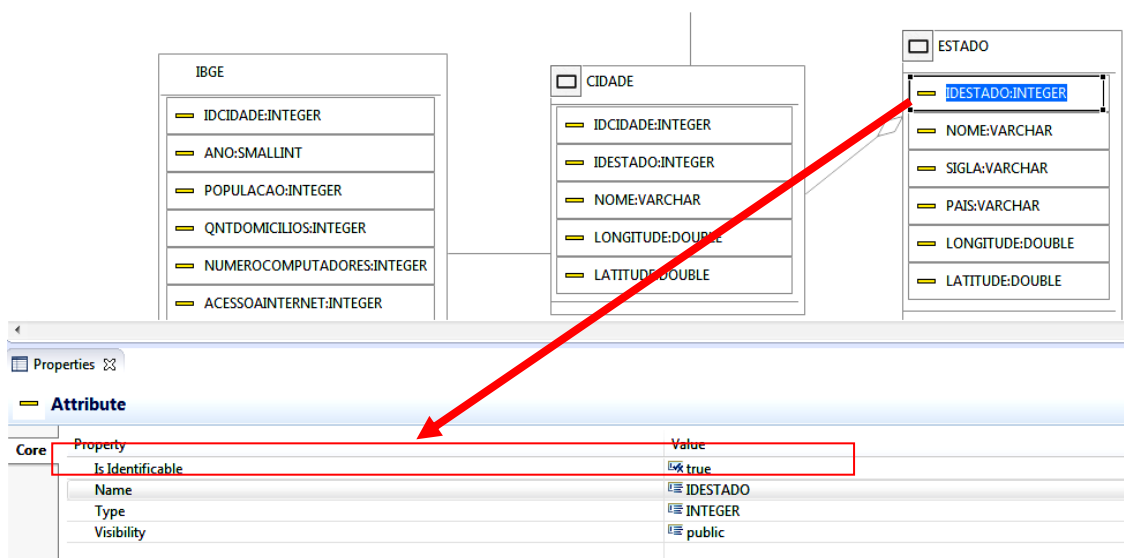


Figura 10 - Definição da chave primária usando a Ferramenta Eclipse/OMT-G Design
Fonte: Autoria própria

Para estabelecer a cardinalidade dos relacionamentos, deve-se escolher primeiramente o tipo de relacionamento e em seguida modificar suas propriedades, como ilustrado pela Figura 11. Após escolher o tipo de associação entre as classes, é possível observar a existência da propriedade *Cardinality* que poderá conter os valores $0...^*$, $1...^*$, 1 ou $0...1$ que corresponderá a multiplicidade existente entre as classes.

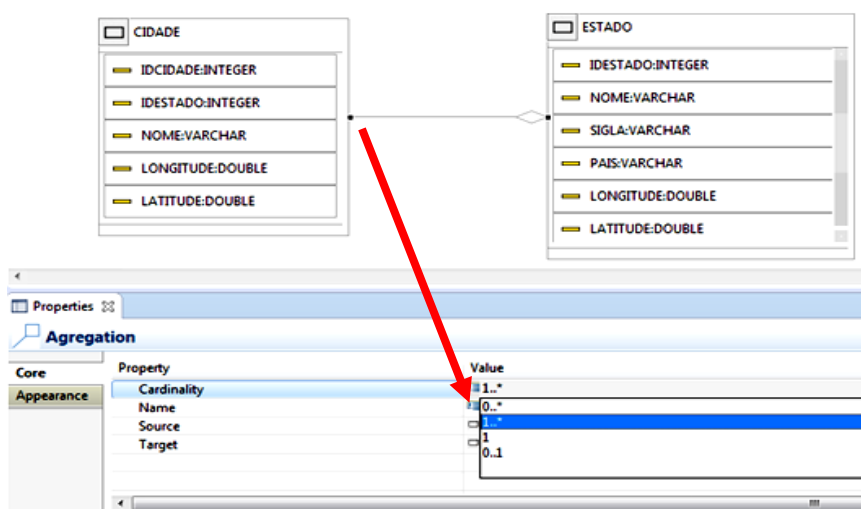


Figura 11 - Definição da cardinalidade usando a Ferramenta Eclipse/OMT-G Design
Fonte: Autoria própria

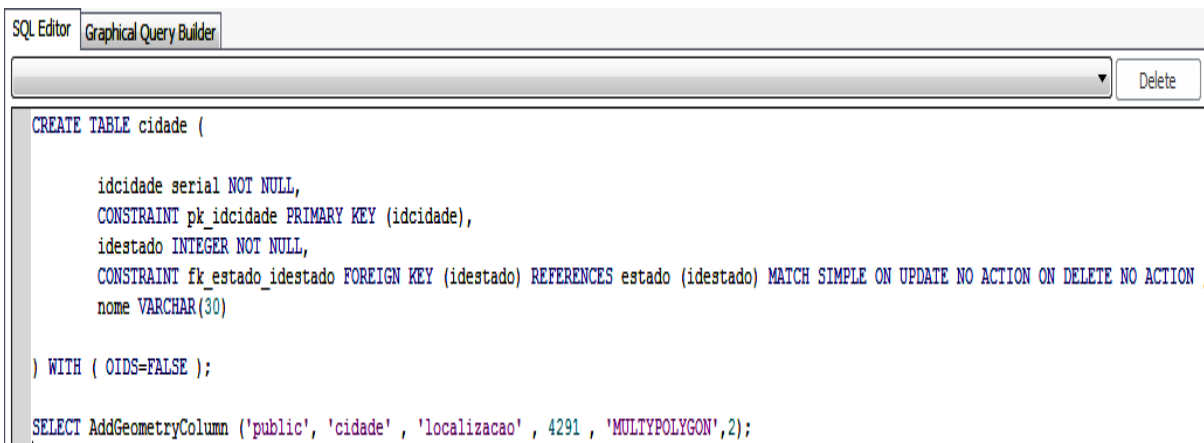
4.3 BANCO DE DADOS FÍSICO

Esta seção discute como se definiu a estrutura do banco de dados físicos e como foi feita a inserção dos dados alfanuméricos apresentados, respectivamente nas subseções 4.3.1 e 4.3.2.

4.3.1 Estrutura do Banco de Dados Físico

Utilizando o SGBD PostgreSQL com a sua extensão geográfica PostGIS, gerou-se o *script* para a criação das tabelas no banco utilizando o *template_postgis* gerado pela extensão após a sua instalação. Torna-se necessária a utilização do *template*, porque é por meio dele que se torna possível a criação das tabelas geográficas.

A geração do *script* para a criação do banco de dados geográficos é similar ao dos bancos relacionais. A Figura 12 mostra um fragmento do *script* gerado para a criação do banco, com a sintaxe do Quadro 7 para a criação do atributo geográfico.



```

CREATE TABLE cidade (
    idcidade serial NOT NULL,
    CONSTRAINT pk_idcidade PRIMARY KEY (idcidade),
    idestado INTEGER NOT NULL,
    CONSTRAINT fk_estado_idestado FOREIGN KEY (idestado) REFERENCES estado (idestado) MATCH SIMPLE ON UPDATE NO ACTION ON DELETE NO ACTION ,
    nome VARCHAR(30)
) WITH ( OIDS=FALSE );

SELECT AddGeometryColumn ('public', 'cidade', 'localizacao', 4291, 'MULTIPOLYGON',2);

```

Figura 12 - Exemplo da criação das tabelas geográficas
Fonte: Autoria própria

```

SELECT AddGeometryColumn(
    <schema_name>,
    <table_name>,
    <column_name>,
    <srid>,
    <type>,
    <dimension>
);

```

Quadro 7 – Sintaxe da criação do atributo geográfico
Fonte: Autoria própria

Relacionando a Figura 12 com o Quadro 7, '*public*' representa o tipo de *schema*, 'cidade' corresponde a tabela que conterà o campo geográfico, 'localizacao' representa o atributo geográfico que está sendo criado, 4291 representa o SRID correspondente a um sistema de referência espacial, 'MULTYPOLYGON' representa a forma geográfica do atributo e 2 representa a sua dimensão.

Ainda é possível observar na Figura 12, que se optou por não criar os campos Latitude e Longitude definidos na modelagem dos dados, tanto para a tabela CIDADE quanto para a tabela ESTADO. Essa escolha baseou-se na criação do atributo geográfico 'Localização' que terá a mesma utilização dos outros dois atributos.

Após a geração do *script*, a base de dados foi constituída pelas cinco tabelas definidas na modelagem: CIDADE, ESTADO, IBGE, PROGRAMA e PROGRAMACIDADE além de duas tabelas de metadados geradas pelo PostGIS: *GEOMETRY_COLUMNS* e *SPATIAL_REF_SYS*, ambas descritas anteriormente na seção 3.6 do Capítulo 3.

A tabela *GEOMETRY_COLUMNS* possui as informações referente a criação dos atributos geográficos, enquanto a tabela *SPATIAL_REF_SYS* é responsável por armazenar as informações sobre os sistemas de coordenadas utilizados pelo banco.

4.3.2 Inserção dos Dados Alfanuméricos

Após a criação das tabelas do banco, começou-se a inserção dos dados. Como definido anteriormente, coletou-se o nome das cidades da região Sul e Sudeste que possuem pelo menos um dos programas de inclusão digital selecionados: SERPRO Telecentro, SERPRO Cidadão, Espaço Cidadão e Cidades Digitais.

Salienta-se que como o Programa SERPRO de Inclusão Digital possui dois projetos distintos, SERPRO Telecentro e SERPRO Cidadão, optou-se por subdividir o Programa a fim de armazenar no banco as duas informações.

No total, foram identificadas 515 cidades atingidas por pelo menos um dos programas. Importou-se para a tabela CIDADE, por meio do *shapefile*, o nome de cada uma dessas cidades detectadas, relacionando-as com seu respectivo estado já cadastrado na tabela ESTADO.

Em seguida, importou-se o número de habitantes, quantidade de domicílios, o número de domicílios com computadores e o número de computadores com acesso à internet para cada uma das cidades anteriormente inseridas, as quais são baseadas nas informações coletas pelo IBGE.

4.4 IMPORTAÇÃO DE ARQUIVOS *SHAPEFILE*

Esta seção apresenta como é realizada a importação dos arquivos *shapefile* por meio das ferramentas TerraView, QuantumGIS e gvSIG descritas nas subseções 4.4.1, 4.4.2 e 4.4.3, respectivamente.

Salienta-se que os passos que serão descritos, são baseados na importação dos arquivos, com a finalidade de salvar os dados no banco criado anteriormente no Postgre/PostGIS.

Informa-se ainda que, o exemplo de importação apresentado nessa seção, mostra a importação do *shapefile* para a tabela geográfica CIDADE. Por tanto, os passos apresentados são os mesmos realizados para a tabela ESTADO.

4.4.1 Importação Usando o TerraView

Antes de iniciar a importação do *shapefile* pelo TerraView, a ferramenta solicita a conexão ou criação de um banco de dados por meio do menu Arquivo –

Banco de Dados, como ilustra a Figura 13.

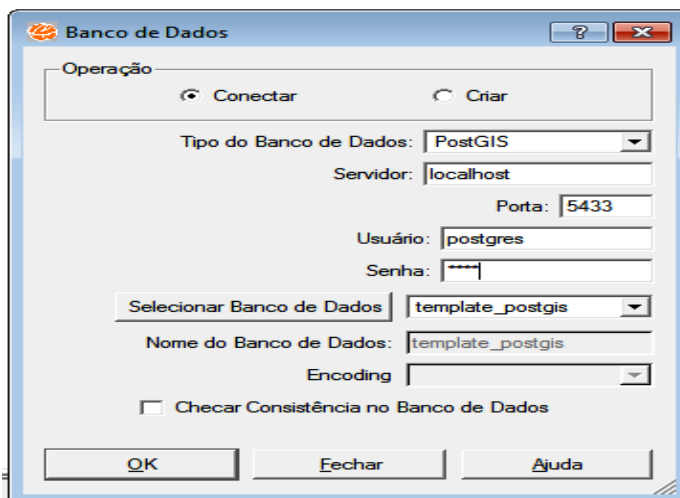


Figura 13 – Conectando o TerraView com o Postgre/PostGIS
Fonte: Autoria própria

Como o objetivo do trabalho é conectar com a base criada anteriormente, a opção mais adequada é conectar o TerraView com o banco criado no Postgre/PostGIS.

Dessa forma, as seguintes propriedades devem ser configuradas: deve-se informar o servidor onde se localiza o banco de dados, que nesse caso encontra-se executando como processo local, bem como a porta de acesso, usuário e o *schema* que será utilizado.

Como o TerraView tem a mesma estrutura do TerraLib, para realizar a conexão, após clicar em Ok na Figura 13, a ferramenta cria automaticamente as tabelas do modelo relacional da TerraLib, como mostra a Figura 14.

```

te_chart_params
te_database
te_datum
te_grouping
te_layer
te_layer_table
te_legend
te_ows_srv_info
te_ows_srv_info_op
te_ows_srv_op
te_ows_srv_type
te_project
te_project_view
te_projection
te_representation
te_srs
te_tables_relation
te_theme
te_theme_applicatio
te_theme_table
te_view
te_visual
te_visual_raster
te_wfs_theme
te_wms_theme

```

Figura 14 – Tabelas criadas pelo TerraView
Fonte: Autoria própria

Como não é o objetivo do estudo, as tabelas criadas pelo TerraView não serão detalhadas. Entretanto, de forma geral, essas tabelas são utilizadas para armazenar metadados sobre os dados existentes no banco, sem os quais, o TerraView não funciona adequadamente.

Em seguida, devem-se importar os dados vetoriais que estão no *shapefile*, selecionando no menu “Arquivo” – “Importar Dados”, e preencher adequadamente as informações para a importação do arquivo..

A Figura 15 ilustra como se deve carregar o arquivo, escolhendo o local onde se encontra o *shapefile*, escolher a projeção do *shapefile* e atribuir um nome ao plano de informação que será criado no banco de dados. Depois de preenchida a interface, o TerraView perguntará se deseja visualizar os dados, mostrando a interface como na Figura 16.

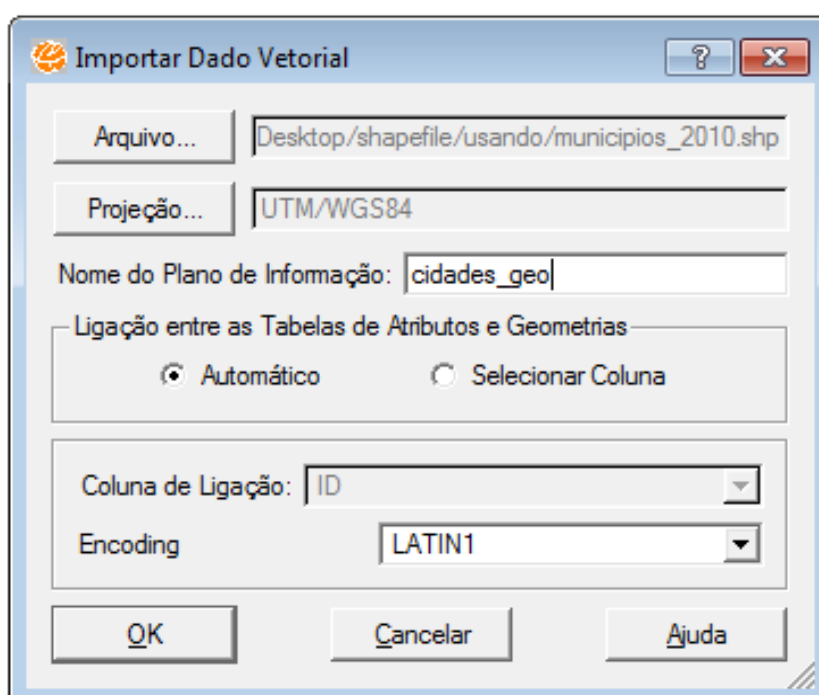


Figura 15 – Importação do *shapefile* no TerraView.
Fonte: Autoria própria

A Figura 16 ilustra a visualização final por meio do TerraView. Mostra-se a conversão das informações espaciais em uma representação gráfica para os municípios brasileiros da região Sul e Sudeste. Ainda por meio da imagem, é possível observar que são apresentadas algumas informações referentes aos

municípios. Essas informações são do *shapefile* utilizado e não da base de dados criada anteriormente.

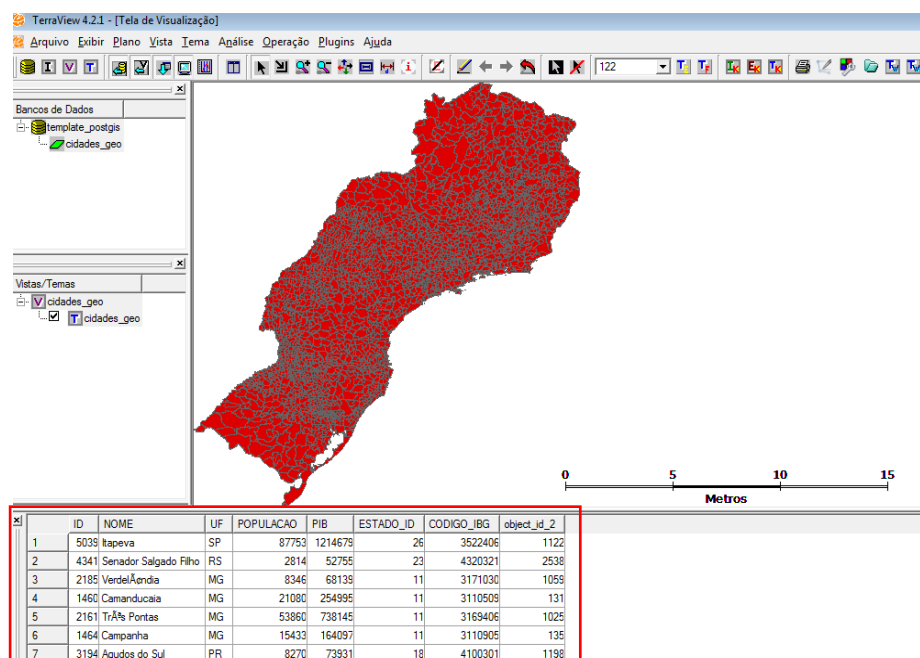


Figura 16 – Visualização das geometrias no TerraView.
Fonte: Autoria própria

4.4.2 Importação Usando o QuantumGIS

A importação de arquivos *shapefile* utilizando o QuantumGIS, é semelhante ao apresentado para o TerraView.

Para importar o *shapefile*, de modo que ele fique salvo no banco de dados, deve-se clicar no Menu “Base de dados” – “Spit” – “Importar arquivo shape para PostgreSQL”, e dessa forma, configurar as opções ilustradas pela Figura 17.

Deve-se inicialmente criar a conexão com o banco de dados. Após a conexão estabelecida, deve-se escolher o nome do atributo que deverá conter a geometria, nesse caso representada por ‘localizacao’, e o nome da chave primária que será criada, representada por ‘idcidade’.

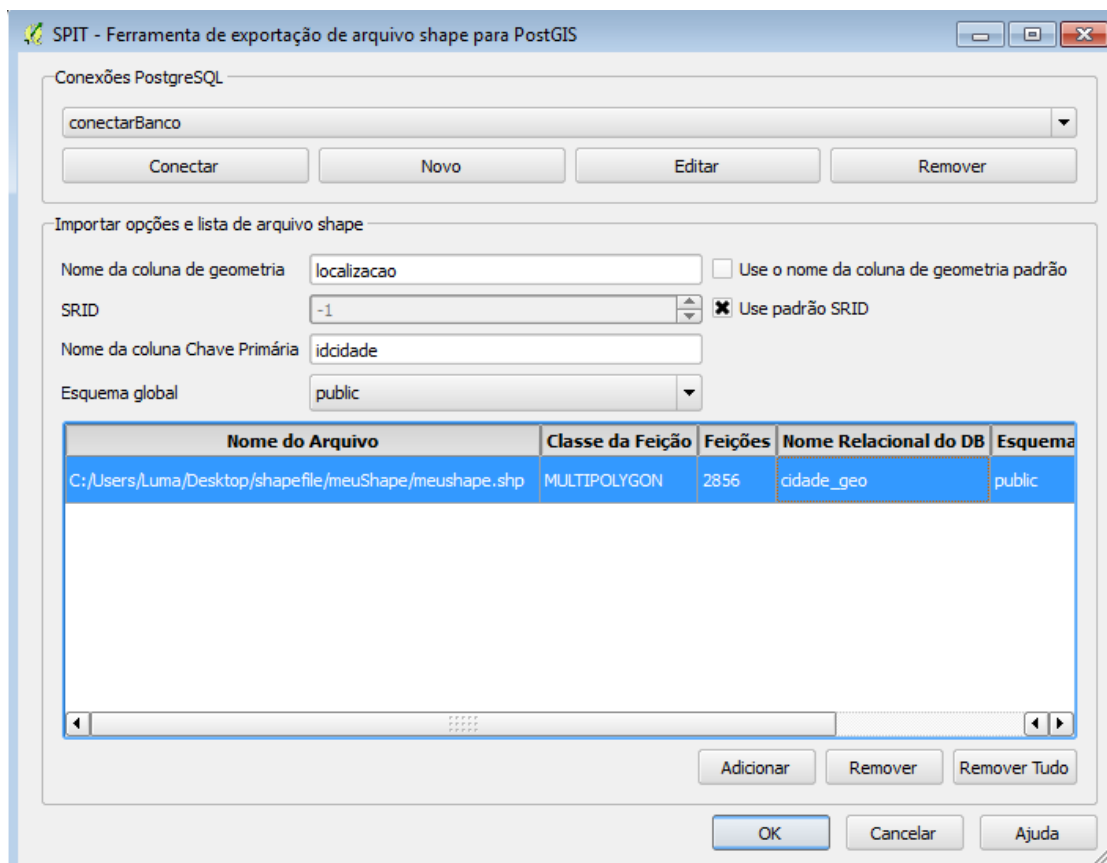


Figura 17– Exportação do arquivo *shape* para o banco de dados usando o QuantumGIS.
Fonte: Autoria própria

Em seguida, deve-se adicionar o arquivo *shapefile*, escolhendo o seu nome relacional e por fim clicar em OK. Para finalizar, a tabela referente ao *shapefile* importado, será criada no banco de dados do PostGIS.

Após a importação do *shapefile* pelo QuantumGIS, para visualizá-lo, realiza-se a conexão com o banco de dados por meio do Menu “Camada” – “Adicionar Camada – Adicionar camada do PostGIS”, e aparecerá a janela ilustrada pela Figura 18.

Na Figura 18, deve-se inicialmente selecionar a opção “Novo” para preencher os dados referente a conexão com o banco, e em seguida clicar no botão “Conectar” para importar as tabelas do *schema* que será utilizado.

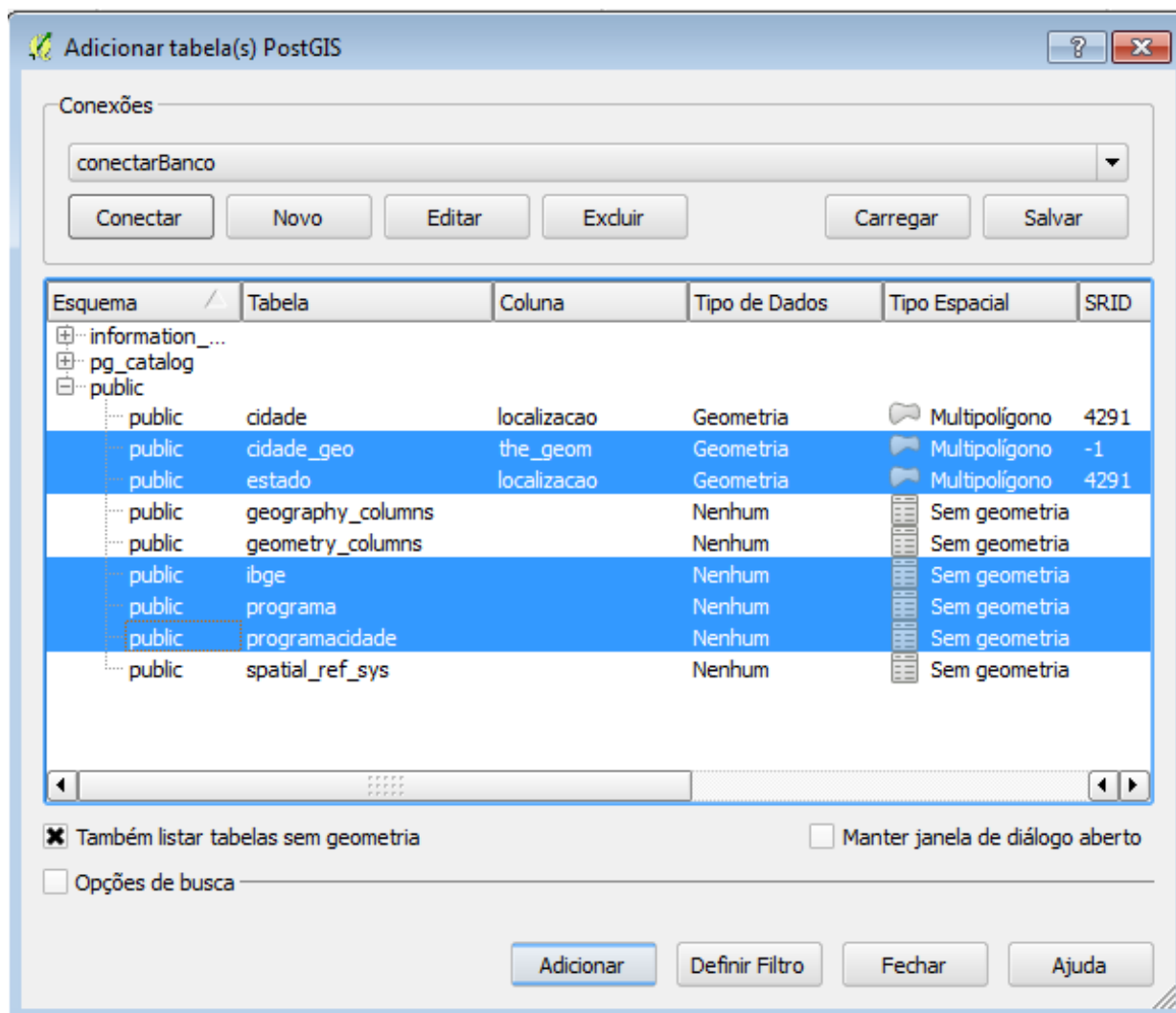
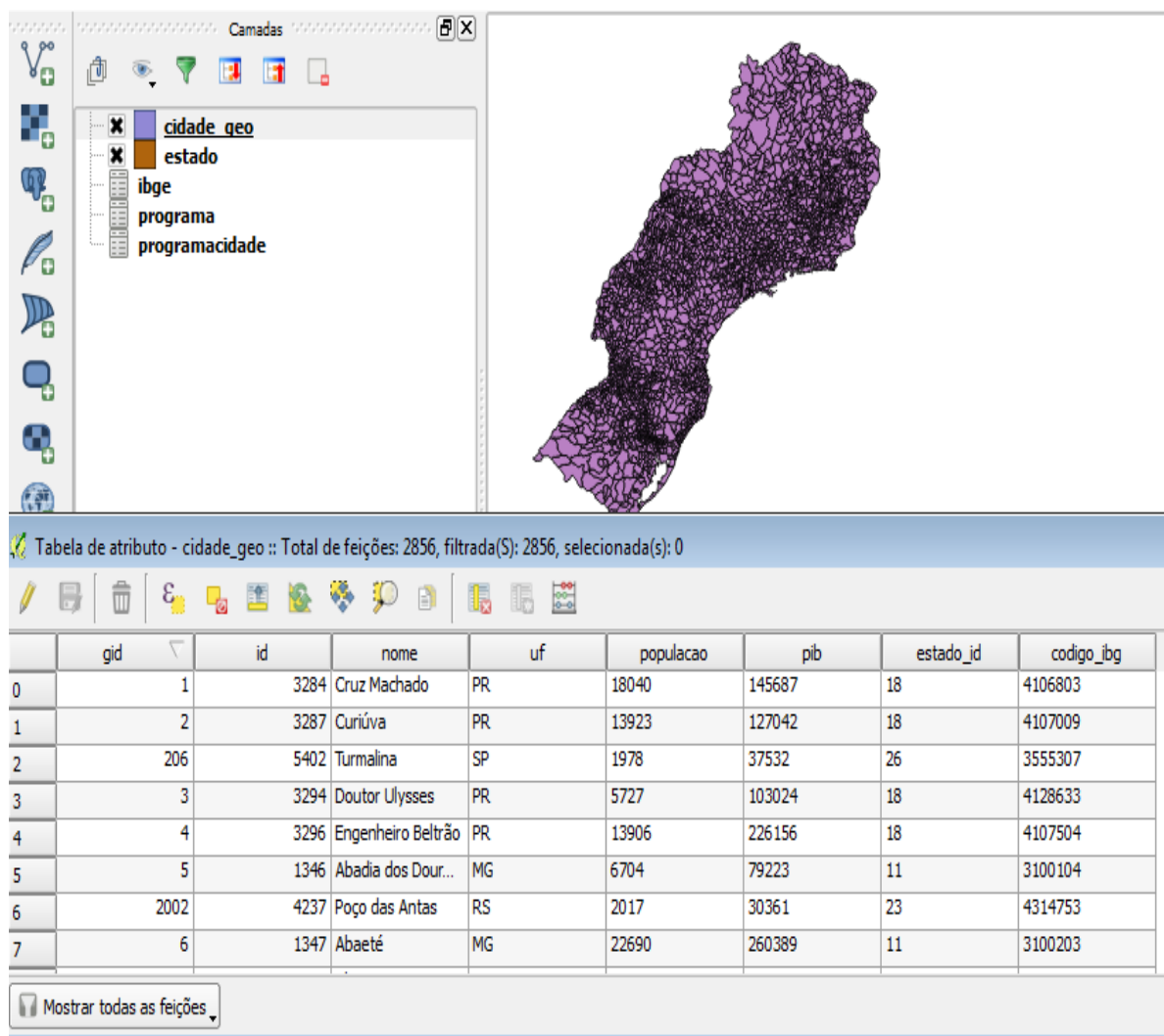


Figura 18 – Conexão ao banco de dados usando o QuantumGIS.
Fonte: Autoria própria

É possível observar que para importar todas as tabelas do banco, deve-se marcar a opção “*Também listar tabelas sem geometria*”. Sem essa opção selecionada, o QuantumGIS importaria somente as tabelas CIDADE e ESTADO que são as tabelas que contém atributos geográficos. Dessa forma, torna-se possível a visualização das geometrias e dos dados relacionais como ilustra a Figura 19.

Por meio da Figura 19, torna-se possível verificar visualmente a representação gráfica das geometrias além de verificar os atributos existentes para a tabela CIDADE_GEO.



**Figura 19 – Visualização das geometrias usando o QuantumGIS.
Fonte: Autoria própria**

As informações visualizadas correspondem aos dados existentes no *shapefile* utilizado para os municípios da região Sul e Sudeste. Salienta-se que essa visualização só é possível ao selecionar a camada desejada e em seguida selecionar a opção Abrir Tabela de Atributos.

4.4.3 Importação Usando o gvSIG

No gvSIG, deve-se escolher o tipo de documento que deseja criar como ilustra a Figura 20, nela torna-se possível verificar visualmente a representação gráfica das geometrias além de verificar os atributos existentes para a tabela CIDADE_GEO.

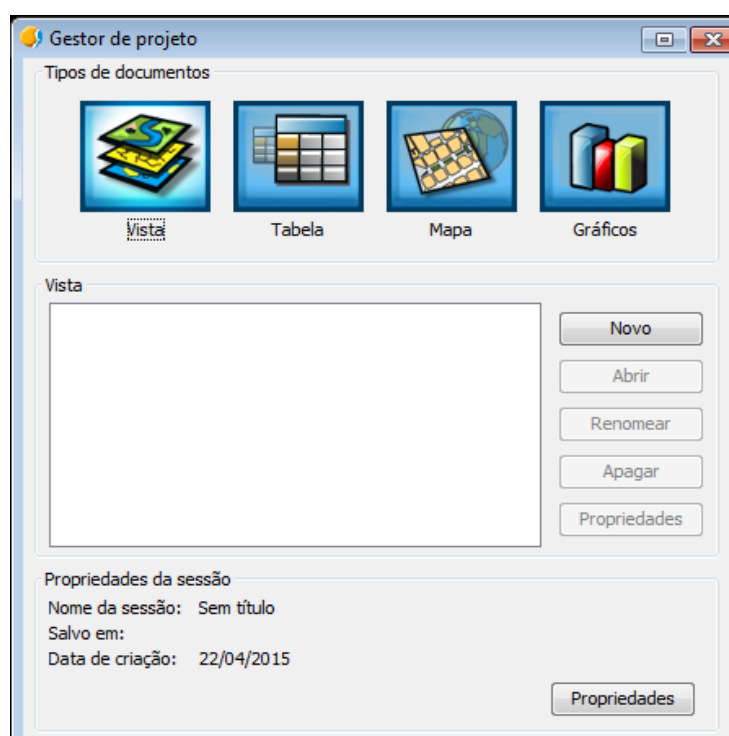


Figura 20 – Escolha do documento a ser criado usando gvSIG
Fonte: Autoria própria

X

Em seguida, aparecerá a aba “Vista” no Menu, e nele deve-se escolher a opção “Adicionar Camada” para adicionar o arquivo *shapefile*. A Figura 21 ilustra como é a visualização gráfica das geometrias por meio do gvSIG.

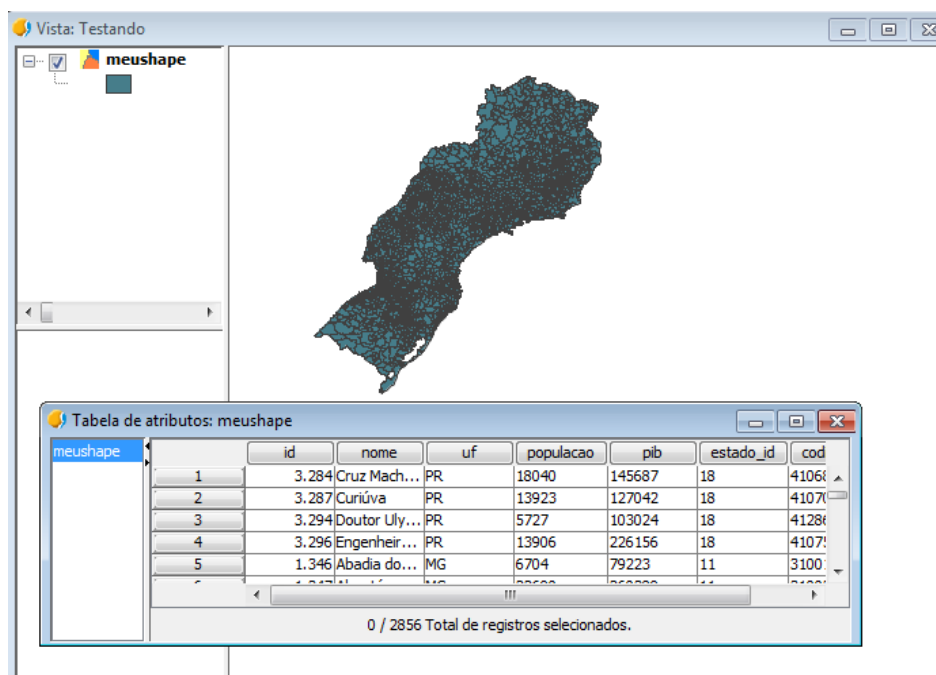


Figura 21 – Visualização das geometrias usando gvSIG
Fonte: Autoria própria

Na Figura 21 é possível visualizar graficamente as geometrias. Entretanto, salienta-se que a tabela de atributos somente pode-se ser visualizada clicando na camada adicionada e em seguida escolher a opção “*Tabela de atributos*”, que contém as informações importadas do *shapefile*.

Para que a ferramenta salve o *shapefile* no banco de dados, deve-se selecionar a opção “*Exportar para...*”, conforme ilustrado pela Figura 22.

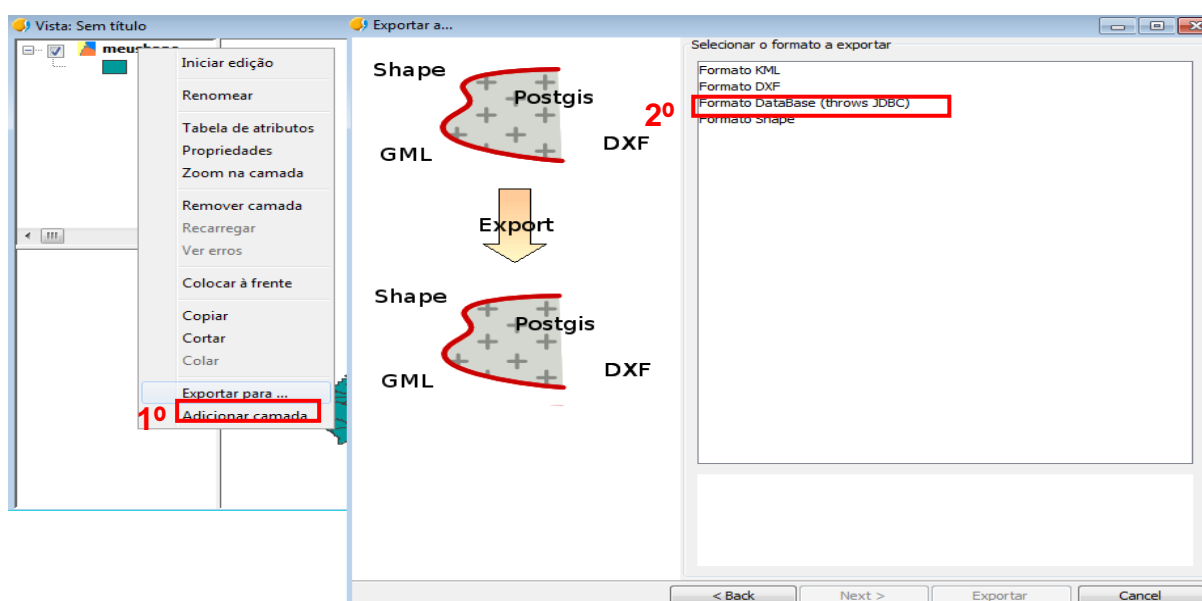


Figura 22 – Exportação do *shapefile* para banco usando o gvSIG
Fonte: Autoria própria

Ao selecionar a opção “*Formato Database (throws JDBC)*”, mostrado na Figura 22, a ferramenta solicita a conexão com o banco de dados. O gvSIG possibilita a conexão com o banco de dados com a finalidade de importar as tabelas armazenadas clicando em “*Adicionar Camada*”, conforme ilustra a Figura 23.

Na Figura 23, é possível observar que após selecionar a conexão com o banco, podem-se selecionar as tabelas que se deseja importar. Entretanto, a ferramenta possibilita somente a importação das tabelas geográficas.

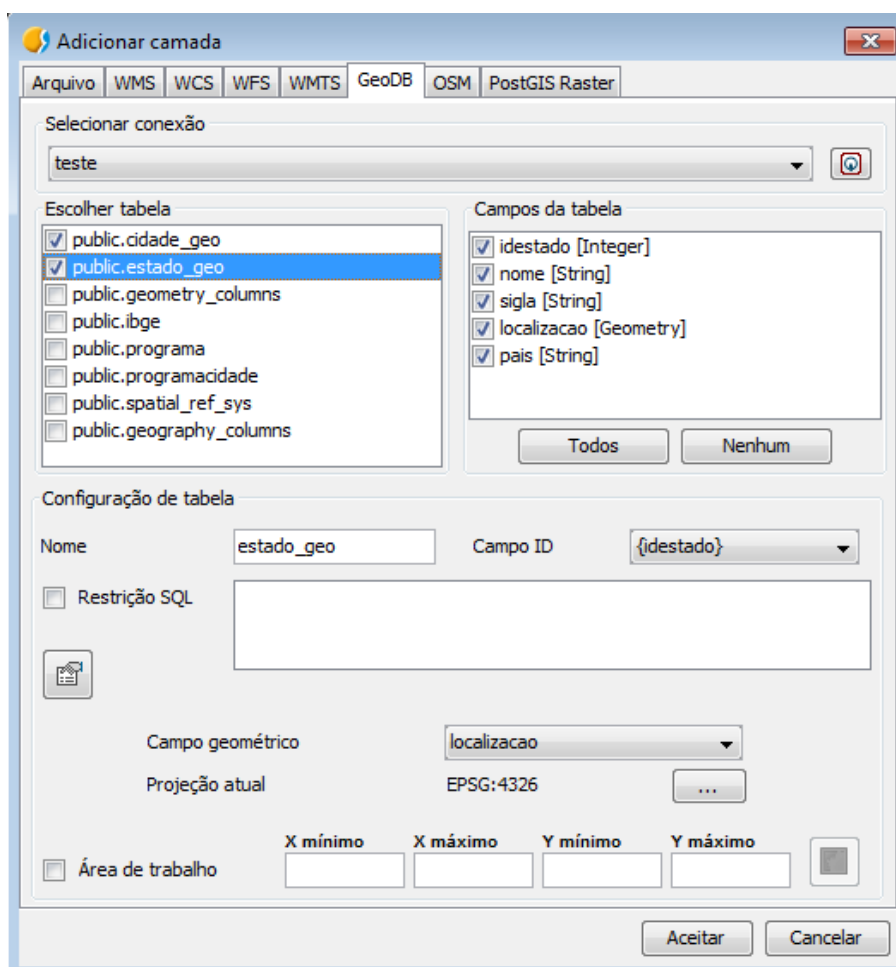


Figura 23 – Importação das tabelas do banco usando o gvSIG
Fonte: Autoria própria

Após a importação dos *shapefile* por meio dos SIG's, salienta-se que a tabela CIDADE e a tabela ESTADO foram trocadas pelas tabelas CIDADE_GEO e ESTADO_GEO, tabelas oriundas das importações dos *shapefile*.

Por fim, as tabelas importadas foram adaptadas para continuar atendendo ao modelo proposto inicialmente. Por tanto, os dados que não eram do interesse do trabalho foram excluídos.

4.5 UNIÃO DOS DADOS RELACIONAIS COM DADOS GEOGRÁFICOS

Ao utilizar o TerraView verificou-se que, mesmo permitindo a conexão com o banco de dados, a ferramenta não possibilita a visualização das tabelas contidas nele. Dessa forma, por meio do TerraView, o único dado que é possível visualizar é a do *shapefile*, e por tanto, a ferramenta não possibilita relacionar os dados geográficos com os dados relacionais contidos no banco de dados.

Já o QuantumGIS, após a importação das tabelas do banco, possibilita a união das tabelas para melhorar a visualização dos dados. Isso é possível ao selecionar a tabela desejada e escolher a opção propriedades, onde aparecerá a interface ilustrada pela Figura 24.

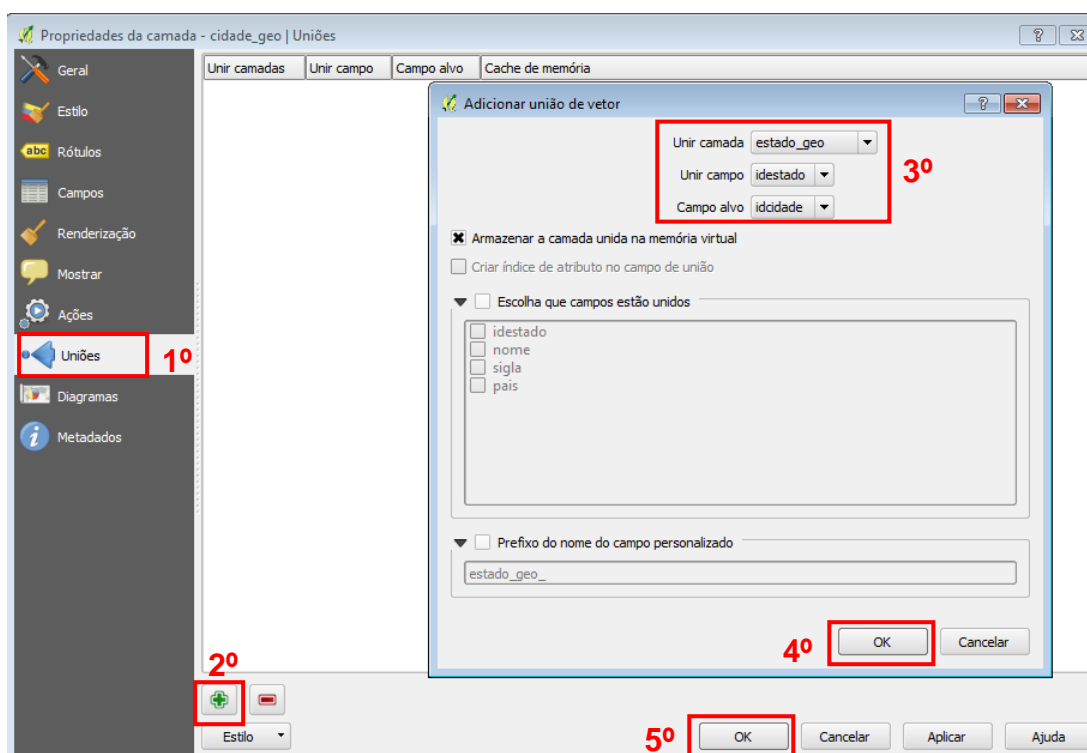


Figura 24 – União de tabelas por meio do QuantumGIS

Fonte: Autoria própria

Na Figura 24, deve-se selecionar a opção Uniões para realizar a união das tabelas. No exemplo, a tabela CIDADE_GEO está sendo relacionada com a tabela ESTADO_GEO por meio da sua chave estrangeira.

O processo de união também deve ser aplicado às demais tabelas, tal como definido na modelagem, para que seja possível selecionar os dados relevantes na

visualização da tabela de atributos no QuantumGIS. Dessa forma, a visualização final dos dados das cidades pode ser visualizada pela Figura 25.

Na Figura 25 é possível observar que os únicos dados que são possíveis de serem visualizados selecionando um objeto no mapa, são os contidos nas tabelas CIDADE_GEO e ESTADO_GEO por estes se relacionarem no banco.

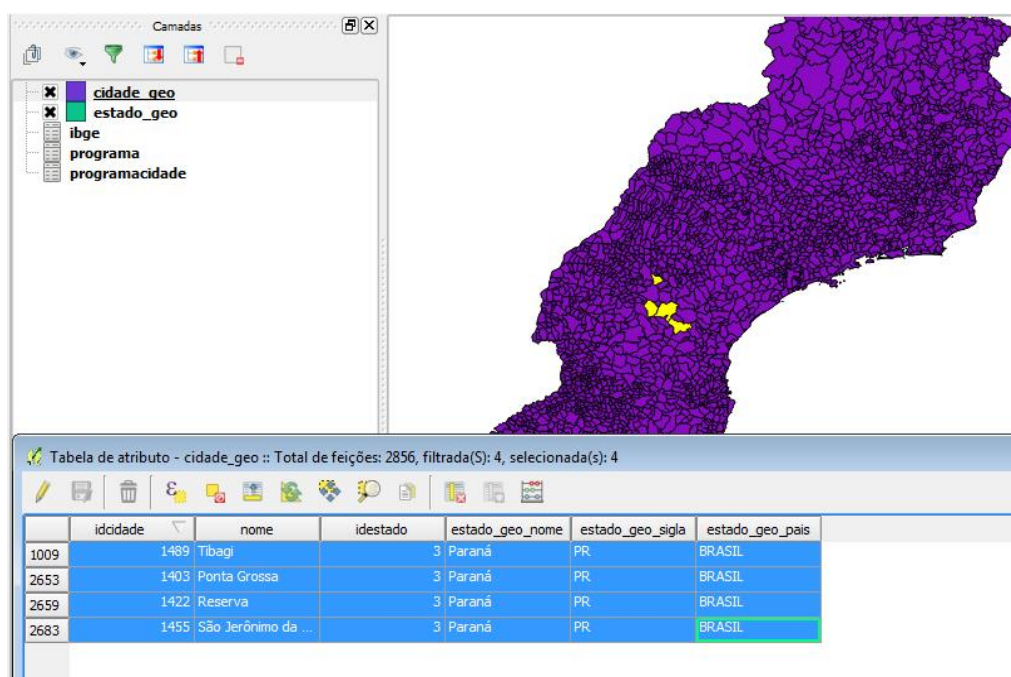


Figura 25 – Visualização dos dados relacionais e geográfico por meio do QuantumGIS
Fonte: Autoria própria

Por fim, o gvSIG, que também possibilita a conexão com o banco e só permite a importação das tabelas geográficas, também possibilita vincular as tabelas por meio da opção “*Criar Vínculos entre tabelas*”.

A opção de criação de vínculos entre as tabelas no gvSIG, só aparece se uma tabela de atributos estiver visível. Entretanto, mesmo criando vínculo entre as tabelas, a ferramenta continuou mostrando somente os dados contidos na tabela CIDADE_GEO.

Dessa forma, optou-se pela criação de Visão (*View*) para verificar se as ferramentas QuantumGIS e gvSIG apresentam os dados de acordo com o desejado. Os resultados da utilização da Visão serão descritos na subseção 4.5.1.

4.5.1 Utilização de Visão

Como as visualizações dos dados ainda não estavam satisfatórias, optou-se pela criação uma visão no banco de dados demonstrada pelo Quadro 8., onde é possível observar a criação da visão desejada com os dados de todas as tabelas.

```

CREATE VIEW RELACAO_TABELAS AS
SELECT c.idcidade, c.nome_cidade, e.nome_estado, e.sigla,
        e.pais, i.populacao, i.ano, i.qntdomicilios,
        i.numerocomputadores,
        i.acessointernet, p.nome_programa
FROM cidade_geo c, ibge i, programacidade pc, estado_geo e,
        programa p
WHERE c.idcidade = i.idcidade AND
        c.idcidade = pc.idcidade AND
        c.idestado = e.idestado AND
        pc.idprograma = p.idprograma;
  
```

Quadro 8 – Visão criada para seleção dos dados
Fonte: Autoria própria

O Resultado desejado para a visão pode ser visualizado pela Figura 26. Nela é possível visualizar os dados que se relacionam em todas as tabelas, trazendo os resultados desejados para a seleção dos objetos por meio da utilização dos SIG's, omitindo as chaves identificadoras das tabelas.

	idcidade integer	nome_cidade character varying(50)	localizacao geometry	nome_estado character vary	sigla chara	pais characte	populacao integer	ano smallint	qntdomicilios integer	numerocomputadores integer	acessointernet integer	nome_programa character varying(100)
1	869	Uniflor	010300000	Paraná	PR	BRASIL	2466	2010	772	218	128	ESPACO CIDADAO
2	2762	Diadema	010300000	São Paulo	SP	BRASIL	386089	2010	117368	60607	51319	SERPRO TELECENTRO
3	2311	Ibema	010300000	Paraná	PR	BRASIL	6066	2010	1856	475	374	ESPACO CIDADAO
4	2312	Indianópolis	010300000	Paraná	PR	BRASIL	4299	2010	1410	398	258	ESPACO CIDADAO
5	277	Floraí	010300000	Paraná	PR	BRASIL	5050	2010	1730	672	511	ESPACO CIDADAO
6	628	Ivaté	010300000	Paraná	PR	BRASIL	7514	2010	2449	621	503	ESPACO CIDADAO
7	1087	Itapejara d'Oeste	010300000	Paraná	PR	BRASIL	10531	2010	3421	1063	800	ESPACO CIDADAO
8	1100	Medianeira	010300000	Paraná	PR	BRASIL	41817	2010	13372	6641	5102	ESPACO CIDADAO
9	1168	Porto Vitória	010300000	Paraná	PR	BRASIL	4020	2010	1194	304	138	ESPACO CIDADAO
10	1209	Anahy	010300000	Paraná	PR	BRASIL	2874	2010	938	204	118	ESPACO CIDADAO
11	1292	Xambrê	010300000	Paraná	PR	BRASIL	6012	2010	2010	453	310	ESPACO CIDADAO
12	1314	Jardim Olinda	010300000	Paraná	PR	BRASIL	1409	2010	441	115	79	ESPACO CIDADAO
13	1315	Jataizinho	010300000	Paraná	PR	BRASIL	11875	2010	3668	1187	914	ESPACO CIDADAO
14	1333	Maripá	010300000	Paraná	PR	BRASIL	5684	2010	1891	837	707	ESPACO CIDADAO

Figura 26 – Dados desejados para visualização
Fonte: Autoria própria

Dessa forma, buscou-se importar a visão por meio do QuantumGIS. Entretanto, a ferramenta não possibilitou a sua importação, por considerar a camada

como sendo inválida. Isso ocorreu pela existência de uma chave primária composta (ano, idcidade) na tabela IBGE e pela tabela da visão não possuir uma chave primária.

Já a ferramenta gvSIG também considera ilegal a tabela da visão não possuir chave primária, mas possibilita a sua importação alertando que a aplicação poderá apresentar comportamentos inesperados. A visualização após a inserção da Visão no gvSIG, pode ser visualizada pela Figura 27.

Na Figura 27 é possível observar que após a inserção da Visão, os dados dos objetos foram visualizados de acordo com o esperado. Ainda por meio da Figura 27 é possível observar que estão selecionados 70 registros do banco visualizados pela tabela RELAÇÃO_TABELAS.

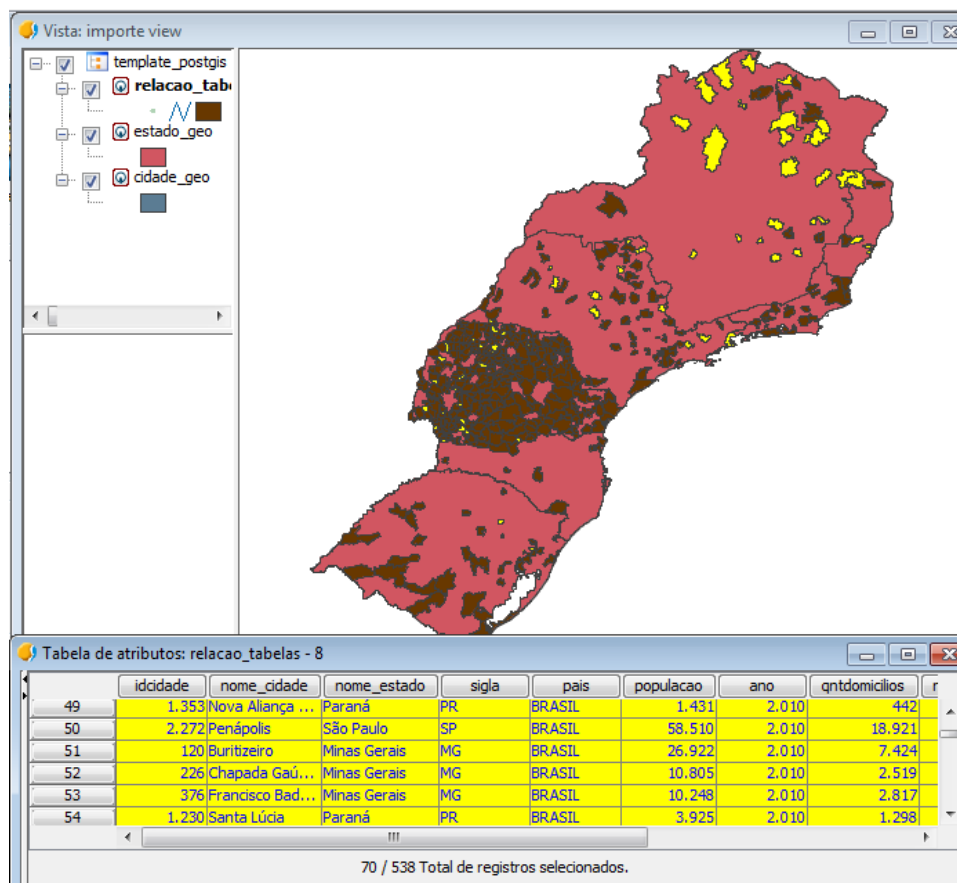


Figura 27 – Importe da Visão usando gvSIG
Fonte: Autoria própria

4.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

Para a elaboração da estrutura do BDG com suas classes relacionais e espaciais, atributos e relações, utilizou-se a modelagem de objetos para aplicações geográficas (OMT-G), por meio do *software* Eclipse com o *plug-in* OMT-G Design.

Uma vantagem na utilização do OMT-G Design, é que o mesmo possibilita a geração de um arquivo *script* para a criação do banco físico, o que pode facilitar em projetos grandes. Mas, considera-se uma limitação, o fato de que, mesmo que a ferramenta possibilite a identificação do relacionamento entre classes e do atributo identificador, as opções não serem visíveis no diagrama.

Salienta-se que com relação à modelagem dos dados, as tabelas criadas com seus respectivos atributos, foram estabelecidas por serem comuns em todas as bases de dados que foram utilizadas. Pretendendo, dessa forma, evitar que os dados permaneçam inconsistentes na base de dados do trabalho.

Optou-se por trabalhar apenas com as tabelas CIDADE_GEO e ESTADO_GEO, geradas pelas importações dos *shapefile*, pelo fato das mesmas possibilitarem a visualização gráfica dos atributos geométricos por meio de suas importações nos SIG's.

Com relação à utilização dos SIG's, pode-se analisar as questões apresentadas pelo Quadro 9 abaixo:

SIG	Conexão com o Banco	Importação de arquivos <i>shapefile</i>	Visualização das tabelas relacionais	Visualização das tabelas geográficas	Relacionamento entre tabelas
TerraView	Sim	Sim	Não	Não	Não
QuantumGIS	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
gvSIG	Sim	Sim	Não	Sim	Sim

Quadro 9 – Análise dos dados nos SIG's sem a importação da Visão

Fonte: Autoria própria

O TerraView foi o SIG que menos atendeu os critérios estabelecidos para análise, uma vez que o mesmo só possibilita que seja visualizado o arquivo *shapefile*.

O QuantumGIS apresentou a melhor importação dos dados, possibilitando a visualização de todos os dados armazenados no banco, e permitindo relacionar as tabelas de acordo com as chaves estrangeiras definidas.

Entretanto, como o QuantumGIS buscou o relacionamento definido no banco de dados, ele permitiu visualizar somente o relacionamento das tabelas CIDADE_GEO e ESTADO_GEO ao selecionar um objeto no mapa.

A limitação detectada no gvSIG, se refere a importação das tabelas relacionais, já que a ferramenta não possibilita essa importação. Salienta-se ainda que, mesmo o gvSIG permitindo relacionar as tabelas, a ferramenta apresentou problemas na sua visualização.

Como os dados da visualização ainda não estavam satisfatórios, optou-se pela criação de visão no banco a fim de importá-las nos SIG's. Os resultados podem ser visualizados pelo Quadro 10.

SIG	Importação da Visão	Visualização dos dados por meio da Visão
TerraView	Não	Não
QuantumGIS	Não	Não
gvSIG	Sim	Sim

Quadro 10 – Análise dos dados nos SIG's com a importação da Visão

Fonte: Autoria própria

Por meio do Quadro 10, é possível observar que: enquanto o QuantumGIS não possibilitou a importação da Visão, e como o TerraView não possibilita a importação de nenhum dado do banco, o gvSIG foi o único SIG que apresentou os dados da forma desejada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este Capítulo foi subdividido em duas seções, onde a seção 5.1 realiza as conclusões referentes ao trabalho e a seção 5.2 aborda os possíveis trabalhos futuros que poderão ser desenvolvidos complementando os resultados obtidos.

5.1 CONCLUSÕES

Com a finalidade de aplicar os conceitos adquiridos sobre Banco de Dados Geográficos, buscou-se um tema que pudesse ser desenvolvido e que envolvesse esses conceitos. O tema escolhido foi a Inclusão Digital, onde se optou por realizar o mapeamento dos programas que desenvolvem trabalhos nessa área.

Restringiu-se a busca por Programas de Inclusão Digital Governamental na região Sul e Sudeste do Brasil, que disponibilizassem, abertamente, o nome das cidades atendidas pelos programas. Nessa etapa, verificou-se a existência de três Programas: Cidades Digitais, SERPRO de Inclusão Digital e Espaço Cidadão.

Para cada uma das cidades, buscou-se informações referentes ao nível de acesso ao computador e a internet por domicílio, dados obtidos por meio do censo demográfico realizado pelo IBGE e disponíveis publicamente.

Com os dados relacionais coletados, sobre os Programas e as cidades atendidas, foi necessário normalizá-los a fim de evitar a inconsistência de dados.

Realizou-se a proposta inicial de modelar e implementar um banco de dados, onde os dados relacionais e dados geográficos coexistissem. E dessa forma utilizar os SIG's, TerraView, QuantumGIS e gvSIG, como suporte a visualização dos dados armazenados no PostgreSQL/PostGIS, realizando uma análise quanto a visualização dos dados relacionais e geográficos obtidas por eles.

Ao utilizar o TerraView, deparou-se com a limitação da ferramenta em não disponibilizar a visualização das tabelas do banco, o que resultou apenas na visualização dos dados contidos no arquivo *shapefile*.

O QuantumGIS atendeu as expectativas quanto à integração dos dados relacionais e geográficos. Entretanto, não permitiu a visualização dos relacionamentos das tabelas do banco. Destaca-se no uso dessa ferramenta, que a mesma buscou o relacionamento definido no banco por meio das chaves

estrangeiras e, dessa forma, permitiu a visualização somente do relacionamento entre a tabela CIDADE_GEO e ESTADO_GEO.

Por fim, analisou-se os dados por meio do gvSIG, onde observou-se a limitação da importação das tabelas relacionais, já que a ferramenta só importa as tabelas que contêm um atributo geográfico.

Como os dados de visualização ainda não estavam satisfatórios, optou-se por criar uma *view* no banco de dados, a fim de importar a sua tabela que contém o relacionamento entre as tabelas do banco.

Dessa forma, analisou-se novamente os SIG's QuantumGIS e gvSIG, e verificou-se que somente o gvSIG realizou a importação da nova tabela, sendo que as duas ferramentas alegaram problemas na não existência de chave primária na tabela importada.

O gvSIG permitiu a visualização em conjunto dos dados relacionais e geográficos tal como se propunha. Entretanto, a visualização só é possível, ao selecionar uma tupla na tabela de atributos da Visão criada e não ao selecionar um objeto no mapa.

Dessa forma, é possível observar as limitações existentes nos SIG's quanto à importação dos dados armazenados no banco de dados, e na relação dos dados relacionais e geográficos. Sendo que, no contexto desse trabalho, o gvSIG apresentou os melhores resultados, tendo em vista que importou a tabela da Visão e tornou possível a visualização dos dados significantes para o trabalho.

Com esse trabalho, torna-se possível observar a possibilidade de relacionar os dados alfanuméricos e geográficos, além de representá-los computacionalmente por meio de mapas, e observar suas relações com o mundo real por meio de localização.

5.2 TRABALHOS FUTUROS

Considerando os resultados obtidos, apresentam-se as atividades que podem complementar este trabalho:

- Utilizar outro tipo de mapa, como por exemplo, Imagens Digitais.
- Estender a busca por Programas de Inclusão Digital para os outros estados brasileiros.

- Realizar uma análise quantitativa e qualitativa dos dados armazenados na base de dados.
- Pesquisar SIG's que permitam a criação de mapas *online*.
- Desenvolver uma plataforma pública *online* que disponibilize os dados sobre os Programas de Inclusão Digital.
- Utilizar outras ferramentas de modelagem que possibilitem: a visualização do atributo identificador e a cardinalidade dos relacionamentos, considerando o contexto geográfico.
- Utilizar outros Gerenciados de Banco de Dados para testar os recursos geográficos.
- Comparar Gerenciadores de Banco de Dados quanto ao suporte de operadores espaciais.
- Desenvolver um SIG para manipular os dados geográficos.

REFERÊNCIAS

BECKER, Maria Lúcia. **Inclusão digital e cidadania**: as possibilidades e as ilusões da "solução" tecnológica. Ponta Grossa: Ed.UEPG, 2009.

BORGES, Karla A.V.; DAVIS JR., Clodoveu A.; LAENDER, Alberto H.F. **Banco de Dados Geográficos**: Modelagem conceitual de dados geográficos. Curitiba: MundoGEO, 2005.

CÂMARA, Gilberto. **Banco de Dados Geográficos**: Representação computacional de dados geográficos. Curitiba: MundoGEO, 2005.

CÂMARA, Gilberto; MONTEIRO, Antônio M. V. **Introdução à ciência da geoinformação**: Conceitos Básicos em Ciência da Geoinformação. São José dos Campos: INPE, 2001.

CARREIRA, Mario. **Características do gvSIG**. (2011). Disponível em: <<http://www.gvsig.org/plone/projects/gvsig-desktop/caracteristicas>>. Acesso: 01 nov. 2014.

CASTRO, Angélica N F. de. **Modelagem e desenvolvimento de um banco de dados geográficos**: aplicação à elaboração de mapas de sensibilidade ambiental ao derramamento de óleo na área costeira entre Galinhos e São Bento do Norte - RN. 2002. 111 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal - RN - 2002.

CUNHA, Cybelle R. C. da. **Cibercultura e inclusão digital**: perspectivas e concepções. 2010. 169 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife - PE. 2010.

DEMO, P. Inclusão digital: cada vez mais no centro da inclusão social. **Inclusão Social**, Brasília, v. 1, n. 1, out./mar, 2005.

DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES AND MINES. **What is a Shapefile?** Disponível em: <https://www.dnrm.qld.gov.au/_data/assets/pdf_file/0010/217891/shape-files-guide.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2015.

FERREIRA, Karine R. et al. **Banco de Dados Geográficos**: Arquiteturas e linguagens. Curitiba: MundoGEO, 2005.

FILHO, Jugurta. L. **Modelos Conceituais de Dados para Sistemas de Informações Geográficas**. 1997. 121p. Exame de Qualificação- Instituto de

Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 1997.

FILHO, Jugurta L. et al. A Case tool for geographic database desing supporting analysis patterns. In: **Workshop on Conceptual Modeling for Geographic Information Systems(CoMoGIS)**, Xangai, China, 2004.

GONÇALVES, Rômulo P. **Modelagem Conceitual de Banco de dados Geográficos para Cadastro Técnico Multifinalitário em municípios de pequeno e médio porte**. 2008. 170 f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2008.

GVSIG. **Associação gvSIG**. Disponível em: <<http://www.gvsig.com/>>. Acesso em: 04 abr. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sobre o IBGE**. Disponível em: <<http://7a12.ibge.gov.br/sobre-o-ibge>>. Acesso: 23 mai. 2014a.

_____. **Mapa da Vegetação da Bacia hidrográfica do Rio Jamari**. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/sistematizacao/jamari/veg_formacao.pdf. Acesso: 04 nov. 2014b.

_____. **Mapa do Paraná**. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/download/mapa_e_municipios.php?lang=&uf=pr>. Acesso: 04 nov. 2014c.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. 2006. **Tutorial sobre Bancos de Dados Geográficos: GeoBrasil 2006**. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/TutorialBdGeo_GeoBrasil2006.pdf>. Acesso: 10 set. 2014.

_____. **Imagens de Satélite**. Disponível em: <<http://www.dqi.inpe.br/siteDqi/imgdia/index.php>>. Acesso: 04 nov. 2014.

MARTINS, Rodrigo G. **Proposta para o Banco de Dados do projeto WebMaps**. 2006. 51 f. Dissertação (Mestrado). Instituto de Computação - Universidade Estadual de Campinas, 2006.

MEDEIROS, Anderson M. Lima. **Dados Geográficos**. 2010. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/geografia/dados-geograficos/>>. Acesso: 09 set. 2014.

MESQUITA, Denise de S. C. T. **Um estudo teórico sobre a gestão do conhecimento e a inclusão digital no Brasil**: apresentação dos casos rede piá e Navegapará como exemplos de aplicação. 2011.109 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

METELLO, Marcello et al. Continuous Interaction with TDK: Improving the User Experience in Terralib. In: **IX Brazilian Symposium on Geoinformatics**, Campos do Jordão, Brazil, 2007, p. 13-22.

MINISTÉRIO DAS COMUNICAÇÕES. **Cidades Digitais**. Disponível em: <<http://www.mc.gov.br/cidades-digitais>>. Acesso: 09 set. 2014a.

_____. **Reunião discute implantação de fibra óptica em 262 municípios**. Disponível em: <<http://www.mc.gov.br/inclusao-digital-noticias/33008-ministerio-realiza-reuniao-com-empresas-que-vaio-implantar-fibra-optica-em-262-municipios>>. Acesso: 24 out. 2014b.

OLIVEIRA, Harley V. **Uma Arquitetura de Integração de Dados Espaciais**: um Estudo dos Dados de Solos e Folhas dos Biomas Brasileiros. 2013. 92 f. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

OMT-G. **OMT-G Design** – A tool to model and create Geographic Databases. Disponível em: <<https://code.google.com/p/omt-g-design/>>. Acesso em: 04 abr. 2015.

POSTGIS. **Spatial and Geographic objects for PostgreSQL**. Disponível em: <<http://postgis.net/>>. Acesso em: 04 abr. 2015.

POSTGRESQL. **Downloads PostgreSQL**. Disponível em: <<http://www.postgresql.org/download/>>. Acesso em: 04 abr. 2015.

QGIS. **Comunidade QGIS no Brasil**. Disponível em: <<http://qgisbrasil.org/>>. Acesso em: 04 abr. 2015.

RUSCHEL, Cláudio et al. Modelagem de Processos de Análise Geográfica Utilizando o Framework GeoFrame. In: **V Brazilian Symposium on Geoinformatics**, Campos do Jordão, Brazil, 2007, p. 8.

SECRETARIA PARA ASSUNTOS ESTRATÉGICOS. **Espaço Cidadão**: Um Espaço para o Cidadão. Disponível em: <<http://www.seae.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=237>>. Acesso: 09 set. 2014.

SERVIÇO FEDERAL DE PROCESSAMENTO DE DADOS. **Inclusão Digital**: Programa. Disponível em: <<http://www4.serpro.gov.br/inclusao>>. Acesso: 09 set. 2014.

SANTOS, R.S. dos. A inclusão digital requer novo pacto social entre governos e sociedade. **Inclusão Social**, Brasília, v. 1, n. 1, out./mar, 2005.

SILVA, H.; JAMBEIRO, O.; LIMA, J.; BRANDÃO, M.A. Inclusão digital e educação para a competência informacional: uma questão de ética e cidadania. **Ci. Inf.**, Brasília, v. 34, n. 1, p.28-36, jan./abr. 2005.

SORJ, Bernardo. **brasil@povo.com**: a luta contra a desigualdade na Sociedade da Informação. Jorge Zahar Editor – Unesco, Rio de Janeiro, 2003.

SORJ, B.; GUEDES, L. E. Exclusão Digital: Problemas conceituais, evidências empíricas e políticas públicas. **Novos Estudos**. n. 72, p. 101-117, Jul 2005.

SOUZA, Ederson F. de; LEONCIO, Pamella C. **Aplicação da Tecnologia de Banco de Dados Geográfico para análise dos Objetivos do Milênio**. 2014. 95 f. TCC - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, 2014.

TAKAHSHI, Fernanda. C et al. Software Livre: uma abordagem sobre a democratização da informação. **Anais do Congresso Nacional Universidade, EAD e Software Livre**. v.1, n.2, 2011.

TERRAVIEW. **Projeto TerraView**. Disponível em:
<<http://www.dpi.inpe.br/terraview/index.php>>. Acesso em: 04 abr. 2015.

VINHAS, L. **Um Subsistema Extensível para o Armazenamento de Geo-Campos em Bancos de Dados Geográficos**. 2006. 114 f. Tese (Doutorado) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos - SP, 2006.

WORBOYS, M.; DUCKHAM, M. **GIS A Computing Perspective**. 2.ed. Boca Raton, Florida, USA: CRC Press, 2004.