



**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE INFORMÁTICA  
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

**GUILHERME LINCON BARCZYSZYN**

**INTEGRAÇÃO DE DADOS GEOGRÁFICOS PARA PLANEJAMENTO  
URBANO DA CIDADE DE CURITIBA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**CURITIBA**

**2015**

**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
**Departamento Acadêmico de Informática**  
**Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação**

**Guilherme Lincon Barczyszyn**

**Integração de dados geográficos para planejamento  
urbano da cidade de Curitiba**

**Trabalho de Conclusão de Curso**

**Curitiba**  
**2015**

**Guilherme Lincon Barczyszyn**

# **Integração de dados geográficos para planejamento urbano da cidade de Curitiba**

Plano do Projeto da Disciplina de Trabalho de Conclusão do Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação, apresentado à UTFPR como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Sistemas de Informação.

**Orientadora:** Professora Dra. Nádia Puchalski Kozievitch

**Curitiba  
2015**

## **Agradecimentos**

Agradecimentos aos meus pais e à minha esposa Camila. Agradecimentos também à Keiko Ono Fonseca e à Tatiana Gadda, aos alunos da fase 1 do mestrado do PPGCA e à professora Nádia Puchalski Koziévitch.

*“Ao vencido, o ódio ou a compaixão; ao vencedor, as batatas!”*

Machado de Assis

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sistema SIG/SAM da Copel. Fonte: Autoria própria.....	10
Figura 2: Base Curitiba em Dados do IPPUC. Fonte: Autoria própria.....	10
Figura 3: Mapa do bairro Tatuquara. Fonte: Autoria própria.....	11
Figura 4: Dados vetorias e raster. Fonte: Adaptado de Li e Torres (2014).....	15
Figura 5: Camadas da arquitetura de um GIS. Fonte: Adaptado de Li e Torres (2014). .....	17
Figura 6: Especificação do elemento PolygonType pela GML 3.1.1.....	19
Figura 7: Exemplo de operações topográficas “disjunto”, “toca” e “sobrepõe”. Fonte: Câmara et al. (1996).....	21
Figura 8: Exemplo de operações topográficas "contém" e "cruza". Fonte: Câmara et al. (1996).....	21
Figura 9: Interface de consulta visual e saída do TaxiVis. Fonte: Ferreira et al. (2013).....	23
Figura 10: Consulta de dados socioambientais utilizando o SIG/SAM. Fonte: Autoria própria.....	25
Figura 11: Projeto de replanejamento fictício da cidade de Filadélfia utilizando a aplicação CityEngine. Fonte: Autoria própria.....	29
Figura 12: Representação de uma rede de metrô no aplicativo ViziCities. Fonte: Vizicities (2014).....	30
Figura 13: Mapas do grau de interesses do ponto de vista ambiental e do ponto de vista urbano da cidade de Vale do Sereno. Fonte: Moura (2012).....	31
Figura 14: Simulação da intervenção urbana. Fonte: Moura (2012).....	32
Figura 15: Representação de base de dados em layers. Fonte: IPPUC (2013).....	33
Figura 16: Integração de diversas fontes de dados em Curitiba.....	34
Figura 17: Camada de dados do domínio Hospital. Fonte: Autoria própria.....	35
Figura 18: Ciclovias (linha cinza) e Estádios (ponto azul) na região de Curitiba.....	36
Figura 19: Exemplo de esquema do domínio arruamento do IPPUC. Fonte: Autoria própria.....	42
Figura 20: Exemplo de consulta para parques e bosques com dados do IPPUC. Fonte: Autoria própria.....	43
Figura 21: Listagem de tabelas para o esquema arruamento da base de dados de 2014. Fonte: Autoria própria.....	45
Figura 22: Listagem de tabelas para o esquema arruamento da base de dados de 2012. Fonte: Autoria própria.....	45
Figura 23: Inconsistência geográfica entre a área do Bosque João Paulo II em 2012 e 2014. Fonte: Autoria própria.....	50
Figura 24: Inconsistência geográfica entre a área do Bosque do Pilarzinho em 2012 e 2014. Fonte: Autoria própria.....	51
Figura 25: Inconsistência geográfica entre a área do Bosque do Zaninelli em 2012 e 2014. Fonte: Autoria própria.....	52
Figura 26: Inconsistência geográfica entre a área da Praça Rui Barbosa nos anos de 2012 e 2014. Fonte: Autoria própria.....	53
Figura 27: Representação gráfica do esquema de Arruamento. Fonte: Autoria própria. .....	55

Figura 28: Representação gráfica do esquema de Escolas. Fonte: Autoria própria....	56
Figura 29: Representação gráfica do esquema de Saúde. Fonte: Autoria Própria.....	56
Figura 30: Representação gráfica do esquema de Qualidade de Água. Fonte: Autoria própria.....	57
Figura 31: Visão geral das ruas do Tatuquara. Fonte: Autoria própria.....	62
Figura 32: Vias de acesso ao Tatuquara pelas ruas Paul Garfunkel e Jovenilson Américo de Oliveira. Fonte: Autoria própria.....	62
Figura 33: Rua Jovenilson Américo de Oliveira. Fonte: Google Street View.....	63
Figura 34: Vias de acesso à parte sul do Tatuquara. Fonte: Autoria própria.....	63
Figura 35: Vias de acesso à parte norte do Tatuquara. Fonte: Autoria própria.....	64
Figura 36: Unidades de saúde do Tatuquara e seus horários de funcionamento. Fonte: Autoria própria.....	65
Figura 37: Escolas na região do Tatuquara. Fonte: Autoria própria.....	67
Figura 38: Fachada da Escola Municipal Érica Plewka Mlynarczyk. Fonte: Autoria própria.....	68
Figura 39: Fachada da Escola Municipal Margarida Orso Dallagassa. Fonte: Autoria própria.....	68
Figura 40: Escola Guilherme A. Maranhão. Fonte: Autoria própria.....	69
Figura 41: Escola Leonel de Moura Brizolla. Fonte: Autoria própria.....	69

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Script de criação da tabela de Calçada para dados de 2012.....	44
Quadro 2: Script de criação da tabela de Calçada para dados de 2014.....	44
Quadro 3: Consultas trazendo dados de área e comprimento diretamente das colunas SHAPE_AREA e SHAPE_LEN e por meio das funções ST_Area e ST_Length do Postgis.....	46
Quadro 4: Consulta para buscar cemitérios que possuem área diferentes nos dois anos.....	49
Quadro 5: Consulta para buscar cemitérios que possuem área diferentes nos dois anos.....	49
Quadro 6: Consulta para buscar praças e jardinetes que possuem área diferentes nos dois anos.....	53
Quadro 7: Consultas espaciais para descobrir a distância entre as U.S. Palmeiras e Monteiro Lonato e Santa Rita, respectivamente.....	65
Quadro 8: Visão para dados de escolas.....	82

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Bairros que possuem mais de um Armazém da Família em Curitiba.....	35
Tabela 2: Resultado da consulta do Quadro 4 para dados de área.....	46
Tabela 3: Resultado da consulta do Quadro 4 para dados de comprimento.....	46
Tabela 4: Tabelas de arruamento dos anos de 2012 e 2014 e seus respectivos números de túplas.....	48
Tabela 5: Resultado da consulta para cemitérios com áreas diferentes nos dois anos. ....	49
Tabela 6: Resultado da consulta para cemitérios com áreas diferentes nos dois anos. ....	49
Tabela 7: Resultado da consulta para buscar praças e jardinetes com áreas diferentes nos dois anos.....	52
Tabela 8: Descrição de arruamento_nao_implementado.....	54
Tabela 9: Comparativos de números do Batel e do Tatuquara.....	60
Tabela 10: Resultado das consultas espaciais do Quadro 8 de distâncias entre unidades de saúde.....	65
Tabela 11: Ano de construção e capacidade das unidades de saúde do Tatuquara.....	66
Tabela 12: Ano de construção das escolas do Tatuquara.....	68
Tabela 13: Descrição de arruamento_quadras.....	82
Tabela 14: Descrição de arruamento_quadras_ln.....	83
Tabela 15: Descrição de calçada.....	83
Tabela 16: Descrição de cemiterios.....	83
Tabela 17: Descrição de eixo_ rua.....	84
Tabela 18: Descrição de elem_rep_corpos_d_agua.....	85
Tabela 19: Descrição de elem_rep_edificacoes.....	86
Tabela 20: Descrição de elem_rep_elementos_internos.....	86
Tabela 21: Descrição de elem_rep_obras_de_arte.....	86
Tabela 22: Descrição de meio_fio.....	87
Tabela 23: Descrição de meio_fio_ln.....	87
Tabela 24: Descrição de parques_e_bosques.....	87
Tabela 25: Descrição de pracas_e_jardinetes.....	88

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Número de alvarás desde 1900 nas regiões do Batel e Tatuquara. Fonte: Autoria própria.....	61
Gráfico 2: Número de escolas construídas por ano. Fonte: Autoria própria.....	69

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**SIG:** Sistema de Informações Geográficas.

**SGBD:** Sistema Gerenciador de Banco de Dados

**IPPUC:** Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba

**ESRI:** *Environmental Systems Research Institute*

**RMC:** Região Metropolitana de Curitiba

**COPEL:** Companhia Paranaense de Energia Elétrica

**SQL:** *Structured Query Language*

**PMC:** Prefeitura Municipal de Curitiba

**FVC:** Fator Visão do Céu

**CSV:** *Comma Separated Values*

**US:** Unidade de Saúde

**CMEI:** Centro Municipal de Educação Infantil

**DBV:** *Database Version*

**DBDG:** Diretório Brasileiro de Dados Geoespaciais

**DER:** Diagrama Entidade-Relacionamento

**OGC:** *Open Geospatial Consortium*

**IHC:** Interação Humano-Computador

# SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS.....</b>	<b>3</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>1.2 Objetivos Geral e Específicos.....</b>	<b>13</b>
<b>2 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO E ESTADO DA ARTE.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Geoprocessamento.....</b>	<b>14</b>
2.1.1 Conceitos básicos.....	14
2.1.2 Padrões para dados geoespaciais.....	18
2.1.2.1 INDE.....	18
2.1.2.2 Sistema suéco de informação de tráfego.....	19
2.1.4 Consultas espaciais.....	21
2.1.4 Aplicações.....	22
2.1.5 Desafios.....	26
<b>2.2 Planejamento Urbano.....</b>	<b>27</b>
2.2.1 Planejamento urbano e geoprocessamento.....	28
2.2.2 Aplicações.....	28
2.2.3 Desafios.....	30
2.2.4 Contexto de Curitiba.....	32
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>37</b>
<b>3.1 Fundamentos.....</b>	<b>38</b>
3.1.1 Modelagem ER.....	38
3.1.2 Indexação.....	38
3.1.3 Integração de dados.....	39
<b>4 RECURSOS DE HARDWARE E SOFTWARE.....</b>	<b>40</b>
4.1 Recursos de Hardware.....	40
4.2 Recursos de Software.....	40
<b>5 CARACTERIZAÇÃO DA BASE DE DADOS.....</b>	<b>41</b>

5.1 Fontes de dados.....	41
5.1.1 IPPUC.....	41
5.2 Inconsistências.....	43
5.2.1 Padronizações.....	43
5.2.2 Inconsistências estruturais.....	44
5.2.3 Inconsistências de dados.....	47
5.2.4 Inconsistências geográficas.....	48
5.3 Tabelas.....	53
5.4 Representação gráfica da base de dados.....	54
5.5 Instanciação da base de dados.....	57
5.5.1 Criação da base de dados.....	57
5.5.2 Inserção dos dados.....	58
6 ABORDAGEM SOBRE O BAIRRO TATUQUARA.....	60
6.1 Batel X Tatuquara.....	60
6.2 Vias de acesso ao bairro.....	61
6.3 Unidades de saúde.....	64
6.4 Escolas.....	67
7 CONCLUSÕES.....	71
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
ANEXOS.....	78
Anexo A. Shell Script para a conversão de shapefiles para SQL e criação dos índices.....	78
Anexo B. Comandos SQL para a criação das tabelas dos esquemas de arruamento e seus respectivos índices e Visões.....	78
Anexo C. Tabelas da base de dados.....	82

## 1 Introdução

A questão do planejamento urbano de Curitiba nos remete principalmente ao início do século XX, quando houve a chegada de grande número de imigrantes europeus principalmente para o interior do estado, buscando terras para o desenvolvimento de atividades agrícolas (Souza, 2001).

Cerca de meio século depois, em 1950 houve um grande fluxo migratório de pessoas do interior do Paraná ou de outros estados para a Grande Curitiba. Isso se dá, segundo Souza (2001), principalmente pela crescente modernização da tecnologia agrícola no campo que faz com que o agricultor busque oportunidades agora nos grandes centros urbanos, como é o caso de Curitiba.

Atualmente, o fenômeno de crescimento populacional ocorre em cidades fronteiriças de Curitiba, localizadas na RMC (Região Metropolitana de Curitiba) (Souza, 2001). Com isso, diversas questões de planejamento urbano surgem envolvendo muitas variáveis (Souza, 2001).

Esse crescimento populacional nas cidades fronteiriças ocorre de maneira que estes municípios se tornem principalmente alvos para a moradia da população enquanto Curitiba é alvo de instalação de grandes empresas. Daí a tendência de haver um fluxo diário cada vez maior de pessoas que vêm trabalhar em Curitiba mas residem em cidades da fronteira (Quadros et al., 2002). Este fenômeno gera algumas questões a serem resolvidas: Como planejar novos bairros destinados à moradia? De que maneira pode-se atender melhor a população desses bairros construindo estabelecimentos para educação e saúde? De que forma pode-se melhorar o acesso a estes novos bairros?

Todas essas questões vão gerar novos desafios nas áreas de geoprocessamento e planejamento urbano. Moura (2012) afirma que os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) são importantes ferramentas gerenciais com um conjunto de tecnologias para processar informações, cuja localização geográfica é o seu principal foco. Além disso, é importante ressaltar que os SIG auxiliam não apenas no planejamento mas também na

administração do ambiente urbano.

Entre os projetos existentes neste sentido pode-se citar o projeto Curitiba em Dados (IPPUC, 2015) e o SIG-SAM (Copel, 2015), ilustrados na **Figura 1** e **Figura 2**, respectivamente. Em ambos os sistemas as seleções de dados podem ser realizadas por categorias de entidades geográficas como Cultura, Transporte, Política, etc.



Figura 1: Sistema SIG/SAM da Copel. Fonte: Autoria própria.

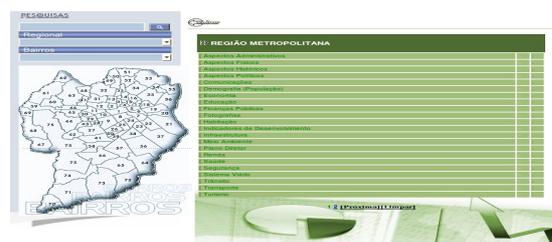


Figura 2: Base Curitiba em Dados do IPPUC. Fonte: Autoria própria.

Segundo Ferreira et al. (2013), no passado, tomadores de decisões e cientistas sociais enfrentavam o problema na coleta de dados necessários para entender as dinâmicas da cidade e avaliar as políticas e práticas adotadas. Atualmente, esses dados são abundantes.

Apesar da abundância desses dados, deve-se estar atento para a maneira como eles estão disponíveis para que profissionais de outras áreas possam estudá-los. Ferreira et al. (2013) afirma que os problemas enfrentados por tais profissionais são a complexidade, o trabalho tedioso e custoso. Nas bases atuais dos sistemas SIG-SAM e Curitiba em Dados, os dados são apresentados ao usuário de maneira isolada, isto é, sem integração entre suas categorias. As seleções, por exemplo, trazem resultados apenas sobre cultura ou apenas sobre lazer. Além disso, os dados mantidos por estes sistemas não acompanham a rápida mudança pela qual a RMC passou nos últimos anos, como a navegação visual através da linha do tempo.

É necessário portanto, bases de dados com informações que integrem as diversas categorias de entidades geográficas para que o planejamento urbano contemple todas elas em conjunto, além de possuir

dados que contemplem as mudanças que ocorreram nos últimos anos. Considerando o grande volume de dados de uma metrópole como Curitiba, é necessário também que a base de dados aqui gerada seja otimizada.

Em particular, considere o mapa do bairro Tatuquara na cidade de Curitiba representado pela **Figura 3** para analisar alguns problemas de planejamento urbano. Dentro desta delimitação, considere-se dados de instituições de ensino (primárias, secundárias, estaduais, municipais, creches, etc), pontos de ônibus (linhas que alimentam cada ponto) e hospitais (com postos de saúde). A partir desses dados delimitados, suponha que seja questionado sobre a distribuição de escolas sobre o mapa do bairro. Quantas escolas existem? Quais tipos de ensino elas oferecem? Quantas são públicas/particulares? Qual é o estado de conservação que se encontram os seus prédios?

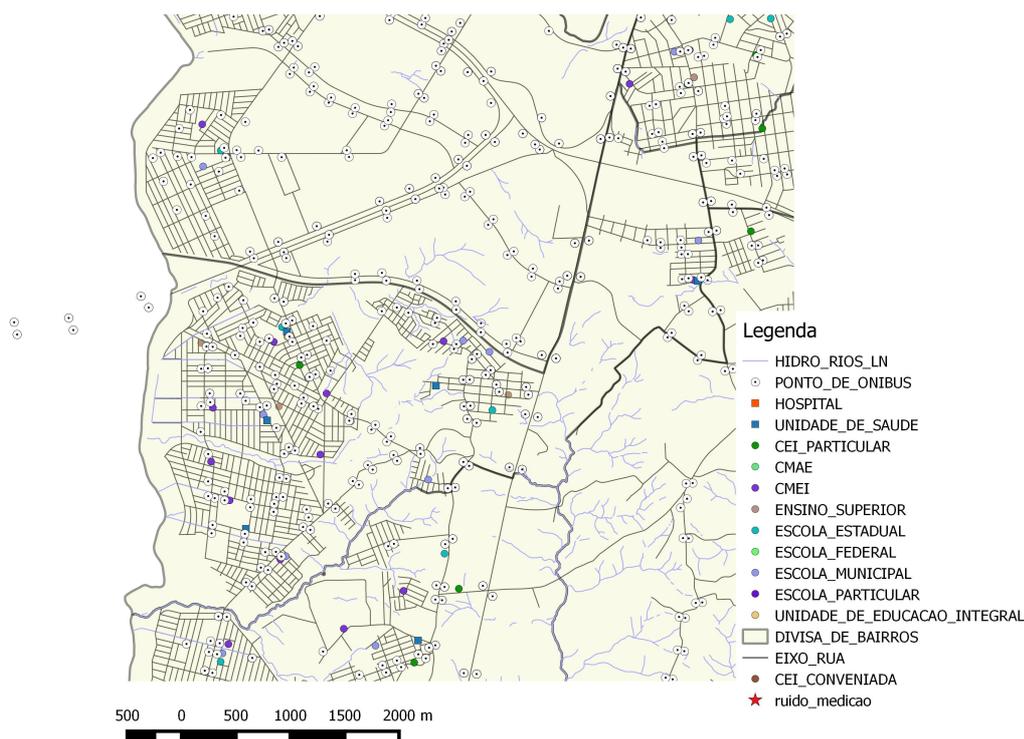


Figura 3: Mapa do bairro Tatuquara. Fonte: Autoria própria.

Outro possível questionamento que pode ser feito é em relação às vias de acesso ao bairro que dificultam a locomoção nesta região. Quantas são as vias de acesso ao bairro? Quantas e quais se direcionam ao centro

da cidade? Tais vias tem capacidade de suportar grande fluxo de veículo sem causar congestionamentos?

A **Figura 3** também mostra informações de saúde da região. Neste caso, pode-se questionar sobre quantos e quais são os postos de saúde do bairro. Qual é a sua distribuição no polígono do Tatuquara? Quais são as suas principais características (capacidade, horário de atendimento, etc).

A **Figura 3** também traz alguns questionamentos de ordem técnica. Nela é possível verificar 17 camadas de dados (*layers*) diferentes, isto é, categorias diferentes de objetos geográficos. Seria possível saber de que maneira pode-se integrar esses 17 domínios com informações geográficas diferentes?

Atualmente não há uma fonte única de dados em que seja possível ajudar a responder tais questionamentos de forma rápida, tirando proveito da localização geográfica e de conhecimentos de banco de dados disponível para a comunidade acadêmica. As bases contendo essas informações atualmente não estão integradas, tornando as análises um trabalho complexo. Além disso não há nenhum mecanismo de otimização de busca de informações nestas bases, tornando esta tarefa demorada.

Este trabalho visa a atacar esta problemática por meio da criação de uma base de dados geográfica para a cidade de Curitiba, focando em dados do bairro Tatuquara, discutindo conceitos como modelagem, otimização, índices, do ponto de vista espacial. Além de conceitos e técnicas, busca-se também retirar informações úteis para planejamento urbano de Curitiba por meio dos dados fornecidos pelo artefato resultante do trabalho proposto.

Este trabalho está organizado da seguinte maneira: na **Seção 2** são realizados os levantamentos bibliográficos e a verificação do estado atual da arte. Na **Seção 3**, é apresentada a metodologia utilizada na elaboração do trabalho, bem como os seus fundamentos. Na **Seção 4**, apresentam-se os recursos de *software* e *hardware* utilizados no trabalho. Na **Seção 5**, é feita uma caracterização da base de dados. Na **Seção 6**, aborda-se questões de planejamento urbano do bairro Tatuquara. Por fim, na **Seção 7** apresentam-se as conclusões sobre este trabalho.

## **1.2 Objetivos Geral e Específicos**

O objetivo geral deste trabalho consiste na criação/análise de uma base de dados geográficos atualizados e integrados da cidade de Curitiba. Estes dados serão úteis para a solução de problemas decorrentes das transformações no espaço urbano que ocorreram nos últimos anos e ainda ocorrem.

Como objetivos específicos podem-se listar:

1. Revisão e acompanhamento da literatura sobre (i) geoprocessamento; (ii) criação de bases de dados de planejamento urbano; e (iii) otimização de bases de dados;
2. Obtenção de dados do IPPUC, da cidade de Curitiba (arruamento, saúde e qualidade de água);
3. Criação de um padrão para a integração de dados;
4. Criação de uma base de dados georreferenciada;
5. Criação de índices espaciais para otimização;
6. Integração com dados de fontes diferenciadas (como imagens);
7. Abordar problemas específicos (por exemplo, a análise, do ponto de vista de geoprocessamento, de um problema urbano envolvendo a estrutura de um bairro como as vias de acesso ao bairro). O objetivo aqui é explorar a otimização da base, a integração com dados diferenciados e a utilização de funções geométricas.

## **2 Levantamento Bibliográfico e Estado da Arte**

Nesta seção serão abordados conceitos gerais sobre geoprocessamento e informação geográfica como tipo de dados, consultas, relações espaciais e a arquitetura de um SIG. São apresentadas algumas aplicações do geoprocessamento bem como desafios na área. A segunda parte desta seção aborda o planejamento urbano vinculado com o geoprocessamento, apresentando também conceitos gerais, aplicações e desafios.

### **2.1 Geoprocessamento**

O geoprocessamento caracteriza-se por ser uma área de conhecimento relativamente nova e ainda pouco explorada na resolução de problemas urbanos. Segundo Moura (2005), o geoprocessamento surgiu por volta no final do século XX como uma ferramenta de alta tecnologia para interpretações relacionadas a um espaço.

Pode-se definir o geoprocessamento como uma área que envolve a utilização de um conjunto de técnicas que permitem fazer análises espaciais, manipular e gerenciar informações georreferenciadas com uma agilidade e precisão que até antes de seu surgimento eram inimagináveis (Moura, 2005).

A informação geográfica é caracterizada sempre pela existência de um atributo nas entidades que a relaciona com uma localização geográfica existente ou com uma outra entidade geográfica cuja localização geográfica é conhecida. Essa informação pode ser representadas por dados em coordenadas geográficas, endereços completos ou referências únicas como o nome de uma universidade (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) pode indicar o estado onde ela se encontra (Li e Torres, 2014).

#### **2.1.1 Conceitos básicos**

Para trabalhar com geoprocessamento, faz-se necessário a compreensão de alguns conceitos fundamentais dentro da área.

O sistema de coordenadas é o sistema mais simples, popular e antigo de se utilizar até hoje. Nele, qualquer entidade geográfica está associada a

um ponto de coordenadas (x e y). No globo terrestre, tem-se os meridianos, linhas paralelas que ligam os pólos Norte e Sul da Terra, e estão associadas, cada uma delas, a um valor de ângulo diferente de inclinação em relação a eles que pode ser chamado de longitude. Os paralelos, por sua vez são linhas que circundam a Terra horizontalmente. Cada um deles também associados a um ângulo de inclinação em relação ao centro da Terra, sendo o valor desse ângulo chamado de latitude (Li e Torres, 2014).

No geoprocessamento existe um processo fundamental denominado georreferenciamento. Segundo o IPPUC (2013), georreferenciamento consiste em definir a localização geográfica e, conseqüentemente, as coordenadas dos elementos passíveis de espacialização. Em suma, a partir de um ente geográfico, define-se a latitude e longitude deste ente. Isso pode ocorrer a partir de fontes que indiquem ou não as coordenadas deste ente.

Têm-se também os tipos de dados utilizados no geoprocessamento, que segundo Li e Torres (2014) são os dados *raster* e vetoriais. Esses dados representam o mundo real (**Figura 4**) de maneiras distintas.

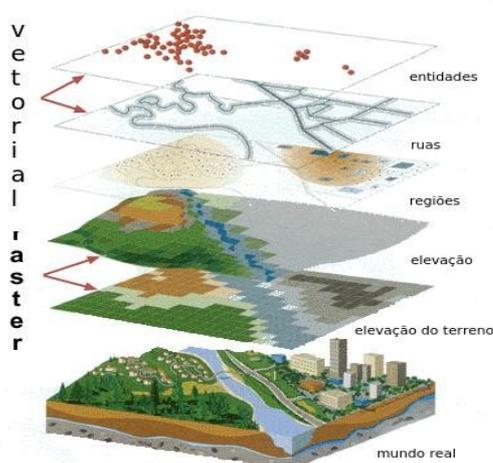


Figura 4: Dados vetoriais e raster. Fonte: Adaptado de Li e Torres (2014).

Os dados em *raster* divididos em linhas e colunas, formando células que armazenam informações sobre um local. Na **Figura 4**, nota-se a diferenciação do terreno (*land usage*) por cores diferentes em cada célula e sua elevação (*elevation*) em cores mais escuras para cada terreno, indicando uma maior elevação.

Já os dados vetoriais são aqueles nos quais objetos geográficos estão associados a coordenadas geográficas latitudinais e longitudinais (Li e Torres, 2014). Nos dados vetoriais pode-se verificar as regiões (*parcels*), as ruas (*streets*) e as entidades (*customers*) conforme mostra a **Figura 4**.

Os sistemas encarregados pela manipulação de dados geográficos são os SIG. Os SIG em geral são construídos seguindo uma arquitetura específica cujas camadas, conforme pode-se verificar na **Figura 5**, segundo Li e Torres (2014), podem ser divididas da seguinte maneira:

- **Camada de apresentação:** Esta camada é responsável pela entrada da consulta do usuário, pela apresentação dos resultados das consultas e pela avaliação dos resultados pelo usuário. Nesta camada, existem preocupações que tangem a área de IHC (Interação Humano-Computador).
- **Camada de processamento:** Nesta camada ocorrem os processos de *Geoparsing* e *Geocoding*. O processo de *Geoparsing*, conforme explicam Li e Torres (2014), consiste na transformação de entidades geográficas para objetos digitais, além de sua desambiguação. O *Geocoding*, para Li e Torres (2014), consiste na associação de coordenadas geográficas a um objeto digital.

Na camada de processamento ainda encontra-se o processamento de consultas, que é responsável por interpretar e processar as consultas que o usuário utilizou como entrada. Encontra-se ainda a avaliação dos resultados que tem o objetivo de melhorar os resultados baseados no *feedback* do usuário. A camada de processamento ainda agrega a ordenação de resultados, responsável por ordenar os resultados baseados em sua relevância.

- **Camada de dados:** É dividida em base de dados espacial e semântica. A primeira consiste no armazenamento de objetos geográficos e fornece operações espaciais para consultas sobre tais objetos. Os objetos são armazenados utilizando-se pontos, linhas ou polígonos em algum sistema de coordenadas. A base de dados semântica armazena nome de lugares e definem de que forma elas

estão organizadas e relacionadas umas às outras. Esses dados dão suporte para as técnicas de *Geocoding* e *Geoparsing* na camada de processamento.

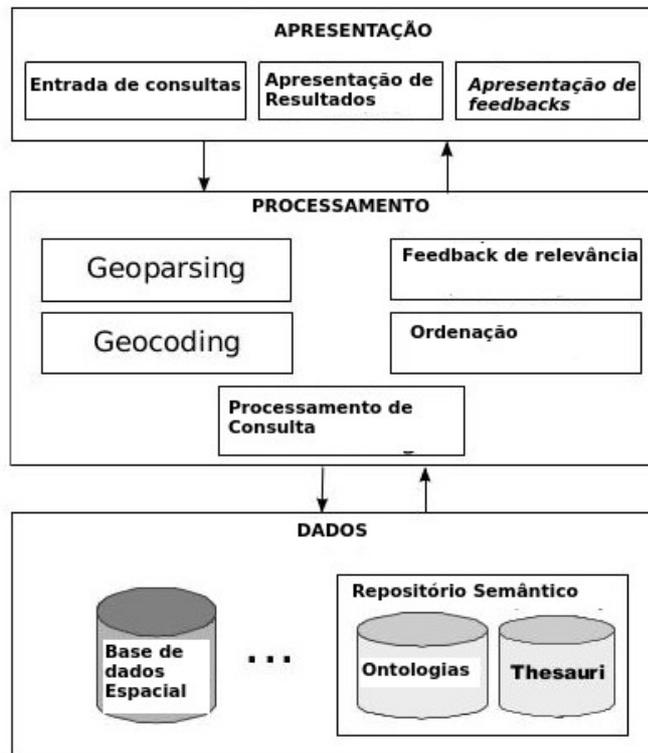


Figura 5: Camadas da arquitetura de um GIS. Fonte: Adaptado de Li e Torres (2014).

### 2.1.2 Padrões para dados geoespaciais

Nesta seção serão apresentados alguns padrões de dados geográficos utilizados que serão de interesse para este trabalho. Em especial, dois padrões são levados em consideração aqui sendo o padrão seguido pelo INDE (Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais) e o padrão suéco do Trafikverket (2014) para tráfego de veículos.

#### 2.1.2.1 INDE

O INDE<sup>1</sup> é responsável por manter o Diretório Brasileiro de Dados Geoespaciais (DBDG) que consiste em uma rede de servidores ligados à internet responsável por compartilhar e disponibilizar o acesso a dados de informações geográficas, reunindo produtores, gestores e usuários de informações geográficas. Um dos objetivos do DBGD é a integração entre sistemas de diferentes instituições. Para isso, o INDE adota as normas de interoperabilidade do e-PING (2010) e do SIRGAS 2000 para a caracterização do Sistema Geodésico Brasileiro.

O e-PING (2010) (Padrões de Interoperabilidade de Governo Eletrônico) tem como propósito ser o paradigma para o estabelecimento de políticas e especificações técnicas que permitam a prestação de serviços eletrônicos de qualidade à sociedade (e-PING, 2010). O foco do e-PING é na **interoperabilidade** – a possibilidade que diversos sistemas diferentes possam se comunicar utilizando um único padrão de dados.

Para informações geográficas, o e-PING se baseia principalmente nas especificações do OGC (2015) (*Open Geospatial Consortium*). Por exemplo, para estruturas vetoriais complexas, envolvendo primitivas geográficas como polígonos, pontos, linhas, superfícies, coleções e atributos numéricos ou textuais sem limites de número de caracteres, o e-PING sugere a utilização do GML 2.0 (*Geographic Markup Language*) ou superior. O OGC fornece, então, em seu *site* a documentação de melhores práticas não só da GML. Um exemplo de especificação é o elemento **PolygonType** (tipo de polígono) na GML 3.1.1 representado pela Figura 6.

1 INDE. Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais. Disponível em <<http://www.inde.gov.br/>>

```

-<complexType name="PolygonType">
-<annotation>
-<documentation>
  A Polygon is a special surface that is defined by a single surface patch. The boundary of this patch is coplanar and the polygon uses planar interpolation
  in its interior. It is backwards compatible with the Polygon of GML 2, GM_Polygon of ISO 19107 is implemented by PolygonPatch.
</documentation>
</annotation>
-<complexContent>
-<extension base="gml:AbstractSurfaceType">
-<sequence>
  <element ref="gml:exterior" minOccurs="0"/>
  <element ref="gml:interior" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
</sequence>
</extension>
</complexContent>
</complexType>
-</...

```

Figura 6: Especificação do elemento PolygonType pela GML 3.1.1

Para atividades que envolvem geodésia, o INDE adota o padrão SIRGAS2000 que é utilizado pelas Américas. O SIRGAS2000 é o padrão utilizado pelo SGB (Sistema Geodésico Brasileiro) e pelo SCN (Sistema Cartográfico Nacional) (IBGE, 1997). Este padrão define, por exemplo, para a forma geométrica da Terra, alguns parâmetros como o semi-eixo maior do elipsóide e o seu achatamento (IBGE, 1997).

É importante ressaltar que os dados de algumas fontes como o IPPUC, respeitam o mesmo padrão utilizado pelo INDE.

### 2.1.2.2 Sistema suéco de informação de tráfego

A Administração de Transporte Suéca possui um sistema de informação de tráfego em tempo real. Neste sistema, o usuário pode se registrar para receber informações assim que elas foram recebidas pela central (*push*) ou quando solicitadas (*pull*) (Trafikverket, 2014). Este sistema resolve a questão de interoperabilidade utilizando o padrão DATEX II. Além da Suécia, este padrão é utilizado pelos outros países europeus. O DATEX II é baseado em UML e utilizado graficamente para visualizar os modelos de dados. Ele é especificado em esquemas XML (DATEX II, 2011).

### 2.1.3 Relações espaciais

Na informação geográfica, pode-se ter relações entre entidades geográficas expressadas de maneiras diferentes. Li e Torres (2014) e Borges (2006) apresentam os conceitos dessas relações, retiradas da geometria clássica da seguinte maneira:

- **Relações Topográficas:** Nas relações topográficas, indica-se conexões entre objetivos do tipo “é adjacente”, “contém”, “é contido” mas não inclui medidas ou direção. Ainda pode-se ter “disjuntos”, “dentro”, “sobrepõe”, “cruza”, “toca”, “igualar-se”, “assemelha-se” Egenhofer (1997), Clementini (1993). Na **Figura 7**, verifica-se uma representação gráfica dessas relações topológicas. A primeira delas é a disjunção (*disjoint*) entre os objetos **A** e **B**, nota-se que a disjunção ocorre não importando a forma em que os objetos assumem (uma entidade, uma linha ou pontos). Há também a relação toca (*touch*) em que os objetos podem assumir entidades ou linhas e se tocarem, sem se sobreporem. Outra relação representada é a de sobreposição (*overlap*) em que o objeto **A** se põe acima do objeto **B**, assumindo a forma de entidade ou de linhas. Há ainda, conforme ilustra a **Figura 8**, as relações “está contido” (*in*) onde os objetos, linhas ou entidades, podem estar dentro (contidos) em outros e a relação de cruzamento (*cross*) onde um objeto pode cruzar o outro.
- **Relações Métricas:** Nas relações métricas, são expressadas medidas quantitativas como área, distância, comprimento e perímetro.
- **Relações Direcionais:** As relações direcionais expressam orientações baseadas nos pontos cardinais como Norte, Sul, Leste, Oeste ou ainda posições de ordem como “à frente de”, “atrás de”, “sobre”, “sob”.

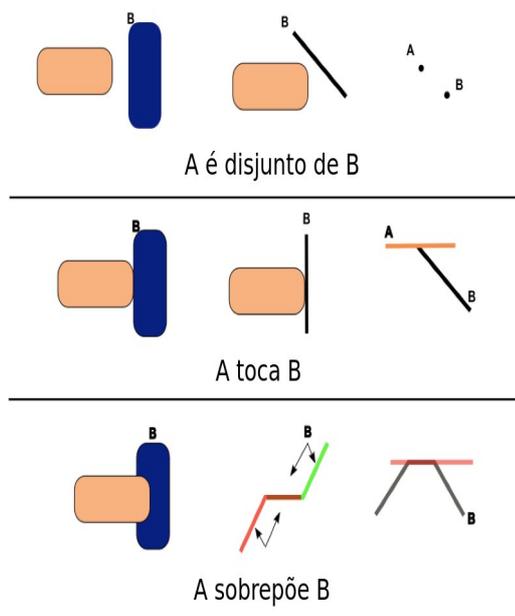


Figura 7: Exemplo de operações topográficas “disjunto”, “toca” e “sobrepõe”. Fonte: Câmara et al. (1996).

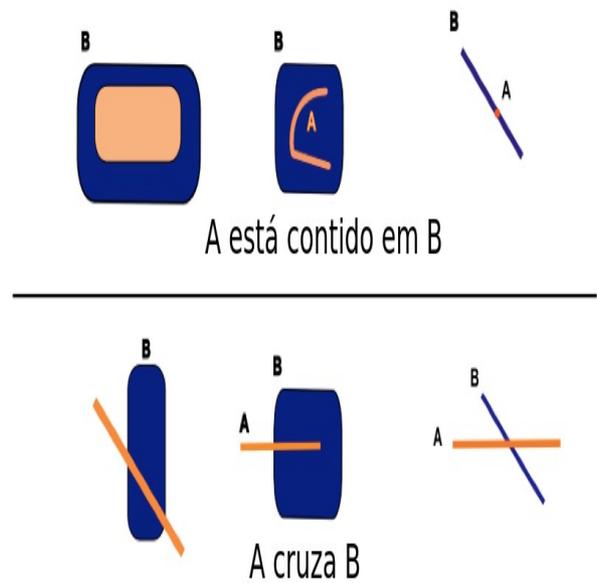


Figura 8: Exemplo de operações topográficas "contém" e "cruza". Fonte: Câmara et al. (1996).

Pode-se utilizar o contexto exemplificado pela **Figura 3** como exemplo para aplicar tais relações. Verifica-se, por exemplo, todos os CMEI (Centro Municipal de Educação Infantil) do bairro são disjuntos, isto é, não existem dois CMEI ocupando o mesmo terreno. Algumas ruas se sobrepõem a bacias hidrográficas. A partir dos limites do bairro, também pode-se destacar as entidades geográficas (de todas as categorias) que estão contidas nele e as que não estão. Há também a relação de cruzamento em diversas ruas.

#### 2.1.4 Consultas espaciais

Definidas as relações espaciais, pode-se derivar delas uma série de consultas espaciais, também conhecidas como consultas geográficas. Larson (1995) define-as da seguinte maneira:

- **Em um dado ponto:** Em um dado ponto exato de coordenadas, a partir de sua latitude ou longitude, recuperar alguma informação. Por exemplo: “O que podemos encontrar no ponto de coordenadas 37.228, -80.423?”.
- **Em uma região:** Quando há o objetivo de descobrir o que existe

dentro de uma determinada região. Por exemplo: “Quais cidades existem dentro da região do Estado do Paraná?”.

- **Em uma distância ou dentro de um limite:** Quando o objetivo é encontrar algo que obedeça uma determinada distância ou esteja dentro de um limite. Por exemplo: “Quais as cidades que estão a exatamente 50km de Curitiba?” ou “Quais as cidades que estão em até 50km de distância de Curitiba?”
- **Caminho:** Busca dentro de redes de caminhos interconectados, formado uma rede como redes de transporte, redes de abastecimento de água ou de gás. As consultas envolverão busca por menores caminhos. Por exemplo: “Qual é o caminho mais rápido entre a Curitiba e Foz do Iguaçu, considerando a retirada das pontes X e Y, que caíram na última chuva?”.
- **Multimídia:** Nesta consulta vários tipos de elementos diferentes são envolvidos como texto, imagem e espaço geográfico. Por exemplo: “Em quais rios da América do Sul podemos encontrar peixes similares aos de uma dada imagem (considerando cor e textura), e quais são de determinada família ou espécie?”

#### 2.1.4 Aplicações

Alguns exemplos de aplicações desenvolvidas utilizando o geoprocessamento encontrados na literatura são abordados a seguir.

Ferreira et al. (2013), por exemplo, aborda a utilização de dados geográficos de viagens de táxi da cidade de Nova York ocorridas entre os anos de 2011 e 2012 por profissionais de outras áreas (engenheiros, cientistas sociais e economistas). O problema com esses dados é que eles estão dispostos em grande volume e por tanto, os profissionais de outras áreas precisam realizar o trabalho de separar quantidades menores para realizarem seus estudos. Outro problema enfrentado por esses profissionais é que a manipulação desses dados se torna complexa dado que eles não possuem conhecimento técnico sobre consultas em banco de dados. Para resolver estes problemas, o trabalho propõe um sistema de fácil utilização por essas pessoas fora da área da computação denominado TaxiVis.

Neste sistema, os autores propuseram o modelo de consulta visual, no qual o usuário elabora suas consultas visualmente e então iterativamente as refina por meio da manipulação e seleção de seus resultados. Este modelo pode ser utilizado para qualquer dado de saída e chegada. Nas consultas visuais, encontra-se três tipos básicos de filtros: os espaciais, os temporais e os de atributos. Os filtros espaciais envolvem dados de delimitações em polígonos, códigos postais, bairros definidos pelo usuário conforme mostra a **Figura 9.B**. Os filtros temporais envolvem a combinação de dados de anos, meses, dias da semana e horas, conforme a **Figura 9.A**. Os filtros de atributo limitam dados de viagem como preço, distância e duração. Os destaques **C** e **D** da **Figura 9** correspondem, respectivamente, a uma barra de opções de visualização do mapa e a uma série estatística sobre o dado analisado.



Figura 9: Interface de consulta visual e saída do TaxiVis.  
Fonte: Ferreira et al. (2013).

A informação geográfica também pode ser analisada sob uma

perspectiva multi-foco, conforme apresentam Zam et al. (2014) em seu trabalho. Segundo eles, os dados espaciais podem apresentar vários focos dependendo da área onde eles serão utilizados. Por exemplo, alguns engenheiros podem estar interessados em dados apenas de determinados veículos (itinerários) outros possuem um foco apenas em trajetórias. Zam et al. (2014) define foco, em seu trabalho, como uma perspectiva de estudo de um problema no qual os dados podem estar restritos a uma escala/representação específica ou dispostos junto com objetos de escalas diferentes. Zam et al. (2014), em seu trabalho, se concentra em algumas questões:

1. De que forma dados espaciais podem dar suporte a uma pesquisa que é caracterizada pela necessidade de analisar dados, modelos, processos e eventos em escalas de tempo e espaço distintas, representadas em vários níveis de detalhes e estudadas sob múltiplos focos?
2. Como monitorar eventos que variam em espaço, tempo e foco de interesse?
3. Como prover o gerenciamento adequado desses cenários multi-foco e multidisciplinar e sua evolução?

Para resolver tais problemas os autores implementaram um modelo chamado DBV (*Database Version*) próprio para análises multifoco. Este modelo consiste em reunir várias versões de visualização do mapa em escalas diferentes e, em seguida, reuni-las em uma só visualização unificada de todas as versões.

Outra aplicação nesse sentido é o sistema SIG/SAM (Copel, 2015), ilustrado na **Figura 1**, na qual são fornecidas diversas informações geográficas sobre o estado do Paraná. Neste sistema, as consultas podem ser realizadas utilizando vários parâmetros. Entre eles, pode-se delimitar uma área qualquer dentro do mapa do estado do Paraná formando um polígono. Outro parâmetro que pode ser escolhido pelo usuário para a seleção de dados é a categoria dele que pode se enquadrar como “Político”,

“Hidrografia”, “Altimetria”, “Transporte”, “Socioambiental” entre outros. Dentro dessas categorias ainda pode-se encontrar subcategorias. Por exemplo, pode-se realizar uma busca para verificar dentro da categoria Socioambiental informações sobre áreas indígenas e comunidades quilombolas no estado conforme mostra a **Figura 10**.

O INDE fornece três aplicações para visualização de mapas: a **interface i3 geo, VINDE e Mapas Interativos** (INDE, 2015). Essas ferramentas permitem ao usuário visualizarem dados espaciais de diferentes instituições e em formatos diferentes. Estas ferramentas permitem ao usuário a execução de diferentes funções de visualização de navegação, consultas básicas e medição de distâncias e superfícies. Além disso, o usuário pode escolher as camadas de dados que deseja visualizar.

Uma das desvantagens enfrentadas por este sistema está na dificuldade de acompanhar a dinamicidade das mudanças que ocorrem na cidade, isto é, os dados são rapidamente desatualizados. Outro problema está na dificuldade de integrar os dados deste sistema com novas fontes de dados para incluir, por exemplo, novas categorias ou até mesmo integrar com novos tipos de dados como imagens e vídeos.

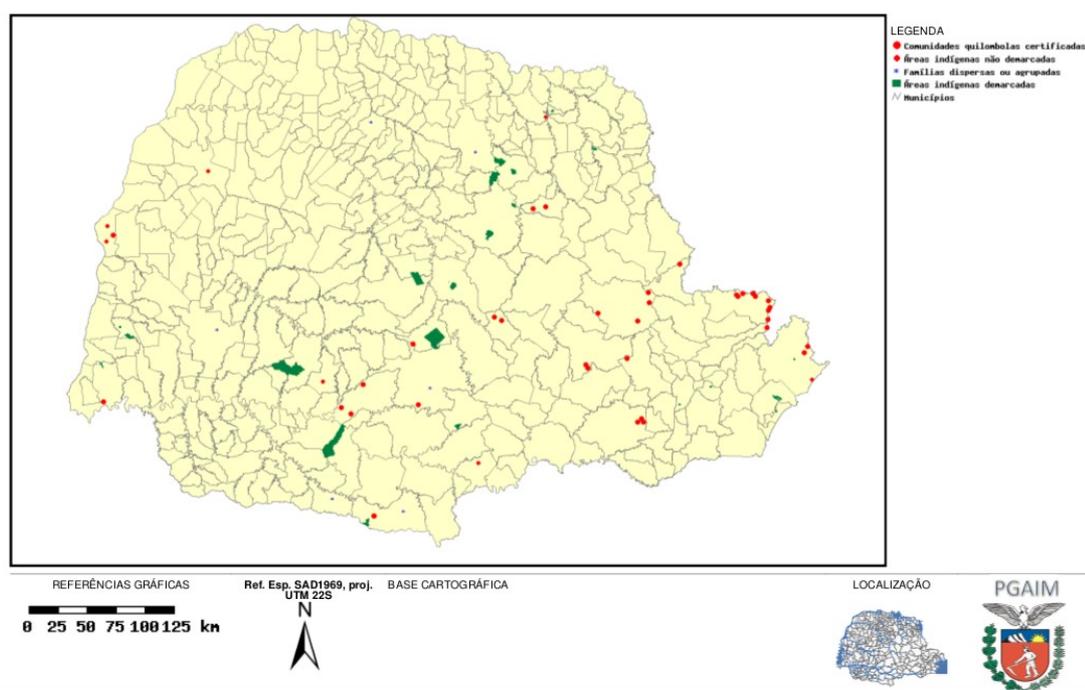


Figura 10: Consulta de dados socioambientais utilizando o SIG/SAM. Fonte: Autoria própria.

### 2.1.5 Desafios

Li e Torres (2014) apresentam alguns desafios dentro do geoprocessamento dentro de uma perspectiva que envolve as três camadas da arquitetura de um SIG.

Conforme exposto na **Seção 2.1.1**, um SIG é composto por três camadas básicas: camada de dados, camada de processamento e camada de apresentação. Os desafios na área de geoprocessamento, segundo Li e Torres (2014), podem ser apresentados de uma perspectiva que segue a divisão de camadas adotadas na arquitetura de um SIG.

Na camada de apresentação, encontram-se problemas como ambiguidade da linguagem natural no processamento de consultas e de relevância de resultados de buscas de dados geográficos.

Na camada de processamento, os desafios recaem na eliminação da ambiguidade de locais que possuem nomes similares.

Na camada de dados, o principal desafio é indexar automaticamente o conhecimento geográfico disponível na *Web*.

Por utilizar um SIG como a principal ferramenta, todos estes desafios elencados por Li e Torres (2014) estão relacionados com este trabalho, logo, tornam-se importantes para esta análise.

Um dos desafios na área do geoprocessamento é a integração dessas informações de diversas fontes. Williams et al. (2014) cita esse mesmo problema na sua abordagem sobre *Big Data* em dados acadêmicos.

Segundo ele existem duas maneiras de extrair metadados: manualmente, permitindo que usuários forneçam informações e automaticamente, utilizando algoritmos que colem essas informações da *Web*. A extração automática, na qual a fonte é a *Web*, tem o benefício de fornecer dados em escalas maiores, pecando apenas na qualidade dessa informação. A extração manual, na qual a fonte é o usuário, por outro lado, traz o benefício de que a informação possui maior qualidade, mas é mais heterogênea, isto é, possui uma maior variedade de tipos de dados.

No geoprocessamento, os dados espaciais possuem essa mesma característica heterogênea, logo, enfrentam essa mesma problemática.

Williams et al. (2014) sugere que os desafios consistem em projetar algoritmos e processos que consigam lidar adequadamente com essa heterogeneidade. Mais particularmente: como integrar o sistema apresentado pela figura do Tatuquara com sistemas de imagens e vídeos?

## **2.2 Planejamento Urbano**

Duarte (2009) afirma que planejamento urbano pode ser definido com um conjunto de medidas tomadas para que sejam atingidos os objetivos que foram estabelecidos, não desprezando fatores externos, riscos e recursos disponíveis. O planejamento urbano estabelece regras de ocupação de solo, define estratégias e políticas do município e explicita restrições, as proibições e as limitações que deverão ser observadas para manter e aumentar a qualidade de vida para seus munícipes.

O planejamento urbano é uma área que não está restrita a uma disciplina específica. Ele abrange aspectos também da sociologia, da engenharia, da economia, da geografia, do direito e da administração (Duarte, 2009). Neste trabalho, busca-se aliar o planejamento urbano e a tecnologia de informação.

Segundo Santana et al. (2013), conhecer o território, uma das etapas das transformações das dinâmicas territoriais, é a chave para tomar decisões mais cuidadosamente sobre os caminhos disponíveis para o planejamento urbano.

Um SIG é uma ferramenta que é capaz de armazenar informação geográfica bem como auxiliar na administração, compração e análise de uma infinidade de dados espaciais de várias fontes e tamanhos além de diferentes formatos. A partir disso, percebe-se que um SIG se torna uma ferramenta importantíssima para representar o ambiente urbano e toda a sua complexidade. Os SIG são importantes não só para o planejamento de cenários urbanos mas também para a sua administração, além disso, pode-se realizar simulações de cenários, adquirindo maior conhecimento sobre a realidade Santana et al. (2013).

### **2.2.1 Planejamento urbano e geoprocessamento**

Um assunto amplamente estudado na área de planejamento urbano é a utilização da percepção visual como identificação e produção de conhecimento sobre determinado espaço. Segundo Santana et al. (2013), dado um território real, existe um mapa mental desse território percebido pelas pessoas.

Santana et al. (2013) ressalta que geovisualizadores podem trazer informações e fazer simulações de comunicações de impactos visuais causados em um espaço antes de tomar decisões de mudanças, novas políticas ou novas edificações.

Outro conceito que relaciona SIG e planejamento urbano é o *Building Information Modeling* (BIM) (Moura, 2012). Moura (2012) define BIM como o oposto do SIG: ele compõe para depois decompor, ao contrário do SIG que decompõe informação em dados alfanuméricos de tabelas e planos de informações para compô-la em processos de síntese de dados ou em integração de informação. No BIM, um objeto geográfico (uma edificação) é representado em três dimensões e decomposto em vários planos: seções, fachadas, base de dados, entre outros. Esses vários elementos que compõe o BIM formam um sistema em que se um deles sofrer alguma alteração, as consequências que atingem os demais é levada em demonstrada. O SIG representa os objetos geográficos de uma maneira mais simples do que o BIM, utilizando fotos em 2D.

Há ainda uma soma dos sistemas BIM com o GIS denominado *Geodesign*. Segundo Santana et al. (2013), o *Geodesign* mescla aspectos visuais com informação geográfica dos objetos geográficos. Exemplos de aplicações com ilustrações podem ser verificados na próxima seção.

### **2.2.2 Aplicações**

O *CityEngine* (ESRI, 2015) é um software especializado na geração de modelos de ambientes urbanos. Inicialmente, o propósito era apenas desenvolver modelos de arquitetura urbana em 3D, sem envolver geoprocessamento. Quando o produto foi adquirido pela ESRI, elementos de SIG foram incorporados ao *software*. Dessa maneira o software se tornou

muito próximo do conceito de *Geodesign* apresentado anteriormente (Santana et al., 2013). A **Figura 11** mostra uma imagem do *CityEngine* sendo utilizado no replanejamento da cidade da Filadélfia. Nele, as entidades geográficas são representadas de um ponto de vista também arquitetônico.



Figura 11: Projeto de replanejamento fictício da cidade de Filadélfia utilizando a aplicação CityEngine. Fonte: Autoria própria.

Uma outra aplicação de visualização 3D é o *ViziCities* (ViziCities, 2014) que é um projeto *opensource* e está em fase de desenvolvimento. O principal objetivo dessa aplicação é criar modelos de visualização 3D de cidades de todo o mundo. Um exemplo disso, foi a representação da rede de transporte público de Londres em tempo real dentro do aplicativo. Além disso, o *software* integra-se com as redes sociais *Twitter* e *Instagram*, fornecendo *tweets* e fotos sobre a cidade. A **Figura 12** mostra um exemplo de como o *ViziCities* representa em 3D uma rede de metrô de uma cidade.

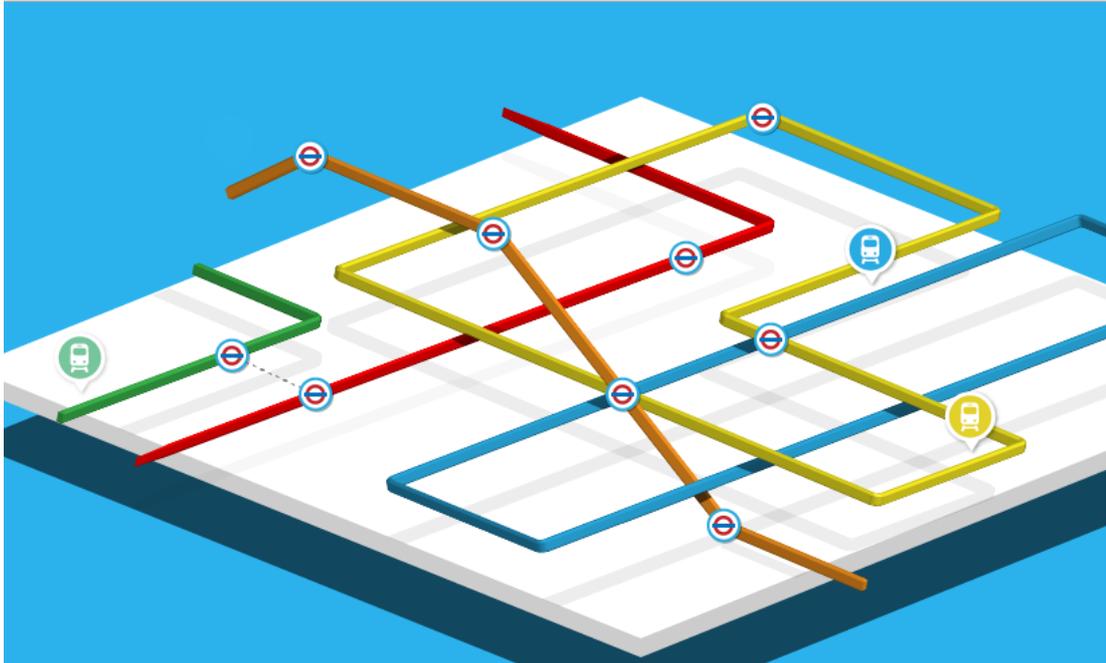


Figura 12: Representação de uma rede de metrô no aplicativo ViziCities. Fonte: Vizicities (2014).

### 2.2.3 Desafios

Minella (2010) apresenta em seu estudo a maneira que a geometria urbana afeta o microclima da cidade de Curitiba. Segundo ele, Curitiba sofre cada vez mais o fenômeno de verticalização de edificações. Essas edificações geralmente são construídas ao longo do eixo das ruas, formando o que Oke (1978) chama de **cânion urbano**. Esses cânions alteram significativamente a paisagem urbana da cidade, alterando a incidência de raios solares, devido ao aumento da reflexão desses raios solares e a retenção de calor devido aos materiais de construção.

O principal desafio que se verifica a partir do trabalho de Minella (2010) é a utilização de dados de análise de microclima (como os pontos de medição de Fator Visão-Céu (FVC)) ou de altura e localização de edifícios para formar dados georeferenciados. Bases de dados geográficos com esse tipo de informação poderiam facilitar estudos sobre mudanças climáticas e impactos ambientais para auxiliar na tomada de decisões no planejamento urbano da cidade. Neste sentido, retomando a **Figura 3**, apresentada na Introdução deste trabalho, verifica-se a existência das bacias hidrográficas

que cruzam áreas urbanizadas do bairro Tatuquara que podem significar possíveis alagamentos nesta região.

Moura (2012) realiza um estudo acerca de conflitos de interesses do ponto de vista ambiental contra o ponto de vista de crescimento de densidade e ocupação urbana. Neste trabalho, são sumarizadas algumas variáveis que possuem significados diferentes para cada um dos pontos de vista. Essas variáveis podem ser de várias categorias como vegetação, hidrografia, unidades de conservação. Utilizando dados da cidade de Vale do Sereno em Minas Gerais e utilizando dados georreferenciados, pôde-se gerar imagens demonstrando o grau de interesse de cada região dentro do município conforme mostra a **Figura 13**.

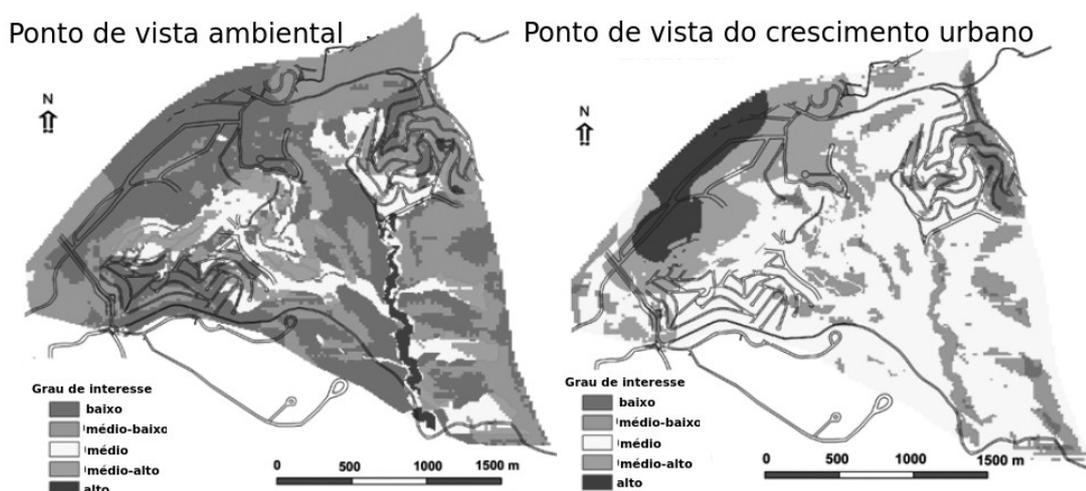


Figura 13: Mapas do grau de interesses do ponto de vista ambiental e do ponto de vista urbano da cidade de Vale do Sereno. Fonte: Moura (2012).

O principal desafio atualmente encontrado é a integração de um sistema BIM com um SIG. Neste caso, os objetos dentro de uma paisagem seriam representados arquitetonicamente e possuiriam uma referência geográfica. Dessa maneira, pode-se realizar análises mais precisas sobre os impactos que a ocupação urbana causaria em um determinado espaço, identificando mais precisamente os seus potenciais conflitos de interesse.

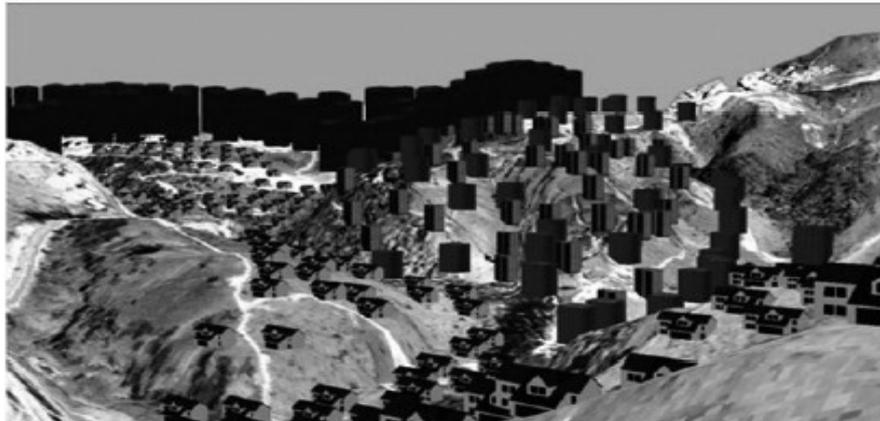


Figura 14: Simulação da intervenção urbana. Fonte: Moura (2012).

#### 2.2.4 Contexto de Curitiba

Conforme os problemas ilustrados inicialmente em Minella (2010), os desafios da cidade de Curitiba consistem na integração otimizada das bases geográficas, começando com camadas de base (como hidrografia, ruas, quadras) e integrando com camadas mais específicas (como precipitação, histórico de alagamentos, implicações em estados de emergência da cidade, etc) a fim de analisar Curitiba do ponto de vista matemático, geográfico e histórico. Isto envolve a análise dos dados geográficos para busca identificar padrões, além de integrar com fontes diferenciadas, verificando padrões.

A partir desta etapa é possível criar simulações e organizar de forma mais eficiente o planejamento urbano da cidade. Além disso, os mesmo dados poderiam ser disponibilizados para a população através de aplicativos.

O IPPUC (Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba) fornece uma base georreferenciada cujos dados podem ser representados através de geometrias como, pontos (estabelecimentos comerciais ou de outra natureza), linhas (sistema viário) e áreas (polígonos). Cada conjunto de pontos, linhas ou áreas forma uma base de dados georreferenciada, que pode ser analisada de forma isolada ou de forma conjunta, através da superposição de bases distintas na forma de camadas (*layers*), o que é útil para a análise global de aspectos espaciais e percepção da interpelação entre informações de bases distintas, conforme ilustra a **Figura 15** IPPUC

(2013).

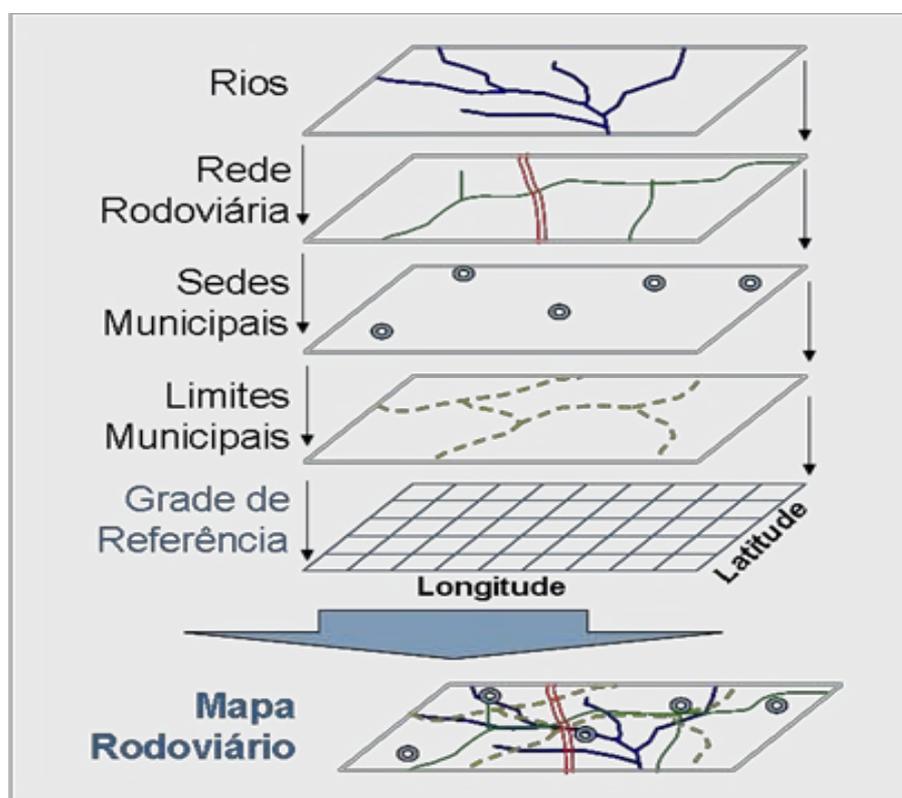


Figura 15: Representação de base de dados em *layers*. Fonte: IPPUC (2013).

Sabendo que esta base é formada por diversos *layers*, os principais pontos aqui são principalmente na integração desses diferentes domínios de dados, a implementação de índices que visem a otimização de consultas, a implementação de visões que possibilitem uma análise histórica.

Outra questão encontrada aqui é, além da integração de camadas de dados, a integração de dados múltiplas fontes, conforme explicado na seção 2.2.3. Em Curitiba, diversos órgãos possuem diferentes bases de dados georreferenciados, como o IPPUC e a Copel. Essas bases estão em vários formatos e padrões diferentes. O desafio consiste, por tanto, em integrar também dados dessas várias instituições. A **Figura 16** esquematiza a integração de múltiplas fontes. Conforme mostra a **Figura 16**, pode-se encontrar dados em vários formatos diferentes como em CSV, *shapefiles* (formato de dados georreferenciados da ESRI), *videos*, imagens entre outros. Daí surge a questão de se integrar dados que estão em formatos diferentes.

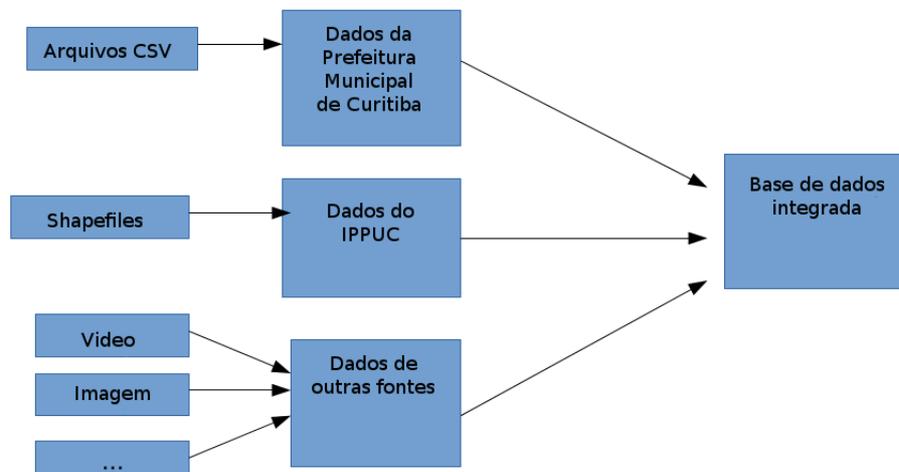


Figura 16: Integração de diversas fontes de dados em Curitiba

Neste trabalho, os principais formatos a serem trabalhados são os *shapefiles* e os arquivos *CSV*. Para a integração destes dados, há funcionalidades específicas no PostGIS (como o *shp2sql*) para a conversão de dados. Além disso, pode-se automatizar o processo utilizando *scripts*.

Um levantamento de dados preliminar indicou que somente os dados do IPPUC possuem no mínimo 25 domínios diferenciados (como saúde, base do arruamento, educação, esporte, hidrografia, infraestrutura, ciclovias, cultura, áreas verdes, articulações, assistência social, altimetria, abastecimento, administrativo, transporte, zoneamento, setor censitário, trânsito, pavimentação, religião, segurança, lotes, ocupação irregular, patrimônio histórico e limites legais). Note que as *layers* (como a camada hospital, ilustrada na **Figura 17** abaixo) são integradas somente com sua posição geográfica. Note também que, historicamente, os endereços e quadras não podem ser utilizados como ponto de integração pois os mesmos se modificam ao longo do tempo (não necessariamente um bairro possui o mesmo nome denominado há 50 anos atrás).

A1	B	C	D	E	F	G	H	I	J											
1	CD_EQULN.19.8	TEMA	CHID	EQUIPA	TIPO	EQUI	C	DEP	ADMIN	C	60	PRE	NOME	C	150	NOME	C	150	SIG	CON
2	2530.00000000	SAUDE	30	Hospital	Especializado	Particular		HOSPITAL	CARDIOLÓGICO				CONSTANTINI			HP	Não			
3	2502.00000000	SAUDE	30	Hospital	Geral	Particular		HOSPITAL	DAS				NAÇÕES			HP	Não			
4	2528.00000000	SAUDE	30	Hospital	Geral	Particular		HOSPITAL					MILTON MURICY			HP	Não			
5	2513.00000000	SAUDE	30	Hospital	Dia	Particular		CLINICA					OFTALMOPLASTICA			HP	Não			
6	2524.00000000	SAUDE	30	Hospital	Geral	Particular		CLINICA					SUGISAWA			HP	Não			
7	2492.00000000	SAUDE	30	Hospital	Geral	Particular		HOSPITAL	UNIVERSITÁRIO				CAJURU			HP	Sim			
8	2514.00000000	SAUDE	30	Hospital	Dia	Particular		HOSPITAL	DE OFTALMOLOGIA				BARIGUI			HP	Não			
9	2485.00000000	SAUDE	30	Hospital	Especializado	Particular		CLINICA					HEIDELBERG			HP	Sim			
10	2533.00000000	SAUDE	30	Hospital	Dia	Particular		CLINICA					NOVA ESPERANÇA			HP	Não			
11	2489.00000000	SAUDE	30	Hospital	Geral	Particular		HOSPITAL	DA				CRUZ VERMELHA BRASILEIRA			HP	Sim			
12	2531.00000000	SAUDE	30	Hospital	Geral	Público Estadual		HOSPITAL	DA				POLICIA MILITAR DO PARANA			HE	Não			
13	2504.00000000	SAUDE	30	Hospital	Geral	Público Federal		HOSPITAL	DE				CLINICAS DA UFPR			HE	Não			
14	2479.00000000	SAUDE	30	Hospital	Especializado	Particular		CLINICA	DE				FRATURAS NOVO MUNDO			HP	Não			
15	2486.00000000	SAUDE	30	Hospital	Especializado	Particular		CLINICA					SANT PAUL			HP	Não			
16	2481.00000000	SAUDE	30	Hospital	Geral	Particular		HOSPITAL	DO				TRABALHADOR			HP	Sim			
17	2474.00000000	SAUDE	30	Hospital	Geral	Particular		HOSPITAL	E MATERNIDADE				NOSSA SENHORA DO CARMO			HP	Sim			
18	2477.00000000	SAUDE	30	Hospital	Especializado	Particular		HOSPITAL	E MATERNIDADE				SANTA BRIGIDA			HP	Não			
19	2475.00000000	SAUDE	30	Hospital	Especializado	Particular		HOSPITAL					ERASTO GAERTNER			HP	Sim			
20	2490.00000000	SAUDE	30	Hospital	Especializado	Particular		HOSPITAL	ESPIRITA DE PSQUIATRIA				BOM RETIRO			HP	Sim			
21	2476.00000000	SAUDE	30	Hospital	Especializado	Particular		HOSPITAL	INFANTIL				PEQUENO PRINCEPE			HP	Sim			
22	2506.00000000	SAUDE	30	Hospital	Geral	Público Estadual		HOSPITAL					OSWALDO CRUZ			HE	Não			
23	2509.00000000	SAUDE	30	Hospital	Especializado	Particular		CLINICA	DR				HELIO ROTENBERG			HP	Sim			
24	2507.00000000	SAUDE	30	Hospital	Especializado	Particular		HOSPITAL	PSQUIATRICO				NOSSA SENHORA DA LUZ			HP	Sim			
25	2482.00000000	SAUDE	30	Hospital	Geral	Particular		HOSPITAL					SÃO VICENTE			HP	Sim			
26	2539.00000000	SAUDE	30	Hospital	Geral	Público Federal		HOSPITAL					GERAL DE CURITIBA			HE	Não			
27	2538.00000000	SAUDE	30	Hospital	Geral	Particular		INSTITUTO	DE				NEUROLOGIA DE CURITIBA			HP	Não			
28	2526.00000000	SAUDE	30	Hospital	Especializado	Particular		HOSPITAL	DE CIRURGIA ESTÉTICA E REPARADORA				LIPOPLASTIC			HP	Não			
29	2480.00000000	SAUDE	30	Hospital	Especializado	Particular		MATERNIDADE					CURITIBA			HP	Não			
30	2510.00000000	SAUDE	30	Hospital	Especializado	Particular		OFTALMOCLINICA					CURITIBA			HP	Sim			
31	2473.00000000	SAUDE	30	Hospital	Geral	Particular		HOSPITAL					VITA CURITIBA			HP	Não			
32	2522.00000000	SAUDE	30	Hospital	Dia	Particular		CLINICA	MÉDICA ESTÉTICA				CORPO TOTAL			HP	Não			
33	2501.00000000	SAUDE	30	Hospital	Especializado	Particular		CLINICA					PORTO SEGURO			HP	Não			
34	2515.00000000	SAUDE	30	Hospital	Geral	Particular		HOSPITAL	E MATERNIDADE				SANTA FELICIDADE			HP	Sim			
35	2494.00000000	SAUDE	30	Hospital	Geral	Particular		HOSPITAL					NOSSA SENHORA DAS GRAÇAS			HP	Não			
36	8932.00000000	SAUDE	30	Hospital	Especializado	Público Municipal		HOSPITAL	DO IDOSO				ZILDA ARNS			HI	Não			
37	7493.00000000	SAUDE	30	Hospital	Dia	Particular		INSTITUTO	DE OFTALMOLOGIA DE CURITIBA				IOC			HP	Não			
38	7494.00000000	SAUDE	30	Hospital	Dia	Particular		CLINICA	CENTRAL				OFTALMOLOGIA			HP	Não			
39	6913.00000000	SAUDE	30	Hospital	Dia	Particular		INSTITUTO	DA				CRANÇA			HP	Não			

Figura 17: Camada de dados do domínio Hospital. Fonte: Autoria própria.

Outro questionamento que pode ser realizado sobre esta base de dados é referente à distribuição de serviços públicos fornecidos pela prefeitura na cidade, como por exemplo o Armazém da Família. A partir de uma consulta, selecionando os bairros que possuem mais de um Armazém da Família, tem-se o seguinte resultado as informações da **Tabela 1**:

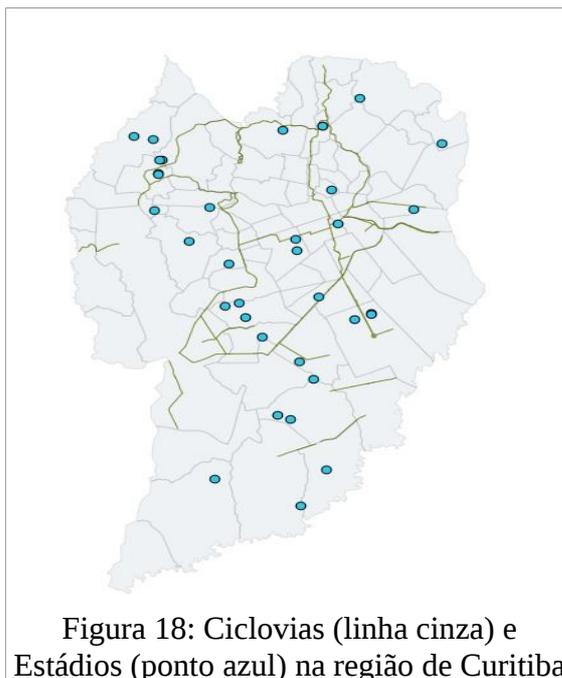
Tabela 1: Bairros que possuem mais de um Armazém da Família em Curitiba.

Bairro	Número de Armazém da Família
Cidade Industrial	5
Cajuru	3
Sítio Cercado	2

A partir dos resultados apresentados pela **Tabela 1**, pode-se fazer alguns questionamentos: (i) Por que estes bairros possuem mais de um Armazém da Família? (ii) Bairros menos favorecidos possuem um uso maior do armazém? (iii) Existem outros bairros além destes que possuem maiores demandas de armazéns?

A **Figura 18** mostra todos os estádios e ciclovias na região de Curitiba. Estes dados mostram que estes objetos estão localizados principalmente em bairros nas regiões centro-norte da cidade. Bairros periféricos possuem

pouco número de estádios e alguns trechos desconexos de ciclovia. Por que bairros menos favorecidos têm menos elementos esportivos? Construção de ciclovias e praças esportivas nestas regiões não auxiliariam na diminuição da criminalidade e do uso de drogas? Este tipo de informação pode auxiliar no planejamento da cidade em, por exemplo, iniciativas de ampliação de ciclovias na cidade.



É evidente que questionamentos como estes necessitam também de análises de outras áreas do conhecimento como a sociologia, a ciência política, a antropologia e o urbanismo. É dessa forma que o geoprocessamento e o SIG podem, em conjunto com outras áreas do conhecimento, converter dados em informações úteis para responder tais questionamentos e ajudar na tomada de decisões.

### **3 Metodologia**

A primeira etapa deste trabalho consiste no levantamento da bibliografia necessária para o seu desenvolvimento.

No referencial teórico, busca-se realizar uma reunião dos principais conceitos envolvendo tanto as áreas de geoprocessamento quanto de planejamento urbano. Esses conceitos são de fundamental importância antes de um maior aprofundamento no tema. Busca-se explorar ainda no referencial teórico, exemplos de aplicações que foram desenvolvidas com base teórica no geoprocessamento e no planejamento urbano que trazem uma noção de que maneira o artefato final pretendido aqui pode ser utilizado futuramente.

Verifica-se ainda os principais desafios que as áreas de geoprocessamento e planejamento urbano possuem atualmente que podem ser influenciados pelo desenvolvimento do trabalho. Neste ponto, é importante conhecer os principais questionamentos que essas duas disciplinas, correlacionadas, empenham-se em resolver.

Na etapa de verificação de dados disponíveis, busca-se verificar os dados geográficos já disponíveis e de que forma eles podem contribuir para atingir os objetivos desse trabalho. Além disso, serão avaliados também possíveis padrões de formato, buscando limitar um contexto.

Na etapa de desenvolvimento, o foco principal será na modelagem da base de dados (Diagrama Entidade-Relacionamento, Modelo Relacional, criação das tabelas em linguagem SQL), com o objetivo de atender fontes de dados diferenciadas. Em seguida, serão realizados os seguintes passos:

- Instanciação da base de dados onde será realizada a integração de dados como arruamento, saúde, escolas e qualidade de água.
- Definição de índices espaciais para otimização de consultas envolvendo pontos, polígonos, etc.
- Limitação da base de dados selecionando tipos de dados, bairros e fontes a serem analisadas. A limitação também ocorre temporalmente, dados estáticos de 2012 serão selecionados.

- Abordagem sobre o bairro Tatuquara utilizando os dados geográficos integrados, buscando identificar problemas de planejamento urbano.
- Avaliação da base, verificando a eficiência dos índices implementados e a qualidade dos dados após a sua integração.

O estudo será finalizado com a avaliação da base de dados e conclusões.

### **3.1 Fundamentos**

Serão apresentados aqui os fundamentos das principais técnicas utilizadas no desenvolvimento desse trabalho. Cada tópico dessa seção estará responsável por uma técnica diferente.

#### **3.1.1 Modelagem ER**

A modelagem conceitual, segundo Navathe (2006) é uma fase muito importante no planejamento de uma aplicação de banco de dados bem-sucedida. O modelo Entidade-Relacionamento (ER), que será utilizado na modelagem do artefato proposto, é um modelo de dados conceitual de alto nível que abstrai a base de dados em modelos. Esse modelo e suas variações são normalmente empregados para o projeto conceitual de aplicações de banco de dados, e muitas ferramentas de projeto de banco de dados aplicam seus conceitos (Navathe, 2006). Neste trabalho, serão utilizadas as técnicas de modelagem Entidade-Relacionamento, facilitando a etapa de instanciação e tornando a posterior manutenção dessa base uma tarefa menos complexa devido à documentação (modelos).

#### **3.1.2 Indexação**

Estruturas de acesso adicionais auxiliares, chamadas de índices, são utilizadas para aumentar a velocidade da recuperação de registros na resposta a certas condições de busca. Geralmente, as estruturas de índice fornecem caminhos de acesso secundário, que provêm caminhos de acesso alternativo aos registros sem afetar a disposição física dos registros no arquivo. Elas possibilitam um acesso eficiente aos registros a partir de campos de indexação que são usados para construir o índice (Navathe, 2006).

Neste trabalho, por o objeto se tratar de uma base de dados

geográficos, os dados registrados nas tabelas serão de grande escala. Por tanto, uma consulta sobre grande quantidade de dados pode se tornar uma tarefa demorada pois consumirá tempo de processamento até que sejam encontrados os registros procurados. A utilização de índices, neste caso, se torna uma técnica adequada para resolver o problema e otimizar consultas nessa base de dados. É importante dizer que bancos de dados geográficos utilizam a mesma estrutura em tabela de banco de dados convencionais.

### **3.1.3 Integração de dados**

Williams et al. (2014) aborda o problema da integração de grande escala de dados acadêmicos de múltiplas fontes. No trabalho de Williams et al. (2014), as fontes em questão consistem em extração automática e extração manual (via usuários). No trabalho aqui apresentado, enfrenta-se uma questão semelhante. Isto é, os dados são georreferenciados e as fontes são diferentes. Exigir-se-á, por tanto, integração de dados extraídos por órgãos diferentes (IPPUC, PMC) que estão em diversos formatos. Encontra-se ainda aqui a questão de integrar dados puramente geográficos com formatos como imagens, vídeos, etc.

## 4 RECURSOS DE HARDWARE E SOFTWARE

Nesta seção, serão apresentados os recursos de *hardware* e *software* que serão necessários para o desenvolvimento do trabalho que consistem basicamente na máquina que armazenará a base de dados geográficos e os programas utilizados.

### 4.1 Recursos de Hardware

O recurso de *hardware* utilizado consiste em um servidor que estará dedicado no armazenamento e acesso, por meio de um SIG, aos dados geográficos. O servidor inicial de testes é um servidor de pequeno porte modelo Dell Optiplex 380.

### 4.2 Recursos de Software

O *software* utilizado para o armazenamento dos dados geográficos deste trabalho é o PostGIS 2.0<sup>2</sup>. Este *software* consiste em um banco de dados geoespacial derivado do SGBD relacional PostgreSQL 9.4<sup>3</sup>. Ele provê suporte para objetos geográficos permitindo consultas espaciais que são executadas em SQL. O PostGIS é multiplataforma e de uso livre, não exigindo a utilização de nenhum recurso financeiro para adquiri-lo. Nele serão avaliados os diferentes índices (para metadados, dados espaciais e consultas), a fim de otimizar o acesso aos dados.

Para visualizar os dados armazenados no PostGIS, será utilizada a interface do QGIS 2.8<sup>4</sup>. No QGIS pode-se visualizar, gerenciar, editar, analisar e construir mapas a partir dos dados geográficos armazenados no SIG. A **Figura 1** é um exemplo de imagem elaborada utilizando este *software*. O QGIS também é multiplataforma e de uso livre.

2 POSTGIS. Spatial and Geographic objects for PostgreSQL. Disponível em: <<http://http://postgis.net/>>. Acesso em: 23 nov. 2014.

3 POSTGRESQL. The world's most advanced open source database. Disponível em: <<http://www.postgresql.org/>>. Acesso em: 23 nov. 2014.

4 QGIS. A Free and Open Source Geographic Information System. Disponível em: <<http://www.qgis.org/en/site/>>. Acesso em: 23 nov. 2014.

## 5 CARACTERIZAÇÃO DA BASE DE DADOS

Nesta seção o foco será nas bases de dados já existentes. Em um primeiro momento, serão apresentadas as fontes de dados disponíveis para este trabalho com as suas principais características: estrutura básica, padronização e localização temporal. Em seguida, aponta-se suas principais inconsistências como nomes de tabelas, letras, inconsistências temporais e visuais.

### 5.1 Fontes de dados

Neste trabalho, para facilitar a análise os dados serão limitados a dados de arruamento. É importante saber também que tem-se bases de dados de arruamento de dois anos diferentes (2012 e 2014).

Nesta seção, serão abordados os elementos estruturais dos dados geográficos de tais fontes.

#### 5.1.1 IPPUC

Os dados do IPPUC utilizados no desenvolvimento deste trabalho estão separados em diferentes esquemas que identificam as categorias de dados geográficos aos quais eles pertencem. Em um estudo inicial, foram analisados os grupos de dados que tratam de arruamento, educação, hidrografia, limites legais, prefeitura, religião, saúde e transporte. Tais domínios foram escolhidos por apresentarem um maior potencial de possíveis análises. Cada um destes esquemas possuem tabelas de objetos geográficos dentro daquele domínio.

Tomemos como exemplo a **Figura 19** que mostra o esquema do domínio de dados de arruamento. Nele, pode-se observar tabelas dos elementos geográficos contemplados no domínio arruamento, como os calçadões e o meio-fio.

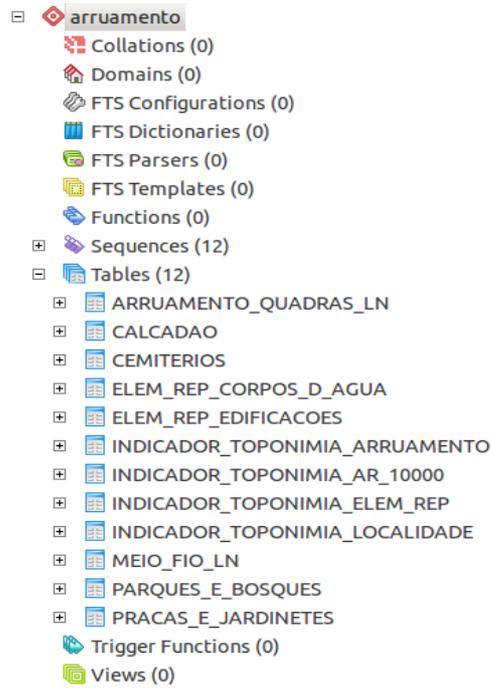


Figura 19: Exemplo de esquema do domínio arruamento do IPPUC. Fonte: Autoria própria.

Cada um desses objetos geográficos representados pelas tabelas vão possuir, além de suas colunas específicas, colunas em comum a todos os objetos geográficos dessa fonte:

- **gid:** Identificador único para cada registro de objeto geográfico armazenado por uma tabela.
- **the\_geom:** Geometria do objeto geográfico registrado. Isto é, a região em forma de um polígono que aquele objeto geográfico apresenta.



**Quadros 1 e 2** ilustram estes problemas para os dados de calçada de 2012 e 2014, respectivamente. Identificou-se que estes problemas ocorrem devido às versões do PostGIS que convertem os *shapefiles* para dados SQL em padrões diferentes em cada uma das versões utilizadas. Na base proposta por este trabalho, será utilizada apenas um desses padrões.

```
CREATE TABLE arruamento."CALCADA0"  
(  
  gid serial NOT NULL,  
  "TIPO" character varying(50),  
  "NOME" character varying(75),  
  "SHAPE_AREA" double precision,  
  "SHAPE_LEN" double precision,  
  the_geom npk2014.geometry(Polygon,4326),  
  CONSTRAINT "CALCADA0_pkey" PRIMARY KEY (gid)  
)
```

Quadro 1: Script de criação da tabela de Calçada para dados de 2012.

```
CREATE TABLE arruamento.calcadao  
(  
  gid serial NOT NULL,  
  tipo character varying(50),  
  nome character varying(75),  
  geom npk2014.geometry(MultiPolygon,4291),  
  CONSTRAINT calcadao_pkey PRIMARY KEY (gid)  
)
```

Quadro 2: Script de criação da tabela de Calçada para dados de 2014.

Outro problema encontra principalmente nos dados de 2012 são os nomes de esquemas e de tabelas todos criados entre aspas conforme mostra o **Quadro 2**. Note ainda que esta característica não existe nos nomes de esquemas e tabelas da base de dados de 2014. Isso se deve às versões diferentes do PostGIS utilizadas para a importação dos *shapefiles* de cada ano.

### 5.2.2 Inconsistências estruturais

O primeiro tipo de inconsistência estrutural que pode-se levantar sobre as bases de dados aqui analisadas é a diferença no número de tabelas de um ano para outro.

 ARRUAMENTO\_QUADRAS\_LN  
 CALCADAO  
 CEMITERIOS  
 ELEM\_REP\_CORPOS\_D\_AGUA  
 ELEM\_REP\_EDIFICACOES  
 INDICADOR\_TOPONIMIA\_ARRUAMENTO  
 INDICADOR\_TOPONIMIA\_AR\_10000  
 INDICADOR\_TOPONIMIA\_ELEM\_REP  
 INDICADOR\_TOPONIMIA\_LOCALIDADE  
 MEIO\_FIO\_LN  
 PARQUES\_E\_BOSQUES  
 PRACAS\_E\_JARDINETES

Figura 22: Listagem de tabelas para o esquema arruamento da base de dados de 2012. Fonte: Autoria própria.

 arruamento\_nao\_implantado  
 arruamento\_quadras  
 arruamento\_quadras\_ln  
 calçadao  
 cemiterios  
 eixo\_ua  
 elem\_rep\_corpos\_d\_agua  
 elem\_rep\_edificacoes  
 elem\_rep\_elementos\_internos  
 elem\_rep\_obras\_de\_arte  
 meio\_fio  
 meio\_fio\_ln  
 parques\_e\_bosques  
 pracas\_e\_jardinetes

Figura 21: Listagem de tabelas para o esquema arruamento da base de dados de 2014. Fonte: Autoria própria.

Observando as **Figuras 21** e **22**, que mostram a listagem de tabelas para dados de arruamento para os anos de 2012 e 2014, nota-se que o ano de 2014 apresenta mais tabelas do que 2012. Isso se deu pela adição em 2014 das novas tabelas:

- **arruamento\_nao\_implantado,**
- **arruamento\_quadras,**
- **eixo\_ua,**
- **elem\_rep\_elementos\_internos**
- **elemen\_rep\_obras\_de\_arte**
- **meio\_fio**

E pela remoção das tabelas:

- **INDICADOR\_TOPONIMIA\_ARRUAMENTO**
- **INDICADOR\_TOPONIMIA\_AR\_1000**
- **INDICADOR\_TOPONIMIA\_ELEM\_REP**
- **INDICADOR\_TOPONIMIA\_LOCALIDADE**

Há também diferenças estruturais no número de colunas das tabelas

entre bases de 2012 e 2014. Cada tabela do ano de 2012 possui duas colunas a mais em relação às de 2014 conforme mostram os **Quadros 1 e 2**. As diferenças ocorrem nas colunas **SHAPE\_LEN** e **SHAPE\_AREA** que estão presentes nas tabelas de 2012. Essas colunas indicam, respectivamente, os valores de comprimento e área dos objetos. No entanto, essa informação pode ser extraída utilizando as funções geográficas do postgis **ST\_Area** (área de polígonos) e **ST\_Length** (comprimento de linhas) utilizando os dados das tabelas de geometria (neste caso, the\_geom).

```
SELECT gid, "SHAPE_AREA", ST_Area(the_geom)
      FROM arruamento."PARQUES_E_BOSQUES"
      ORDER BY gid
      LIMIT 10;

SELECT gid, "SHAPE_LEN", ST_Length(the_geom)
      FROM arruamento."MEIO_FIO_LN"
      ORDER BY gid
      LIMIT 10;
```

Quadro 3: Consultas trazendo dados de área e comprimento diretamente das colunas SHAPE\_AREA e SHAPE\_LEN e por meio das funções ST\_Area e ST\_Length do Postgis.

O **Quadro 3** mostra duas consultas para Área e para Comprimento. A primeira traz dados da coluna "**SHAPE\_AREA**" e realiza o cálculo da área utilizando a função **ST\_Area**, as informações aqui são de parques e bosques por serem objetos que podem ser representados por polígonos e por tanto ter sua área calculada. A segunda consulta faz o mesmo processo para o comprimento de meio fio, pois podem ser representados por linhas.

Tabela 2: Resultado da consulta do Quadro 4 para dados de área

gid	SHAPE_AREA	st_area
1	57217.11706	57216.8038271256
2	71902.65774	71902.7224562746
3	38234.55961	38234.561281519
4	735037.11166	735037.180405572
5	28022.40586	28022.4187542647
6	26300.25347	26300.2627060823
7	90995.22081	90995.248892745
8	3059.97365	3059.95658985898
9	9257.23263	9257.22975496575
10	18651252	18651.2416370828

Tabela 3: Resultado da consulta do Quadro 4 para dados de comprimento

gid	SHAPE_LEN	st_length
1	643.495621	643.495698379073
2	191.436588	191.436575049686
3	196.221798	196.22177581642
4	218.616415	218.616398534758
5	708.841468	708.841474050178
6	990.167559	990.167589001993
7	242.128836	242.128898047854
8	160.115502	160.115502967807
9	1360.142404	1360.14237374606
10	646.063589	646.063574010094

As **Tabelas 2 e 3** mostram os resultados das consultas do **Quadro 4** para dados de área e comprimento respectivamente. Nessas tabelas, tem-se para cada identificador (gid) os valores para os dados armazenados pelas

colunas **SHAPE\_AREA** e **SHAPE\_LEN** juntamente com os valores calculados pelas funções **ST\_Area** e **ST\_Length**, respectivamente. Para facilitar a visualização, limitou-se os resultados para dez registros. Note que em todos os casos, a diferença entre os valores armazenados e os valores obtidos a partir das funções é desprezível, logo, é desnecessário que se tenham as colunas **SHAPE\_AREA** e **SHAPE\_LEN** pois elas armazenam informações que podem ser extraídas utilizando funções geoespaciais nativas do PostGIS.

### 5.2.3 Inconsistências de dados

Entre as bases de dados dos anos de 2012 e 2014 existem algumas inconsistências de dados. Essas inconsistências dizem a respeito a dados que existem em um dos anos e não existem no outro.

A primeira inconsistência de dados que é possível verificar são tabelas que existem em uma base e não existem na outra. Nesta tipo de inconsistência, pode-se encontrar as tabelas **arruamento\_nao\_implantado**, **arruamento\_quadras**, **eixo\_rua**, **elem\_rep\_elementos\_internos**, **elem\_rep\_obras\_de\_arte** e **meio\_fio** que não estão presentes em 2012 mas passaram a existir na base de 2014. O inverso também ocorre com as tabelas **indicador\_toponimia\_arruamento**, **indicador\_toponimia\_ar\_1000**, **indicador\_toponimia\_elem\_rep** e **indicador\_toponimia\_localidade** que existem na base de 2012 mas não existem na base de 2014.

É importante esclarecer que na **Tabela 4** as tabelas que apresentam zero tuplas em um determinado ano não possuem estas tabelas efetivamente criadas para a base deste mesmo ano.

Tabela 4: Tabelas de arruamento dos anos de 2012 e 2014 e seus respectivos números de túplas.

Tabela	Túplas em 2012	Túplas em 2014
arruamento_nao_implantado	0	965
arruamento_quadras	0	13513
arruamento_quadras_In	17	17
calçadao	14	16
cemiterios	20	20
eixo_ rua	0	39954
elem_rep_corpos_d_agua	342	342
elem_rep_edificacoes	3218	3267
elem_rep_elementos_internos	0	5212
elem_rep_obras_obras_de_arte	0	676
indicador_toponimia_arruamento	953	0
indicador_toponimia_ar_1000	4	0
indicador_toponimia_elem_rep	70	0
indicador_toponimia_localidade	15	0
meio_fio	0	9738
meio_fio_In	404	413
parques_e_bosques	66	70
pracas_e_jardinetes	1008	1011

Além disso, algumas tabelas existem igualmente nas bases de 2012 e 2014. No entanto, o seu número de túplas varia de um ano para outro. É o caso das tabelas de **calçadao**, **elem\_rep\_edificacoes**, **meio\_fio\_In**, **parques\_e\_bosques** e **pracas\_e\_jardinetes**. É importante notar que essas diferenças podem ocorrer devido à importação do conjunto de dados nos anos de 2012 e 2014 por versões diferentes do PostGIS.

#### 5.2.4 Inconsistências geográficas

Outro tipo de inconsistência que é possível verificar entre as bases analisadas aqui são com relação à geometria dos objetos geográficos registrados em cada ano. Em vários casos, a área de polígonos ou o comprimento de linhas para um mesmo objeto geográfico apresenta um valor distante em cada uma das bases de dados.

O primeiro caso que se observa aqui são os da tabela de cemitérios. Executando a consulta do **Quadro 4** que busca os cemitérios cujos polígonos possuem áreas diferentes nos dois anos, obtém-se os resultados apresentados na **Tabela 5**. Verifica-se que existe uma pequena diferença nas áreas do **CEMITÉRIO PAROQUIAL DE ÓRLEANS** e do **CEMITÉRIO PARQUE IGUAÇU** entre dois anos analisados.

```
SELECT dd."NOME", ST_Area(the_geom), ST_Area(geom)
FROM arruamento."CEMITERIOS" AS dd
JOIN npk2014.cemiterios AS dq ON dd."NOME" = dq.nome
AND ST_Area(the_geom) != ST_Area(geom);
```

Quadro 4: Consulta para buscar cemitérios que possuem área diferentes nos dois anos.

Tabela 5: Resultado da consulta para cemitérios com áreas diferentes nos dois anos.

NOME	Área em 2012	Área em 2014
CEMITÉRIO PAROQUIAL DE ÓRLEANS	37238.5466494542	36730.3010813501
CEMITÉRIO PARQUE IGUAÇU	152804.958722563	152676.522158597

É possível também encontrar este tipo de inconsistência na tabela **parques\_e\_bosques**. Neste caso, as inconsistências ocorrem em maior frequência e a discrepância entre os valores é ainda maior. É possível observar que a **Tabela 6** que apresenta os resultados de uma consulta, mostrada no **Quadro 5**, que busca a área total de cada parque e bosque nos dois anos. Nota-se que em alguns casos, a discrepância é muito grande e em outros casos é mais sutil. Por exemplo, o Parque Linear do Barigui apresenta uma grande diferença entre os dois anos. Já no Bosque do trabalhador, a diferença é bem menor.

```
SELECT dd."TIPO", "NOME", SUM(ST_Area(the_geom)),
SUM(ST_Area(geom))
FROM arruamento."PARQUES_E_BOSQUES" AS dd
JOIN npk2014.parques_e_bosques AS dq ON dd."NOME" = dq.nome
GROUP BY dd."NOME", dd."TIPO"
HAVING SUM(ST_Area(the_geom)) != SUM(ST_Area(geom))
ORDER BY "NOME";
```

Quadro 5: Consulta para buscar cemitérios que possuem área diferentes nos dois anos.

Tabela 6: Resultado da consulta para parques e bosques com áreas diferentes nos dois anos.

TIPO	NOME	Área em 2012	Área em 2014
PARQUE	BARIGUI	4047524.92136156	4026454.21975076
PARQUE LINEAR	CAJURU	636022.427397878	636022.426214896
BOSQUE	DA FAZENDINHA	66157.479513349	70300.2779603284
PARQUE LINEAR	DO BARIGUI	393085.586289849	614423.245830638
BOSQUE	DO PILARZINHO	94860.7781767845	37799.4421067666
BOSQUE	DO TRABALHADOR	427549.946190163	470151.92663829
PARQUE	IGUAÇU	48230098.2717326	48834429.3685392
PARQUE	ITALIANO	228068.908487592	138987.898075076
BOSQUE	ITALIANO	49906.8876625597	138987.898075076
BOSQUE	JOÃO PAULO II	58509.8907831777	67415.2223380618
PARQUE	MUNICIPAL DO PASSAÚNA	1200924.34956277	1275161.96528643
BOSQUE	ZANINELLI	40257.865889851	68543.7057435699

Adicionando essas camadas de dados de parques e bosques dos diferentes anos no mapa, pode-se verificar mais claramente a diferença de área para cada ano.

Nas **Figuras 23, 24 e 25** é possível verificar exemplos dessas diferenças. Nestes mapas, as áreas em amarelo representam as geometrias apresentadas em 2012; as áreas em vermelho, as geometrias apresentadas em 2014. Já a interseccção entre as áreas dos dois anos é representada pela mistura das cores das regiões dos dois anos, neste caso, verde laranjado.

Observe a **Figura 23** que mostra as geometrias do Bosque João Paulo II sobrepostas. Neste caso, em 2014 a área do bosque apresentou uma região maior mais ao norte. Na **Figura 24**, que mostra as geometrias do Bosque do Pilarzinho nos dois anos também é possível verificar diferenças nas regiões pois em 2014 sua área parece expandir para duas novas geometrias. O Bosque Zaninelli, mostrado na **Figura 26** apresenta uma inconsistência ainda maior, note que o formato dos polígonos dos dois anos são bem diferentes, além da grande diferença entre as áreas apresentadas na **Tabela 6**.



Figura 23: Inconsistência geográfica entre a área do Bosque João Paulo II em 2012 e 2014. Fonte: Autoria própria.



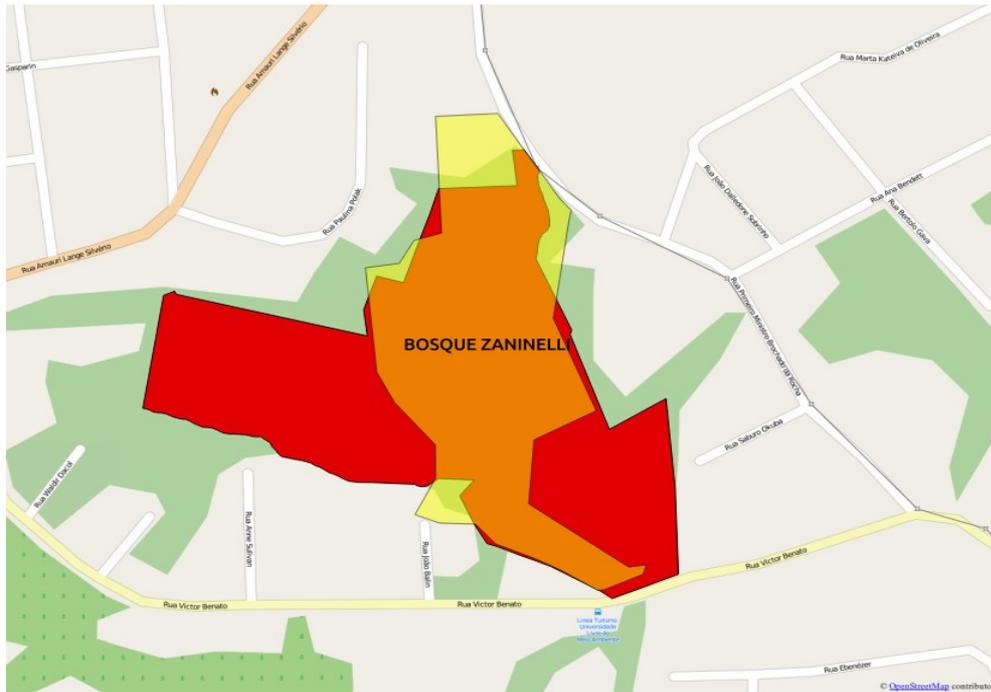


Figura 25: Inconsistência geográfica entre a área do Bosque do Zaninelli em 2012 e 2014. Fonte: Autoria própria.

Estas mesmas inconsistências também ocorrem para os dados de praças e jardins. Observe a **Tabela 7**, resultado da consulta do **Quadro 6**. Nela, também encontramos diferenças entre as áreas dos polígonos de praças e jardins entre os dois anos abordados.

Tabela 7: Resultado da consulta para buscar praças e jardins com áreas diferentes nos dois anos

TIPO	NOME	Área em 2012	Área em 2014
JARDINETE	ADAIR MOURA DA SILVA	5108.50013309345	5553.36825796962
LARGO	ALFREDO PARODI	2479.42814912647	1436.15524312733
JARDINETE	ALICE PILOTTO	998.39712187089	738.32122659497
CENTRO ESPORTIVO	ARNALDO FAIVRO BUSATO	417990.54870125	417990.54870126
PRAÇA	DA BANDEIRA	416.380958406093	393.622281402349
JARDINETE	DAVID KRIEGER	1999.35468107276	1376.6070128791
PRAÇA	ELIS REGINA SBRISIA MENDES	13386.8637285084	12379.4303057827
JARDINETE	FEDELE DURIGAN	364.898571896478	364.898571897298
PRAÇA	ILDEFONSO CORREIA DE SERRO AZUL - POETA DA SAUDADE	1484.43436692098	1484.43436690606
PRAÇA	KELLY ELIZABETTE DA SILVA	23343.8493433837	23290.9323527962
PRAÇA	MARIA DA LUZ TABORDA CUBAS DE ANDRADE	3791.35577837378	3425.90961680189
JARDINETE	OLGA EDITH DE MENEZES	36.9898154269904	26.9911850504577
PRAÇA	PAULO ROBERTO BITTENCOURT TEIXEIRA	2371.25217513554	2404.9457643535
PRAÇA	RUI BARBOSA	22773.7035833467	147786.017274504
PRAÇA	SANTOS ANDRADE	12920.8502610729	12920.8502610736

```

SELECT dd."TIPO", "NOME", SUM(ST_Area(the_geom)),
SUM(ST_Area(geom))
FROM arruamento."PRACAS_E_JARDINETES" AS dd
JOIN npk2014.pracas_e_jardinetes AS dq ON dd."NOME" = dq.nome
GROUP BY dd."NOME", dd."TIPO"
HAVING SUM(ST_Area(the_geom)) != SUM(ST_Area(geom))
ORDER BY "NOME";

```

Quadro 6: Consulta para buscar praças e jardins que possuem área diferentes nos dois anos.



Figura 26: Inconsistência geográfica entre a área da Praça Rui Barbosa nos anos de 2012 e 2014. Fonte: Autoria própria.

Observe a **Figura 26** que mostra as geometrias da praça Rui Barbosa nos dois anos em questão. A área de 2012 é representada pela cor amarela, a área de 2014 pela cor vermelha e a intersecção das áreas dos dois anos está em laranja. Note que em 2014, os dados parecem considerar as ruas como parte da praça e em 2012 o seu contorno parece ser um pouco maior do que em 2014.

### 5.3 Tabelas

Nesta seção será feita uma descrição sobre o esquema de arruamento

abordado. O intuito aqui é fornecer melhores detalhes dessas bases como tabelas, campos e tipos de dados. Para melhor organizar essa caracterização, apresentam-se a **Tabelas 8** a seguir e as **Tabelas 13 a 25** no **Anexo C**, representando cada uma das tabelas existentes nos esquemas das bases de dados.

Nas tabelas aqui apresentadas, são apresentadas as colunas, uma descrição dessas colunas, o tipo de dados que ela armazena e algumas observações, quando necessário.

Tabela 8: Descrição de arruamento\_ao\_implementado

Coluna	Descrição	Tipo	Observações
gid	Identificador da tabela	Integer	-
tipo	Tipo de objeto geográfico	Character varying	-
shape_len	Comprimento da geometria	Númerico	Presente apenas no esquema de 2012
geom	Posição e geometria dos objetos geográficos	Geometry (Multilinestring)	-

#### 5.4 Representação gráfica da base de dados

Nesta seção são apresentados diagramas que representam a estrutura da base de dados criada. A partir deles, é possível verificar todas as tabelas, colunas e relacionamentos da base de dados. As **Figuras 27 a 30** representam respectivamente os esquemas de arruamento, escolas, saúde e qualidade da água.

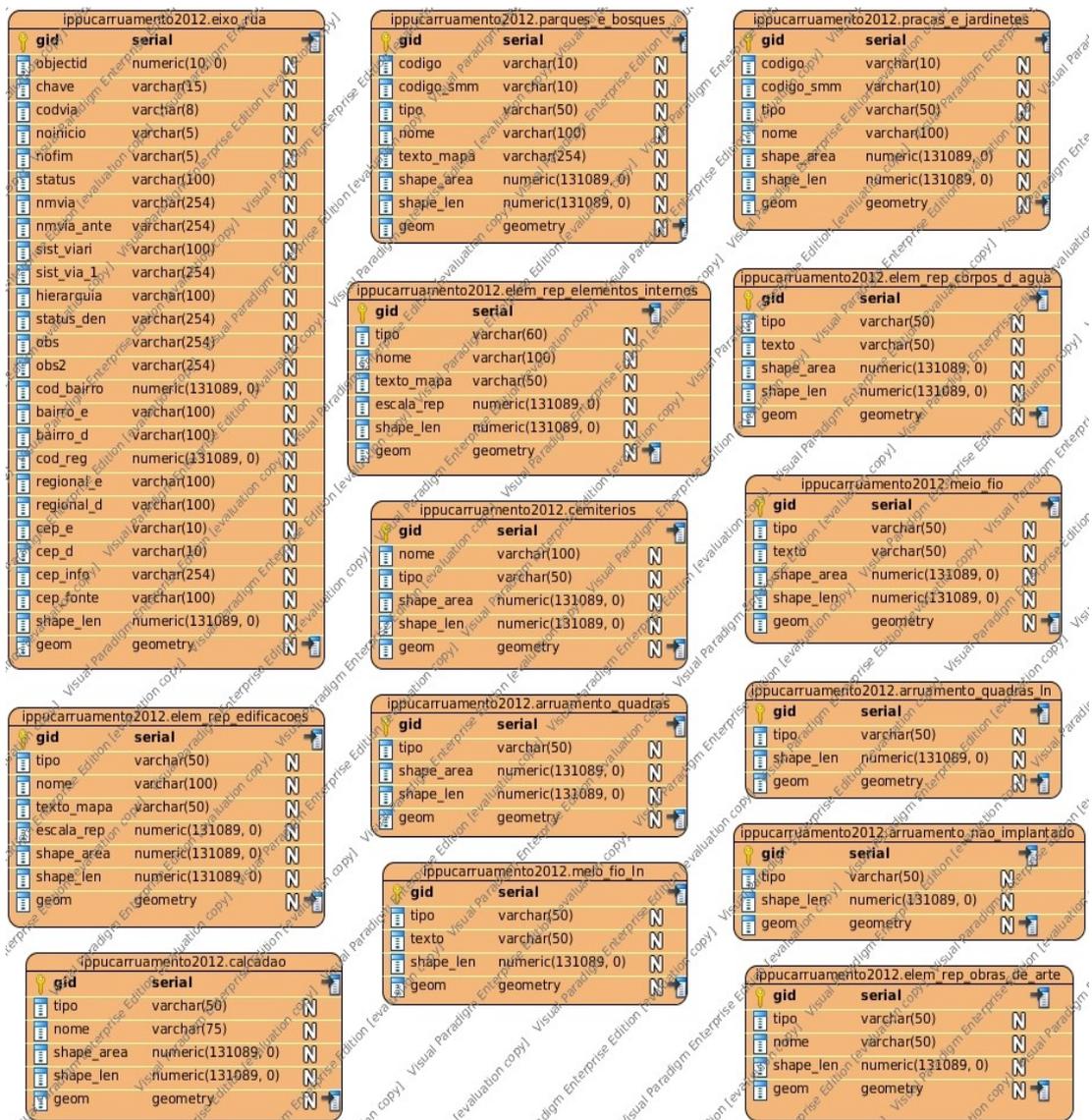


Figura 27: Representação gráfica do esquema de Arruamento. Fonte: Autoria própria.

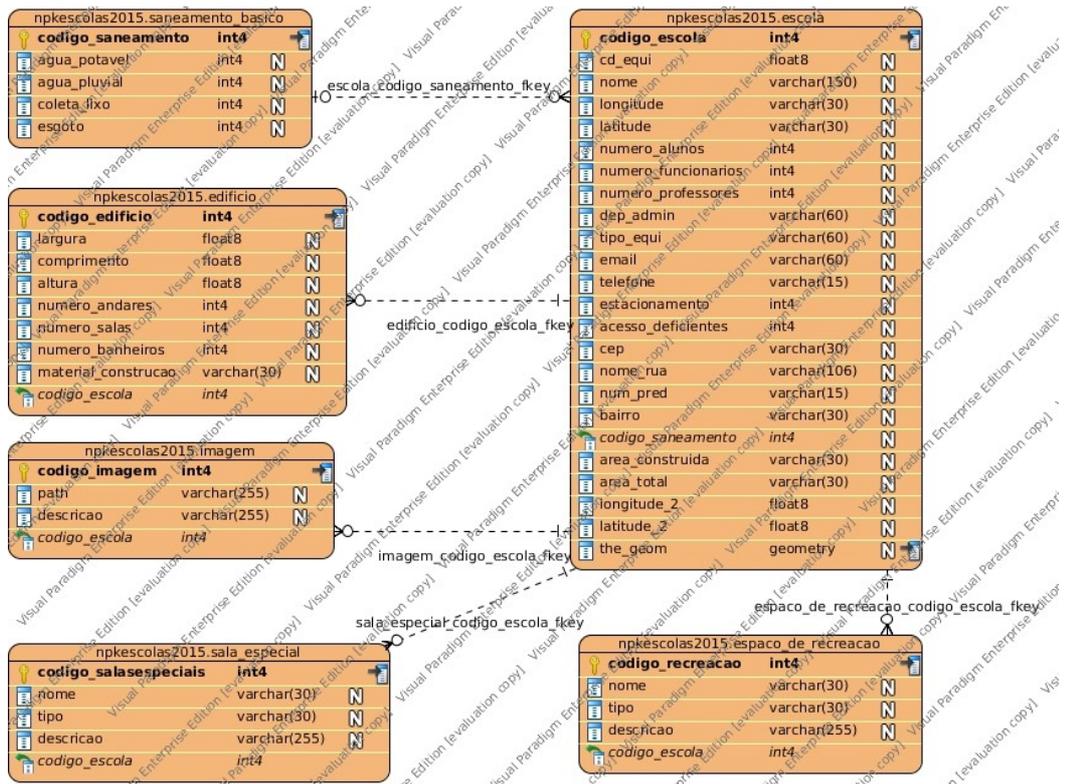


Figura 28: Representação gráfica do esquema de Escolas. Fonte: Autoria própria.

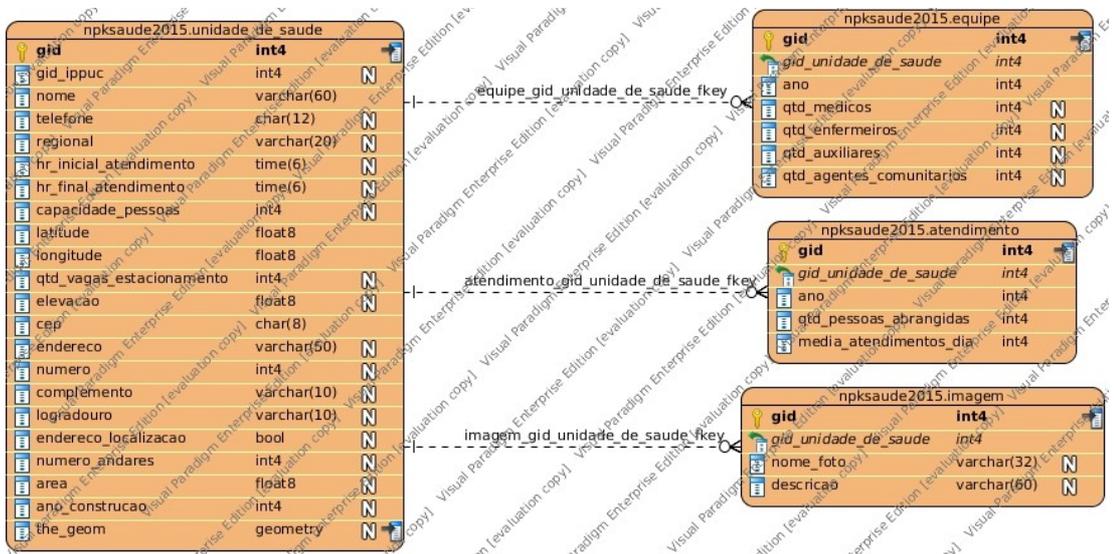


Figura 29: Representação gráfica do esquema de Saúde. Fonte: Autoria Própria.

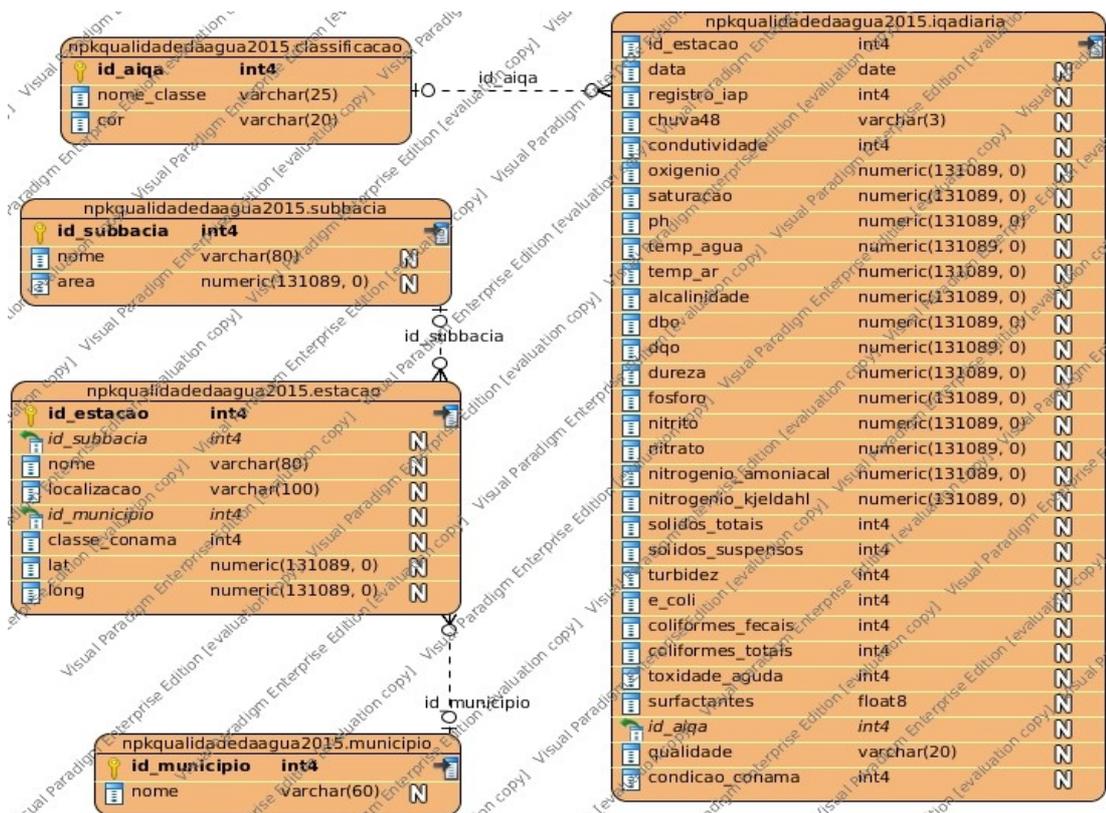


Figura 30: Representação gráfica do esquema de Qualidade de Água. Fonte: Autoria própria.

## 5.5 Instanciação da base de dados

A partir dos dados obtidos junto ao IPPUC, foram aplicados alguns processos de conversão do formato *shapefile* para *scripts* SQL. Foram realizadas modificações nos padrões de nomes de esquemas, tabelas e campos. Sabendo que os dados são dos anos de 2012 e 2014, foi ainda necessário que houvesse uma separação temporal dessas informações. Além disso, verificou-se a necessidade da criação de índices para otimizar futuras consultas a esta nova base. Também organizou-se estes índices e tabelas em *tablespaces* diferentes visando a otimização.

### 5.5.1 Criação da base de dados

Na criação da base de dados, utilizou-se ainda dois *tablespaces* adicionais, um para tabelas e outro para índices. Fazendo essa separação em *tablespaces* distintos, tabelas e índices são alocados cada um em um arquivo de dados diferente. Os benefícios, segundo (Burlison, 2006), são maior organização para o administrador da base de dados (DBA), um melhor

relato do que está ocorrendo (fica mais fácil rastrear onde estão ocorrendo mais operações de I/O) e maior balanceamento nas operações de I/O.

### 5.5.2 Inserção dos dados

Nesta etapa foi realizada uma série de procedimentos sobre os dados geográficos para transformá-los em arquivos de *scripts* SQL e/ou normalizá-los. Definiu-se aqui que os nomes dos esquemas para cada camada seguiria o seguinte padrão: **nome da fonte de dados + tipo da camada de dados + ano**. Resultou-se disso os seguintes esquemas: *ippucarruamento2012*, *ippucarruamento2014*, *escolas2015*, *saude2015*, *qualidadedaagua2015*.

Dois índices foram criados para cada tabela: um índice do tipo árvore-b sobre os campos identificadores e outro índice espacial sobre os campos de geometria. Verifica-se, conforme Elmasri (2005), que os índices do tipo árvore-b são a melhor opção para campos numéricos sequenciais e ordenados, que é o caso dos campos identificadores presentes em todas as tabelas desta base de dados. Já os índices espaciais são próprios para campos do tipo geometria e são partes da extensão do PostGIS.

Os dados de arruamento dos anos de 2012 e 2014 encontravam-se no formato de *shapefiles*, por tanto, foi necessário que se convertesse os dados contidos nestes arquivos para SQL. Foi utilizado para isso a funcionalidade *shp2gis* disponível na própria extensão do PostGIS.

Para cada tabela de arruamento, foi necessário que se criassem seus dois índices e definissem as *tablespaces* para tabelas e índices. Após a conversão de *shapefiles* para SQL, criou-se um *script*, para cada tabela, com a criação dos índices do tipo árvore-b sobre o campo identificador **gid**. Neste mesmo *script* definiu-se também as *tablespaces* para tabelas e índices. É importante observar que o índice sobre o campo de geometria (**geom**) é criado automaticamente durante o processo de conversão de *shapefile* para SQL pelo *shp2file*, foi necessário aqui apenas configurar sua *tablespace*. Estes processos foram automatizados pelo *shell script* disponível no **Anexo A**. Para os dados de arruamento, resultou-se nos *scripts* SQL apresentados nos **Anexos B**.

Os dados de escolas, saúde e qualidade de água, estavam previamente em formato SQL. No entanto, tais dados não estavam com índices definidos, tão pouco com *tablespaces* separadas para tabelas e

índices. Após os comandos de cada tabela, então, adicionou-se comandos de criação de índices sobre os campos identificadores e sobre os campos de geometria. Além destes, adicionou-se comandos para a definição de *tablespaces* separados para índices e tabelas. Os *scripts* gerados após este processo estão localizados no **Anexo B**.

Visando a otimização da base de dados, por tanto, foram empregados os seguintes itens na sua criação:

- Esquemas diferenciados para anos e domínios.
- Uso de visões para, por exemplo, unir dados de domínios e anos diferentes.
- Uso de índices espaciais e primários.
- Padronização da base de dados em nomes de tabelas, esquemas e dados.
- Utilização de *tablespaces* distintas para índices e tabelas.
- Utilização de usuários distintos para a administração/leitura da base.

É importante ressaltar que a integração de dados de domínios e anos diferentes é garantida utilizando visões (*views*) das tabelas desejadas. Utilizando visões, é possível unir dados de diferentes tabelas e esquemas sem a necessidade de realizar alterações estruturais no banco de dados original – como por exemplo a criação de novos esquemas, tabelas e campos. Isso garante, conforme já citado, a otimização da base.

Como exemplo de visão, cita-se a visão de escolas onde são unidas (UNION) informações de instituições de ensino de todas as categorias (particular, estadual, municipal, etc). Um exemplo de visão que realiza a integração dos dados pode ser obtida no **Quadro 8** disponível no **Anexo B**.

## 6 ABORDAGEM SOBRE O BAIRRO TATUQUARA

O Tatuquara é um bairro da cidade de Curitiba, no estado do Paraná, localizado na região sul da cidade. O bairro faz fronteira com a Cidade Industrial (CIC), Pinheirinho, Sítio Cercado, Umbará, Campo do Santana e com o município de Araucária. O Tatuquara tem sido um bairro muito visado pela Companhia de Habitação Regular para a construção de moradias para pessoas vulneráveis economicamente. Graças a isso, o bairro vem passando por um forte processo de urbanização nos últimos anos.

Tendo dados geoespaciais dessa região é possível realizar uma análise exploratória sobre o bairro, levantando informações sobre a sua urbanização. Esta seção busca descobrir quais são os principais problemas de urbanização do Tatuquara sobre as vias de acesso ao bairro, escolas e postos de saúde.

### 6.1 Batel X Tatuquara

Pode-se realizar um comparativo entre os bairros Tatuquara e Batel analisando a **Tabela 9**. Nela, é possível notar que o Tatuquara é um bairro que possui uma área pouco mais de dez vezes o tamanho do Batel e uma população cerca de cinco vez maior.

Tabela 9: Comparativos de números do Batel e do Tatuquara.

Dado	Batel	Tatuquara
Área	1,76 Km 2	11,23 Km 2
População	11778 Hab	54315 Hab
Densidade	66,92	42,24
Pontos de ônibus	58	211
Linhas de ônibus	47	98
Quadras	71	497
Ruas	43	43

Outra abordagem que se pode fazer é em relação aos números de alvarás dos dois bairros. O **Gráfico 1** demonstra o número de alvarás desde o início do século 20 nos dois bairros. Note que o Tatuquara, apesar de possuir uma área dez vezes maior do que o Batel, sempre apresenta um número menor de alvarás, apesar de ambos os bairros apresentarem o mesmo padrão de crescimento nos últimos 15 anos.

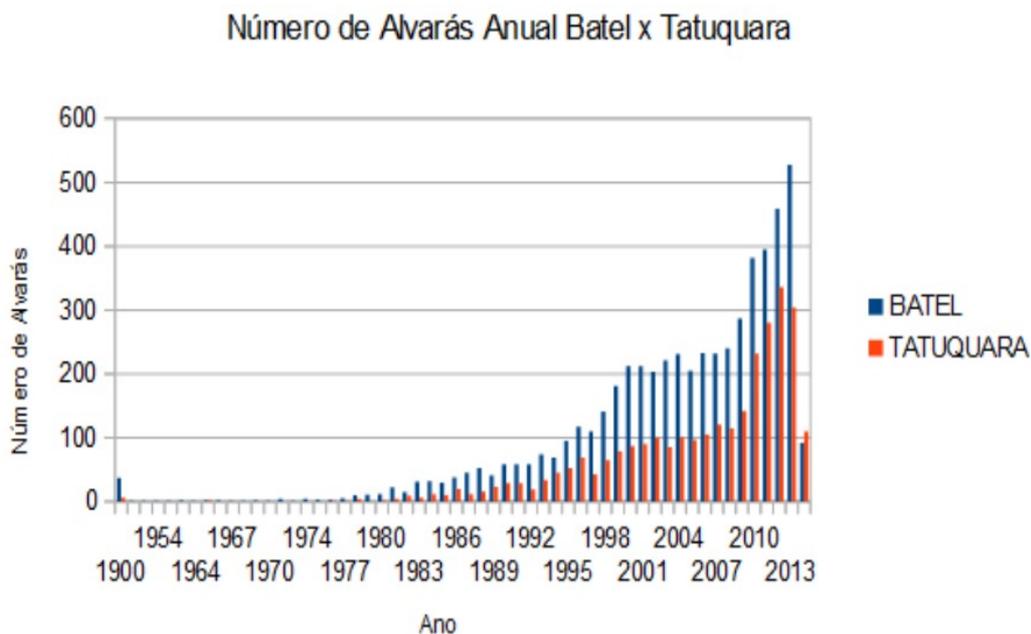


Gráfico 1: Número de alvarás desde 1900 nas regiões do Batel e Tatuquara. Fonte: Autoria própria.

## 6.2 Vias de acesso ao bairro

Uma visão geral das ruas do bairro pode ser vista a partir da **Figura 31**. Nesta figura, tem-se o limite legal do bairro destacado pelas linhas pretas e os eixos das ruas do bairro, destacados pelas linhas roxas. Observe que, de maneira geral, o Tatuquara possui um preenchimento maior de ruas em sua porção ocidental, enquanto sua porção oriental possui uma pequena “ilha” de vias. Nesta seção o objetivo principal é mostrar quais são as vias de acesso ao Tatuquara, focando às que ligam o bairro com a região central e com a Cidade Industrial de Curitiba, por se tratarem de vias onde o tráfego diário pode ser maior.

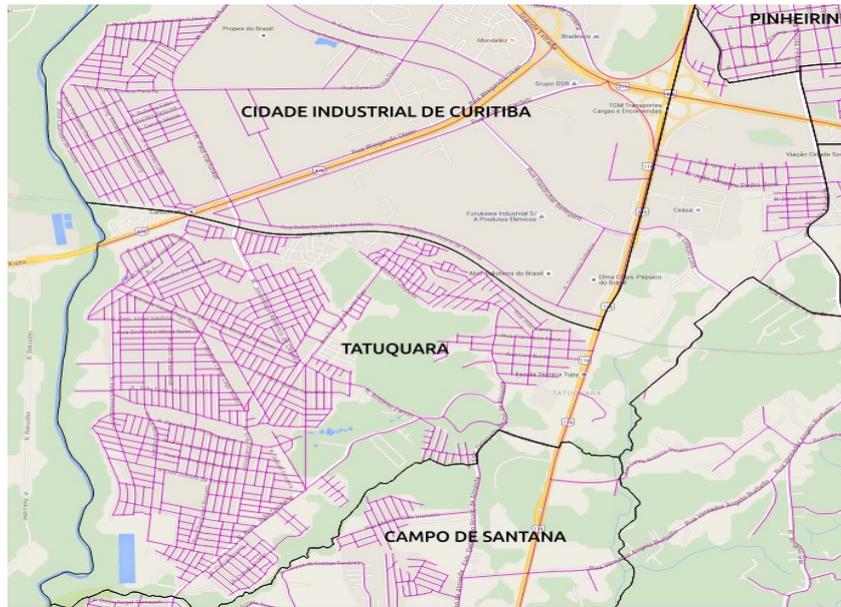


Figura 31: Visão geral das ruas do Tatuquara. Fonte: Autoria própria.

A **Figura 32** mostra as vias de acesso pela Rua Paul Garfunkel (destacada pela linha amarela) que liga o Tatuquara ao CIC e passa sob um viaduto da Rodovia do Xisto que dá acesso ao município de Araucária. A ligação direta da Rodovia do Xisto ao bairro se dá pelo início da Rua Jovenilson Américo de Oliveira que corta e dá acesso a uma região residencial com outras ruas mais estreitas, não apropriadas para maior fluxo de veículos conforme mostra a **Figura 33**.



Figura 32: Vias de acesso ao Tatuquara pelas ruas Paul Garfunkel e Jovenilson Américo de Oliveira. Fonte: Autoria própria.



Figura 33: Rua Jovenilson Américo de Oliveira. Fonte: Google Street View.

A outra opção de acesso ao Tatuquara é pela BR-116 que corta o bairro de norte a sul. As vias que ligam o Tatuquara a esta BR são, ao norte, apenas as ruas Ignez de Souza Soares e João Amadeu Pedro Bom, Conforme mostra a **Figura 35**. Já pela metade sul do bairro, as opções são as ruas João Batista Bettega Júnior e Antônio Gai, conforme mostra a **Figura 34**.

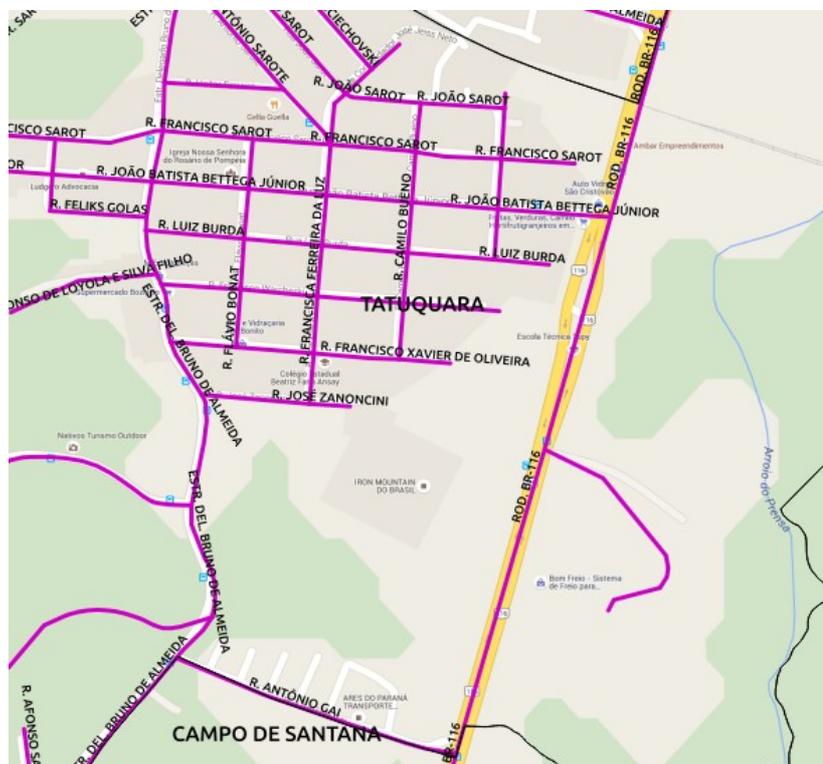


Figura 34: Vias de acesso à parte sul do Tatuquara. Fonte: Autoria própria.



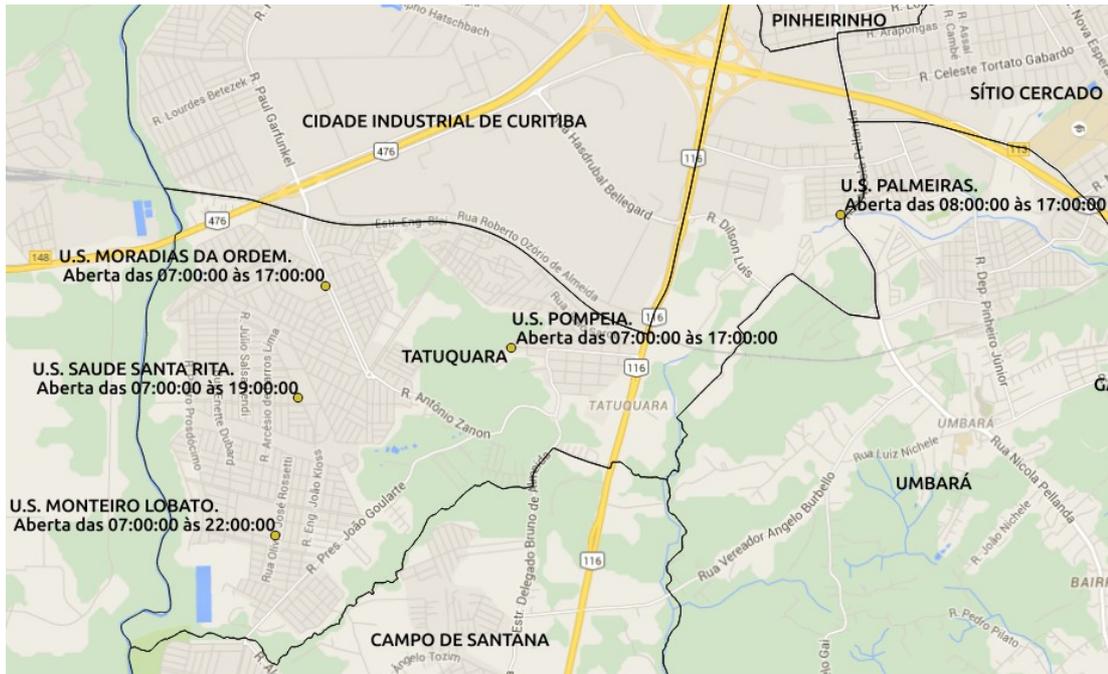


Figura 36: Unidades de saúde do Tatuquara e seus horários de funcionamento. Fonte: Autoria própria.

```

SELECT p.nome, ml.nome, ST_DISTANCE(ml.the_geom, p.the_geom)
  FROM npksaude2015.unidade_de_saude AS p, npksaude2015.unidade_de_saude
  AS ml
 WHERE p.gid = 4
    AND ml.gid = 3;

SELECT p.nome, ml.nome, ST_DISTANCE(ml.the_geom, p.the_geom)
  FROM npksaude2015.unidade_de_saude AS p, npksaude2015.unidade_de_saude
  AS ml
 WHERE p.gid = 4
    AND ml.gid = 2;

```

Quadro 7: Consultas espaciais para descobrir a distância entre as U.S. Palmeiras e Monteiro Lonato e Santa Rita, respectivamente.

Tabela 10: Resultado das consultas espaciais do Quadro 8 de distâncias entre unidades de saúde

Origem	Destino	Distância (km)
U.S. Palmeiras	U.S. Santa Rita	4,1 km
U.S. Palmeiras	U.S. Monteiro Lobato	4,5 km

Outro problema encontrado é o horário de funcionamento dos postos. Note que a maioria funciona até às 17 horas, exceto a U.S. Monteiro Lobato que atende até às 22 horas. Suponha que um morador em torno da U.S. Palmeiras necessite de atendimento após às 17h. Este morador precisará se

deslocar até a U.S. Santa Rita (caso seja antes de 19 horas) ou até a a U.S. Monteiro Lobato (caso seja após às 19 horas). Executando as consultas do **Quadro 7**, que mede a distância da U.S. Palmeiras até as U.S. Santa Rita e Monteiro Lobato, respectivamente, tem-se os resultados na **Tabela 10**. Neste caso, o morador precisará percorrer mais de 4km até um posto de saúde, sendo mais vantajoso, talvez, buscar atendimento em uma U.S. ou hospital em outro bairro. É importante ressaltar que as distâncias mostradas no **Quadro 7** são de linhas retas entre os postos de saúde e servem apenas como uma estimativa da distância real que deverá percorrer um caminho pelas ruas entre os dois locais.

Tabela 11: Ano de construção e capacidade das unidades de saúde do Tatuquara

Unidade de Saúde	Ano de construção	Capacidade
Monteiro Lobato	2006	130
Pompéia	2004	100
Palmeiras	1986	75
Santa Rita	1999	70
Moradias da Ordem	1996	200

Com os dados de unidades de saúde do Tatuquara, é possível ainda verificar o ano em que cada unidade foi construída. A **Tabela 11** mostra cada U.S. do Tatuquara, seu respectivo ano de construção e capacidade. Note que as mais recentes foram construídas em 2004 e 2006 (U.S. Pompéia e U.S. Monteiro Lobato, respectivamente) sendo as demais construídas antes dos anos 2000. Pode-se identificar que a U.S. mais antiga do Tatuquara é a U.S. Palmeiras, construída no ano de 1986 e conforme o mapa da **Figura 37** é a mais isolada. A U.S. Palmeira possui uma das menores capacidades de atendimento (75 pessoas). Por tanto, caso a prefeitura quisesse verificar a situação das U.S. do Tatuquara para possíveis melhorias, talvez devesse focar sua vistoria na U.S. Palmeiras, pois há grande probabilidade de estar mais carente em relação às outras, pois é a mais antiga, pode ser responsável por grande número de moradores (por estar mais isolada) e tem uma das menores capacidades.

Um SIG poderia auxiliar o planejamento da construção de unidades de saúde no bairro fornecendo localizações que as distribuíssem melhor pelo polígono do bairro, por exemplo. Além disso, integrando esta camada de

dados com outras, pode-se planejar melhor a implantação de outros objetos de outros domínios. Por exemplo pontos de ônibus e vias de acesso que facilitem o acesso a estas unidades de saúde.

#### 6.4 Escolas

A **Figura 37** mostra todas as escolas dentro do bairro Tatuquara e os tipos de ensino que elas oferecem. Nesta imagem, os pontos amarelos referem-se às escolas estaduais e os pontos azuis referem-se às escolas municipais. De maneira geral, pode-se dizer que há uma predominância de escolas municipais no bairro e que não há nenhuma escola particular ou federal nesta região.

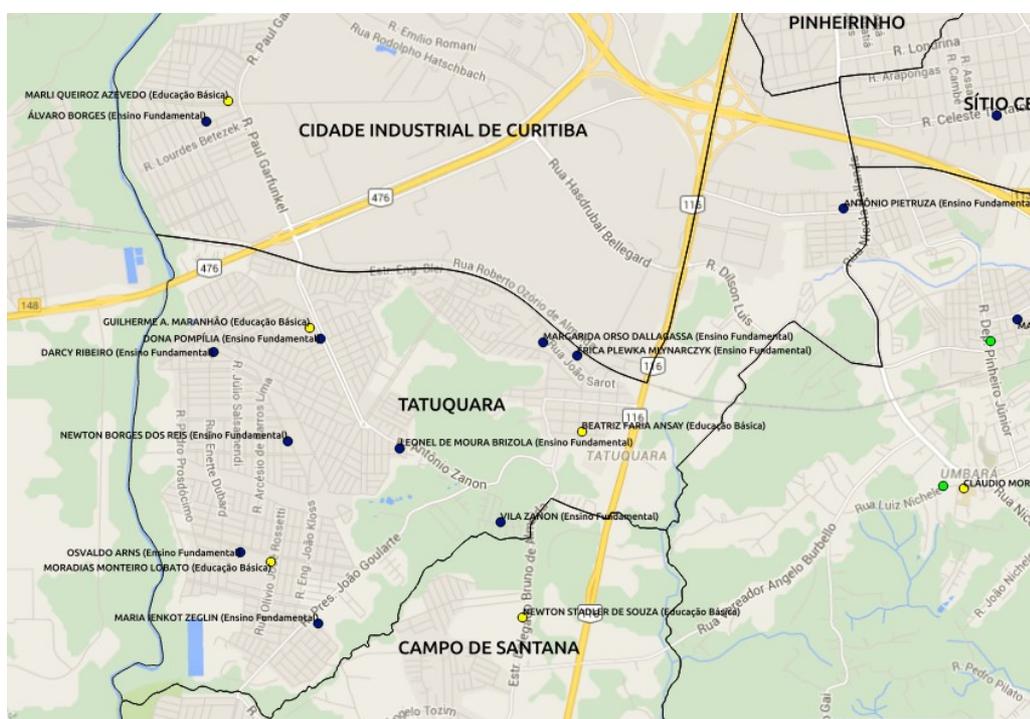


Figura 37: Escolas na região do Tatuquara. Fonte: Autoria própria.

Outro ponto que se pode levantar é sobre a distribuição dessas escolas sobre o bairro. Na **Figura 33** observa-se escolas muito próximas umas das outras, não muito bem distribuídas pelo bairro como é o caso das escolas Guilherme A. Maranhão e Dona Pompília, Osvaldo Arns e Moradias Monteiro Lobato, Margarida Orso Dalagassa e Érica Plewka Mynarczyk. Estas duas últimas escolas (mostradas nas **Figuras 38 e 39**) estão há menos de duas quadras de distância uma da outra, ambas oferecem ensino fundamental e são administradas pelo município. Essas aglomerações têm a desvantagem de que certas regiões ficam carentes em escolas, exigindo que

os estudantes que não residam próximos desses aglomerados percorram maior distância até elas.



Figura 39: Fachada da Escola Municipal Margarida Orso Dallagassa. Fonte: Autoria própria.



Figura 38: Fachada da Escola Municipal Érica Plewka Mlynarczyk. Fonte: Autoria própria.

Tabela 12: Ano de construção das escolas do Tatuquara.

Escola	Ano de construção
Guilherme A. Maranhão	1998
Darcy Ribeiro	2009
Newton Borges dos Reis	2009
Oswaldo Arns	2008
Moradas Monteiro Lobato	2002
Maria Ienkot Zeglin	2009
Dona Pompília	2004
Leonel de Moura Brizola	2011
Vila Zanon	2009
Margarida O. Dallagassa	2009
Érica Plewka Mlynarczyk	2003
Antônio Pietruza	2004

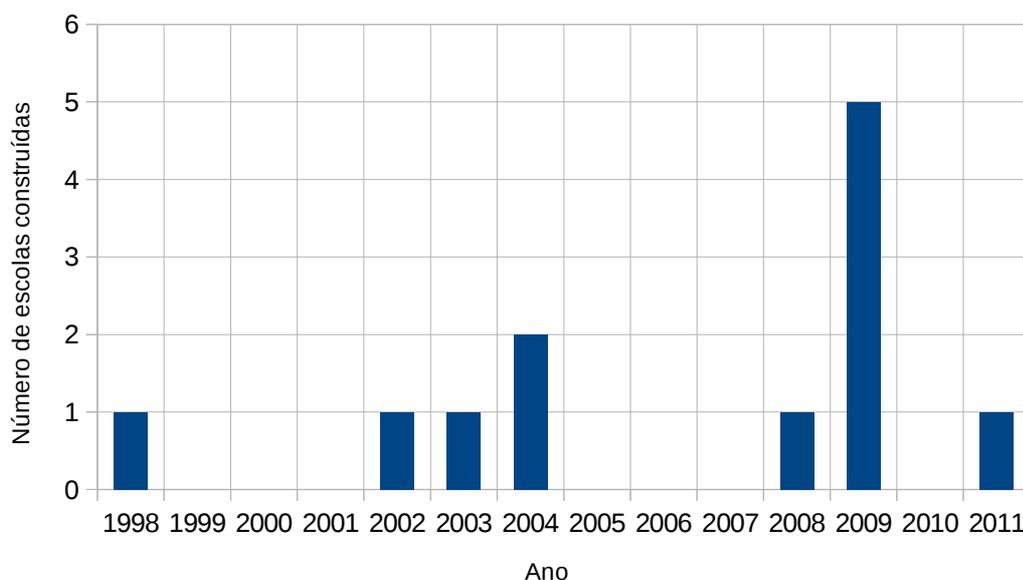


Gráfico 2: Número de escolas construídas por ano. Fonte: Autoria própria.

Pode-se ainda abordar o ano de construção de cada uma das escolas do bairro. A **Tabela 12** mostra uma relação das escolas do Tatuquara e seus respectivos anos de construção. A escola mais antiga do bairro é a Escola Guilherme A. Maranhão, construída em 1998 e a mais recente é a Escola Leonel de Moura Brizola. As **Figuras 40** e **41** mostram, respectivamente as fachadas das duas escolas.



Figura 40: Escola Guilherme A. Maranhão. Fonte: Autoria própria.



Figura 41: Escola Leonel de Moura Brizola. Fonte: Autoria própria.

O **Gráfico 2** mostra uma visão histórica do número de escolas construídas no bairro por ano desde 1998, quando a escola mais antiga foi construída. Em específico, observe que no ano 2009 houve um grande

investimento em educação no bairro, sendo construídas cinco escolas.

Utilizando um SIG, pode-se, da mesma forma que com as unidades de saúde planejar uma melhor distribuição das escolas no bairro, levando também em conta aspectos como população de uma região e o tipo de ensino oferecido pela escola.

## 7 Conclusões

Neste trabalho abordou-se aspectos históricos que levaram Curitiba e Região Metropolitana a uma expansão urbanística e populacional e as principais questões geradas a partir desses fatos. Argumentou-se como a área do geoprocessamento pode ajudar o planejamento urbano de Curitiba a contornar esses problemas surgidos a partir das últimas mudanças ocorridas na cidade, como por exemplo a crescente ocupação da RMC conforme se verifica em Quadros et al. (2002).

Abordou-se conceitos básicos de geoprocessamento e do planejamento urbano no referencial teórico que dizem respeito tanto a técnicas (como tipos de dados, relações espaciais e consultas espaciais), quanto ferramentas utilizadas nas duas áreas (como os SIG e o BIM), aplicações relacionadas com o trabalho dentro do planejamento urbano e do geoprocessamento e desafios gerais e dentro do contexto de Curitiba.

Apresentou-se, ainda, uma proposta de desenvolvimento de uma base de dados da cidade de Curitiba contendo dados integrados de várias categorias (*layers*) e de várias fontes e formatos, obtidos de fontes diferenciadas (IPPUC, PMC, etc). Especificou-se os objetivos que o desenvolvimento deste trabalho busca que consiste na instanciação, integração, otimização e estudo de um problema em cima deste artefato; as etapas que serão necessárias seguir para atingir tais objetivos; os recursos (de *software* e *hardware*) para o desenvolvimento do projeto e um cronograma para o seu desenvolvimento.

As principais dificuldades encontradas no desenvolvimento deste trabalho foram a falta de conhecimento prévio para trabalhar com dados geográficos. Dados espaciais diferem de dados convencionais, logo, demandam novas funções e ferramentas para manipulá-los. Trabalhar com dados geoespaciais, dominar suas funções e ferramentas específicas acabou sendo um grande obstáculo inicial que foi necessário superar para desenvolver este trabalho.

Com o desenvolvimento deste trabalho foram obtidos dois principais produtos: a base de dados e um estudo de caso sobre ela.

A base de dados foi criada de maneira a seguir uma padronização para facilitar a sua utilização. Foram implementados alguns mecanismos visando

a sua otimização. Além disso, foi proposta uma forma de integrar dados de anos e domínios diferentes utilizando visões. Durante a criação da base de dados foi possível ainda identificar inconsistências geográficas entre dados de anos diferentes.

Esta base poderá ser utilizada por engenheiros, arquitetos e tomadores de decisões para o planejamento urbano da cidade mediante as mudanças pelas quais ela vem passando nos últimos tempos. Por exemplo, para planejar bairros em grande expansão como Tatuquara, deve-se ter informações geográficas para evitar problemas ambientais (alagamentos), urbanos (vias de acesso ao bairro) e sociais (existência de hospitais e instituições de ensino na região). Além disso, o artefato pode inspirar o desenvolvimento de aplicações para planejamento urbano ou para uso direto da população .

Um segundo resultado deste trabalho consiste na abordagem sobre o bairro Tatuquara. Nele, foi possível retomar alguns questionamentos elencados no início deste trabalho:

- Existem poucas vias de acesso ao bairro, principalmente aquelas que interligam o bairro com a região central e com bairros industriais como a CIC. As vias que existem não suportam grande fluxo de veículos o que provavelmente ocasiona congestionamentos sobretudo em horários de pico.
- Os postos de saúde do Tatuquara são pouco distribuídos pela região. Alguns deles estão isolados e encerram as suas atividades mais cedo, obrigando o morador da região a buscar um posto mais afastado.
- As escolas do bairro também se encontram pouco distribuídas pela região. Existem escolas de ensino fundamental municipais há menos de duas quadras de distância enquanto em outras regiões há falta delas. Há também diversas outras aglomerações de escolas e regiões carentes delas. Foi possível ainda perceber que os investimentos em educação na região do Tatuquara ganharam força apenas em 2009, ano em que foram construídas cinco escolas.

Espera-se que a partir as informações levantadas neste trabalho sejam

inspiradas novas abordagens na área de geoprocessamento que auxiliem ainda mais o planejamento e a administração do espaço urbano.

## 8 Referências Bibliográficas

Borges, K. A. V. Uso de uma ontologia de lugar urbano para reconhecimento e extração de evidências geoespaciais na Web. Doctoral thesis, UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais, 2006.

Burleson, D. K., Danchev, A. B. Oracle Tuning, the definitive reference. Third edition. Oracle-in-focus Series. Hardcover. 2006.

Câmara G., Casanova M. A., Hemerly A. S., Magalhães G. C. and Medeiros C. M. B. Anatomia de sistemas de informação geográfica. In 10a. Escola de Computação, p. 197, Campinas. Instituto de Computação – UNICAMP. 1996.

Clementini, E., Felice, P. D., and van Oosterom, P. A small set of formal topological relationships suitable for end-user interaction. In Proceedings of the Third International Symposium on Advances in Spatial Databases, p. 277–295. Springer-Verlag, 1993.

Copel. SIG/SAM. Companhia Paranaense de Energia Elétrica. Disponível em: <<http://www.copel.com/sig-sam/sig-sam.jsp>>. Acesso em 14/06/2015.

DATEX II. The standard for ITS on European Roads. Datex brochure. 2011.

Duarte, F. Planejamento Urbano. Ibpex. 2009.

e-PING. Padrões de Interoperabilidade de Governo Eletrônico. Documento de Referência. 2010. Disponível em <<http://www.governoeletronico.gov.br/acoes-e-projetos/e-ping-padroes-de-interoperabilidade>>. Acesso em 23/07/2015.

Elmasri, R., Navathe, S. B. Sistemas de banco de dados. 4. ed. São Paulo: Pearson Addison-Wesley. 724 p. ISBN 85-88639-17-3. 2005.

Egenhofer, M. J. Query processing in spatial-query-by-sketch. Journal of Visual Languages & Computing, 8:403–424, Aug. 1997.

ESRI. CityEngine. 3D Modeling Software for Urban Environments. Disponível em: <<http://www.esri.com/software/cityengine>>. Acesso em: 23/11/2014.

Ferreira, N., Poco, J., Vo, H. T., Freire, J., Silva, T. Visual Exploration of Big Spatio-Temporal Urban Data: A Study of New York City Taxi Trips. Visualization and Computer Graphics, IEEE Transactions on 19 (12), 2149-2158, 2013.

Larson, R. R. Geographic information retrieval and spatial browsing. In L. C. Smith and M. Gluck, editors, Geographic information systems and libraries: patrons, maps, and spatial information: papers presented at the 1995 Clinic on Library Applications of Data Processing, April 10-12, 1995, pages 81–124. Graduate School of Library and Information Science, University of Illinois at Urbana-Champaign, University of Illinois, Urbana-Champaign, Apr. 1995.

IBGE. SIRGAS – Relatório Final. Grupos de Trabalho I e II. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1997.

INDE. Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais. Governo Federal. 2015. Disponível em: <<http://www.inde.gov.br/>>. Acesso em: 23/07/2015.

INDE. Visualizador de mapas. INDE. Disponível em: <<http://www.inde.gov.br/geo-servicos/visualizador-de-mapas>>. Acesso em: 21/03/2015.

IPPUC. Relatório descritivo das atividades de levantamento de informações e montagem do banco de dados. São Paulo. Ago. 2013. Disponível em <[http://www.ippuc.org.br/visualizar.php?doc=http://admsite.ippuc.org.br/arquivos/documentos/D325/D325\\_006\\_BR.pdf](http://www.ippuc.org.br/visualizar.php?doc=http://admsite.ippuc.org.br/arquivos/documentos/D325/D325_006_BR.pdf)>. Acesso em 23/07/2015.

IPPUC. Curitiba em dados. Disponível em [http://curitibaemdados.ippuc.org.br/Curitiba\\_em\\_dados\\_Pesquisa.htm](http://curitibaemdados.ippuc.org.br/Curitiba_em_dados_Pesquisa.htm). Acesso em 14/06/2015.

Li, L. T., Torres, R. da S. Digital Libraries Applications: CBIR, Education, Social Networks, eScience/Simulation, and GIS. In Capítulo 5 – Geospacial Information, páginas 63 – 117. Morgan & Claypool Publishers. 2014.

Minella, F. O., Krüger, E. L. Impactos da geometria urbana no microclima. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – PPGTE-UTFPR. 2010.

Moura, A.C.M. GIS in the diagnosis and prognosis of areas of special interest to the area of influence of the transmission lines of Cemig—case study of RMBA, in: XXIV Brazilian Congress of Cartography, Aracaju, SE, pp. 243-258. 2010.

Moura A. C. M., Learning topics in urban planning at UFMG: Geoprocessing to support analysis, planning and proposal of the urban landscape at neighborhood scale, in: 5th International Seminar on Environmental Planning and Management: Urban Responses for Climate Change, p.15, Brasília, Brazil, Oct. 18-20, 2012.

Oke, T. R. Boundary layer climates. Nova York: Methuen, 1978,

OGC. Open Geospatial Consortium. Making location count. Disponível em <http://www.opengeospatial.org/>. Acesso em: 14/06/2015.

Quadros, D. G., Moutinho, L. C. F., Kulaitis F. MRIT: Rede Integrada Metropolitana de Trabalho. Revista Mediações, vol. 7, no. 2, p.63-86. 2002.

Souza, N. R. de. Planejamento urbano em Curitiba: saber técnico, classificação dos cidadãos e partilha da cidade. *Rev. Sociol. Polit.*, Jun, no.16, p.107-122. ISSN 0104-4478. 2001.

Trafikverket. Swedish Transport Administration. Real time information. Disponível em: <http://www.trafikverket.se/en/startpage/Operations/Operations-road/Traffic-information/Real-time-traffic-information/>>. Acesso em 12/04/2015. 2014.

Williams, K., Wu, J., Choudhury, S. R., Khabsa M., Giles, C. L. Scholarly Data Information Extraction and Integration in the CiteSeer Digital Library. Information Sciences and Technology, Computer Science and Engineering. Pennsylvania State University, University Park, PA, USA. 2014.

ViziCities. See your city in revolutionary ways. Disponível em: <http://vizicities.com/>>. Acesso em: 23/11/2014.

Zam, M., Medeiros, C., Santanchè A., Longo J. S. C., Geneviève J. Multi-focus Research and Geospatial Data - anthropocentric concerns. Journal of Information and Data Management, Vol. 5, No. 2, June, p. 146-160. 2014.

## ANEXOS

### **Anexo A. Shell Script para a conversão de shapefiles para SQL e criação dos índices**

```
#!/bin/bash
if [ -z "$1" ] || [ -z "$2" ] || [ -z "$3" ];
then
    echo "Erro. Adicione os seguintes parâmetros, respectivamente (sem
colchetes): [ esquema ] [ tablespace de índice ] [ tablespace de tabelas ]"
    exit 1;
fi

mkdir ./sql/

for f in *.shp ;
do

    shp2pgsql -I -s 4326 -W "latin1" "$f" "$1.${f%.shp}" "$f" | tr -d "" >
./sql/"${f%.shp}.sql" ;
    t="${f%.shp}";
    t=${t,,};
    echo "
CREATE INDEX "$t"_gid_btree ON $1."$t" (gid);
ALTER INDEX $1."$t"_gid_btree SET TABLESPACE $2;
ALTER INDEX $1."$t"_geom_gist SET TABLESPACE $2;
ALTER TABLE $1."$t" SET TABLESPACE $3;" >> ./sql/indices_tablespace.sql
done;
```

### **Anexo B. Comandos SQL para a criação das tabelas dos esquemas de arruamento e seus respectivos índices e Visões**

Os comandos de criação de banco de dados estão versionados no seguinte repositório por serem muito extensos:

<https://github.com/gBarczyszyn/postgiscwb>

```
CREATE OR REPLACE VIEW educacao.escolas AS
```

```
SELECT cei_conveniada.gid,  
cei_conveniada.cd_equi,  
cei_conveniada.tema,  
cei_conveniada.id equip,  
cei_conveniada.equipament,  
cei_conveniada.tipo_equi,  
cei_conveniada.dep_admin,  
cei_conveniada.pre_nome,  
cei_conveniada.nome,  
cei_conveniada.sigla_equi,  
cei_conveniada.conveniada,  
cei_conveniada.nome_abrev,  
cei_conveniada.nome_mapa,  
cei_conveniada.cd_ rua,  
cei_conveniada.nome_ rua,  
cei_conveniada.nome_ruano,  
cei_conveniada.num_pred,  
cei_conveniada.compl_end,  
cei_conveniada.indfiscal,  
cei_conveniada.cd_bairro,  
cei_conveniada.bairro,  
cei_conveniada.quadr_equi,  
cei_conveniada.cd_regiona,  
cei_conveniada.regional,  
cei_conveniada.func_manha,  
cei_conveniada.func_tarde,  
cei_conveniada.func_noite,  
cei_conveniada.func_24hr,  
cei_conveniada.telefone,  
cei_conveniada.ramal,  
cei_conveniada.email,  
cei_conveniada.site,  
cei_conveniada.dt_inaugur,  
cei_conveniada.desativado,  
cei_conveniada.observacao,  
cei_conveniada.fonte,  
cei_conveniada.dt_atualiz,  
cei_conveniada.coord_e,  
cei_conveniada.coord_n,  
cei_conveniada.geom
```

```
FROM educacao.cei_conveniada
```

```
UNION
```

```
SELECT cei_particular.gid,  
cei_particular.cd_equi,  
cei_particular.tema,  
cei_particular.id equip,  
cei_particular.equipament,  
cei_particular.tipo_equi,  
cei_particular.dep_admin,  
cei_particular.pre_nome,  
cei_particular.nome,  
cei_particular.sigla_equi,  
cei_particular.conveniada,  
cei_particular.nome_abrev,  
cei_particular.nome_mapa,  
cei_particular.cd_ rua,  
cei_particular.nome_ rua,  
cei_particular.nome_ruano,  
cei_particular.num_pred,  
cei_particular.compl_end,  
cei_particular.indfiscal,  
cei_particular.cd_bairro,  
cei_particular.bairro,  
cei_particular.quadr_equi,  
cei_particular.cd_regiona,  
cei_particular.regional,  
cei_particular.func_manha,  
cei_particular.func_tarde,  
cei_particular.func_noite,  
cei_particular.func_24hr,  
cei_particular.telefone,  
cei_particular.ramal,  
cei_particular.email,  
cei_particular.site,  
cei_particular.dt_inaugur,  
cei_particular.desativado,  
cei_particular.observacao,  
cei_particular.fonte,  
cei_particular.dt_atualiz,  
cei_particular.coord_e,  
cei_particular.coord_n,  
cei_particular.geom
```

```
FROM educacao.cei_particular
```

```
UNION
```

```
SELECT cmae.gid,  
cmae.cd_equi,  
cmae.tema,  
cmae.id equip,  
cmae.equipament,  
cmae.tipo_equi,  
cmae.dep_admin,  
cmae.pre_nome,  
cmae.nome,  
cmae.sigla_equi,  
cmae.conveniada,  
cmae.nome_abrev,  
cmae.nome_mapa,  
cmae.cd_ rua,  
cmae.nome_ rua,  
cmae.nome_ruano,  
cmae.num_pred,  
cmae.compl_end,  
cmae.indfiscal,  
cmae.cd_bairro,  
cmae.bairro,  
cmae.quadr_equi,  
cmae.cd_regiona,  
cmae.regional,  
cmae.func_manha,  
cmae.func_tarde,  
cmae.func_noite,  
cmae.func_24hr,  
cmae.telefone,  
cmae.ramal,  
cmae.email,  
cmae.site,  
cmae.dt_inaugur,  
cmae.desativado,  
cmae.observacao,  
cmae.fonte,
```

```

cmae.dt_atualiz,
cmae.coord_e,
cmae.coord_n,
cmae.geom
FROM educacao.cmae
UNION
SELECT cmei.gid,
cmei.cd_equi,
cmei.tema,
cmei.id equip,
cmei.equipament,
cmei.tipo_equi,
cmei.dep_admin,
cmei.pre_nome,
cmei.nome,
cmei.sigla_equi,
cmei.conveniado,
cmei.nome_abrev,
cmei.nome_mapa,
cmei.cd_rua,
cmei.nome_rua,
cmei.nome_ruano,
cmei.num_pred,
cmei.compl_end,
cmei.indfiscal,
cmei.cd_bairro,
cmei.bairro,
cmei.quadr_equi,
cmei.cd_regional,
cmei.regional,
cmei.func_manha,
cmei.func_tarde,
cmei.func_noite,
cmei.func_24hr,
cmei.telefone,
cmei.ramal,
cmei.email,
cmei.site,
cmei.dt_inaugur,
cmei.desativado,
cmei.observacao,
cmei.fonte,
cmei.dt_atualiz,
cmei.coord_e,
cmei.coord_n,
cmei.geom
FROM educacao.cmei
UNION
SELECT ensino_superior.gid,
ensino_superior.cd_equi,
ensino_superior.tema,
ensino_superior.id equip,
ensino_superior.equipament,
ensino_superior.tipo_equi,
ensino_superior.dep_admin,
ensino_superior.pre_nome,
ensino_superior.nome,
ensino_superior.sigla_equi,
ensino_superior.conveniado,
ensino_superior.nome_abrev,
ensino_superior.nome_mapa,
ensino_superior.cd_rua,
ensino_superior.nome_rua,
ensino_superior.nome_ruano,
ensino_superior.num_pred,
ensino_superior.compl_end,
ensino_superior.indfiscal,
ensino_superior.cd_bairro,
ensino_superior.bairro,
ensino_superior.quadr_equi,
ensino_superior.cd_regional,
ensino_superior.regional,
ensino_superior.func_manha,
ensino_superior.func_tarde,
ensino_superior.func_noite,
ensino_superior.func_24hr,
ensino_superior.telefone,
ensino_superior.ramal,
ensino_superior.email,
ensino_superior.site,
ensino_superior.dt_inaugur,
ensino_superior.desativado,
ensino_superior.observacao,
ensino_superior.fonte,
ensino_superior.dt_atualiz,
ensino_superior.coord_e,
ensino_superior.coord_n,
ensino_superior.geom
FROM educacao.ensino_superior
UNION
SELECT escola_estadual.gid,
escola_estadual.cd_equi,
escola_estadual.tema,
escola_estadual.id equip,
escola_estadual.equipament,
escola_estadual.tipo_equi,
escola_estadual.dep_admin,
escola_estadual.pre_nome,
escola_estadual.nome,
escola_estadual.sigla_equi,
escola_estadual.conveniado,
escola_estadual.nome_abrev,
escola_estadual.nome_mapa,
escola_estadual.cd_rua,
escola_estadual.nome_rua,
escola_estadual.nome_ruano,
escola_estadual.num_pred,
escola_estadual.compl_end,
escola_estadual.indfiscal,
escola_estadual.cd_bairro,
escola_estadual.bairro,
escola_estadual.quadr_equi,
escola_estadual.cd_regional,
escola_estadual.regional,
escola_estadual.func_manha,
escola_estadual.func_tarde,
escola_estadual.func_noite,
escola_estadual.func_24hr,
escola_estadual.telefone,
escola_estadual.ramal,
escola_estadual.email,

```

```

escola_estadual.site,
escola_estadual.dt_inaugur,
escola_estadual.desativado,
escola_estadual.observacao,
escola_estadual.fonte,
escola_estadual.dt_atualiz,
escola_estadual.coord_e,
escola_estadual.coord_n,
escola_estadual.geom
FROM educacao.escola_estadual
UNION
SELECT escola_federal.gid,
escola_federal.cd_equi,
escola_federal.tema,
escola_federal.id equip,
escola_federal.equipament,
escola_federal.tipo_equi,
escola_federal.dep_admin,
escola_federal.pre_nome,
escola_federal.nome,
escola_federal.sigla_equi,
escola_federal.conveniada,
escola_federal.nome_abrev,
escola_federal.nome_mapa,
escola_federal.cd_rua,
escola_federal.nome_rua,
escola_federal.nome_ruano,
escola_federal.num_pred,
escola_federal.compl_end,
escola_federal.indfiscal,
escola_federal.cd_bairro,
escola_federal.bairro,
escola_federal.quadr_equi,
escola_federal.cd_regional,
escola_federal.regional,
escola_federal.func_manha,
escola_federal.func_tarde,
escola_federal.func_noite,
escola_federal.func_24hr,
escola_federal.telefone,
escola_federal.ramal,
escola_federal.email,
escola_federal.site,
escola_federal.dt_inaugur,
escola_federal.desativado,
escola_federal.observacao,
escola_federal.fonte,
escola_federal.dt_atualiz,
escola_federal.coord_e,
escola_federal.coord_n,
escola_federal.geom
FROM educacao.escola_federal
UNION
SELECT escola_municipal.gid,
escola_municipal.cd_equi,
escola_municipal.tema,
escola_municipal.id equip,
escola_municipal.equipament,
escola_municipal.tipo_equi,
escola_municipal.dep_admin,
escola_municipal.pre_nome,
escola_municipal.nome,
escola_municipal.sigla_equi,
escola_municipal.conveniada,
escola_municipal.nome_abrev,
escola_municipal.nome_mapa,
escola_municipal.cd_rua,
escola_municipal.nome_rua,
escola_municipal.nome_ruano,
escola_municipal.num_pred,
escola_municipal.compl_end,
escola_municipal.indfiscal,
escola_municipal.cd_bairro,
escola_municipal.bairro,
escola_municipal.quadr_equi,
escola_municipal.cd_regional,
escola_municipal.regional,
escola_municipal.func_manha,
escola_municipal.func_tarde,
escola_municipal.func_noite,
escola_municipal.func_24hr,
escola_municipal.telefone,
escola_municipal.ramal,
escola_municipal.email,
escola_municipal.site,
escola_municipal.dt_inaugur,
escola_municipal.desativado,
escola_municipal.observacao,
escola_municipal.fonte,
escola_municipal.dt_atualiz,
escola_municipal.coord_e,
escola_municipal.coord_n,
escola_municipal.geom
FROM educacao.escola_municipal
UNION
SELECT escola_particular.gid,
escola_particular.cd_equi,
escola_particular.tema,
escola_particular.id equip,
escola_particular.equipament,
escola_particular.tipo_equi,
escola_particular.dep_admin,
escola_particular.pre_nome,
escola_particular.nome,
escola_particular.sigla_equi,
escola_particular.conveniada,
escola_particular.nome_abrev,
escola_particular.nome_mapa,
escola_particular.cd_rua,
escola_particular.nome_rua,
escola_particular.nome_ruano,
escola_particular.num_pred,
escola_particular.compl_end,
escola_particular.indfiscal,
escola_particular.cd_bairro,
escola_particular.bairro,
escola_particular.quadr_equi,
escola_particular.cd_regional,
escola_particular.regional,
escola_particular.func_manha,
escola_particular.func_tarde,

```

```

escola_particular.func_noite,
escola_particular.func_24hr,
escola_particular.telefone,
escola_particular.ramal,
escola_particular.email,
escola_particular.site,
escola_particular.dt_inaugur,
escola_particular.desativado,
escola_particular.observacao,
escola_particular.fonte,
escola_particular.dt_atualiz,
escola_particular.coord_e,
escola_particular.coord_n,
escola_particular.geom
FROM educacao.escola_particular
UNION
SELECT nucleo_regional_educacao.gid,
nucleo_regional_educacao.cd_equi,
nucleo_regional_educacao.tema,
nucleo_regional_educacao.id equip,
nucleo_regional_educacao.equipament,
nucleo_regional_educacao.tipo_equi,
nucleo_regional_educacao.dep_admin,
nucleo_regional_educacao.pre_nome,
nucleo_regional_educacao.nome,
nucleo_regional_educacao.sigla_equi,
nucleo_regional_educacao.conveniadi,
nucleo_regional_educacao.nome_abrev,
nucleo_regional_educacao.nome_mapa,
nucleo_regional_educacao.cd_ua,
nucleo_regional_educacao.nome_ua,
nucleo_regional_educacao.nome_ruano,
nucleo_regional_educacao.num_pred,
nucleo_regional_educacao.compl_end,
nucleo_regional_educacao.indfiscal,
nucleo_regional_educacao.cd_bairro,
nucleo_regional_educacao.bairro,
nucleo_regional_educacao.quadr_equi,
nucleo_regional_educacao.cd_regiona,
nucleo_regional_educacao.regional,
nucleo_regional_educacao.func_manha,
nucleo_regional_educacao.func_tarde,
nucleo_regional_educacao.func_noite,
nucleo_regional_educacao.func_24hr,
nucleo_regional_educacao.telefone,
nucleo_regional_educacao.ramal,
nucleo_regional_educacao.email,
nucleo_regional_educacao.site,
nucleo_regional_educacao.dt_inaugur,
nucleo_regional_educacao.desativado,
nucleo_regional_educacao.observacao,
nucleo_regional_educacao.fonte,
nucleo_regional_educacao.dt_atualiz,
nucleo_regional_educacao.coord_e,
nucleo_regional_educacao.coord_n,
nucleo_regional_educacao.geom
FROM educacao.nucleo_regional_educacao
UNION
SELECT unidade_de_educacao_integral.gid,
unidade_de_educacao_integral.cd_equi,
unidade_de_educacao_integral.tema,
unidade_de_educacao_integral.id equip,
unidade_de_educacao_integral.equipament,
unidade_de_educacao_integral.tipo_equi,
unidade_de_educacao_integral.dep_admin,
unidade_de_educacao_integral.pre_nome,
unidade_de_educacao_integral.nome,
unidade_de_educacao_integral.sigla_equi,
unidade_de_educacao_integral.conveniadi,
unidade_de_educacao_integral.nome_abrev,
unidade_de_educacao_integral.nome_mapa,
unidade_de_educacao_integral.cd_ua,
unidade_de_educacao_integral.nome_ua,
unidade_de_educacao_integral.nome_ruano,
unidade_de_educacao_integral.num_pred,
unidade_de_educacao_integral.compl_end,
unidade_de_educacao_integral.indfiscal,
unidade_de_educacao_integral.cd_bairro,
unidade_de_educacao_integral.bairro,
unidade_de_educacao_integral.quadr_equi,
unidade_de_educacao_integral.cd_regiona,
unidade_de_educacao_integral.regional,
unidade_de_educacao_integral.func_manha,
unidade_de_educacao_integral.func_tarde,
unidade_de_educacao_integral.func_noite,
unidade_de_educacao_integral.func_24hr,
unidade_de_educacao_integral.telefone,
unidade_de_educacao_integral.ramal,
unidade_de_educacao_integral.email,
unidade_de_educacao_integral.site,
unidade_de_educacao_integral.dt_inaugur,
unidade_de_educacao_integral.desativado,
unidade_de_educacao_integral.observacao,
unidade_de_educacao_integral.fonte,
unidade_de_educacao_integral.dt_atualiz,
unidade_de_educacao_integral.coord_e,
unidade_de_educacao_integral.coord_n,
unidade_de_educacao_integral.geom
FROM educacao.unidade_de_educacao_integral;

```

Quadro 8: Visão para dados de escolas.

**Anexo C. Tabelas da base de dados**

Tabela 13: Descrição de arruamento\_quadras

Coluna	Descrição	Tipo	Observações
gid	Identificador da tabela	Integer	-

tipo	Tipo de objeto geográfico	Character varying	-
shape_area	Área da geometria	Numérico	Presente apenas do esquema de 2012
shape_len	Comprimento da geometria	Numérico	Presente apenas no esquema de 2012
geom	Posição e geometria dos objetos geográficos	Geometry (Multipolygon)	-

Tabela 14: Descrição de arruamento\_quadras\_In

Coluna	Descrição	Tipo	Observações
gid	Identificador da tabela	Integer	-
tipo	Tipo de objeto geográfico	Character varying	-
shape_len	Comprimento da geometria	Número	Presente apenas no esquema de 2012
geom	Posição e geometria dos objetos geográficos	Geometry (Multilinestring)	-

Tabela 15: Descrição de calçada

Coluna	Descrição	Tipo	Observações
gid	Identificador da tabela	Integer	-
tipo	Tipo de objeto geográfico	Character varying	-
nome	Nome do calçadão	Character varying	Dado vazio nas bases.
shape_area	Área da geometria	Numérico	Presente apenas no esquema de 2012
shape_len	Comprimento da geometria	Numérico	Presente apenas no esquema de 2012
geom	Posição e geometria dos objetos geográficos	Geometry (Multilinestring)	-

Tabela 16: Descrição de cemiterios

Coluna	Descrição	Tipo	Observações
gid	Identificador da tabela	Integer	-
tipo	Tipo de objeto geográfico	Character varying	-
nome	Nome do cemitério	Character varying	Dado vazio nas bases.
shape_area	Área da geometria	Numérico	Presente apenas no esquema de 2012
shape_len	Comprimento da geometria	Numérico	Presente apenas no esquema de 2012
geom	Posição e geometria dos objetos	Geometry	-

geográficos		(Multilinestring)	
Tabela 17: Descrição de eixo_rua			
Coluna	Descrição	Tipo	Observações
gid	Identificador da tabela	Integer	-
objectid	Identificador de tabela	Integer	Possivelmente utilizado pelo IPPUC
chave	Chave do eixo de rua	Character varying	Possivelmente utilizado pelo IPPUC
codvia	Código da via	Character varying	-
noinicio	Número de início	Character varying	-
nofim	Número de fim	Character varying	-
status	Situação	Character varying	Indica se está oficializado pela prefeitura ou não
nmvia	Nome da via	Character varying	-
nmvia_ante	Nome anterior da via	Character varying	-
sist_viari	Sistema viário	Character varying	-
sist_via_1	Lei/Decreto da via	Character varying	-
hierarquia	Hierarquia da via	Character varying	-
status_den	Situação	Character varying	Indica se está oficializado pela prefeitura ou não
obs	Observações do IPPUC	Character varying	-
obs	Oservaçãoes do IPPUC	Character varying	-
cod_bairro	Código do bairro	Numérico	-
bairro_e	Bairro	Character varying	-
bairro_d	Bairro	Character varying	-
cod_reg	Código de regional	Numérico	-
regional_e	Regional	Character varying	-
regional_d	Regional	Character varying	-
cep_e	CEP	Character varying	-
cep_d	CEP	Character varying	-
cep_info	Informações sobre o CEP	Character varying	Informa se o CEP é único ou detalhes de múltiplos CEPs
cep_fonte	Fonte de onde foi retirado o CEP	Character varying	Por exemplo, Correios
shape_len	Comprimento da geometria	Numérico	Presente apenas no esquema de 2012
geom	Posição e geometria dos objetos geográficos	Geometry (Multilinestring)	-

Tabela 18: Descrição de elem\_rep\_corpos\_d\_agua

Coluna	Descrição	Tipo	Observações
gid	Identificador da tabela	Integer	-
tipo	Tipo de objeto geográfico	Character varying	-
texto	Descrição do elemento	Character varying	-
shape_area	Área da geometria	Numérico	Presente apenas no esquema de 2012
shape_len	Comprimento da geometria	Numérico	Presente apenas no esquema de 2012
geom	Posição e geometria dos objetos geográficos	Geometry (Multipolygon)	-

Tabela 19: Descrição de elem\_rep\_edificacoes

Coluna	Descrição	Tipo	Observações
gid	Identificador da tabela	Integer	-
tipo	Tipo de objeto geográfico	Character varying	-
nome	Nome da edificação	Character varying	-
texto_mapa	Texto a ser mostrado no mapa	Character varying	Utilizado no QGIS, por exemplo
escala_rep	Escala	Integer	-
shape_area	Área da geometria	Numérico	Presente apenas no esquema de 2012
shape_len	Comprimento da geometria	Numérico	Presente apenas no esquema de 2012
geom	Posição e geometria dos objetos geográficos	Geometry (Multipolygon)	-

Tabela 20: Descrição de elem\_rep\_elementos\_internos

Coluna	Descrição	Tipo	Observações
gid	Identificador da tabela	Integer	-
tipo	Tipo de objeto geográfico	Character varying	-
nome	Nome do elemento interno	Character varying	-
texto_mapa	Texto a ser mostrado no mapa	Character varying	Utilizado no QGIS, por exemplo
escala_rep	Escala	Integer	-
shape_len	Comprimento da geometria	Numérico	Presente apenas no esquema de 2012
geom	Posição e geometria dos objetos geográficos	Geometry (Multilinestring)	-

Tabela 21: Descrição de elem\_rep\_obras\_de\_arte

Coluna	Descrição	Tipo	Observações
gid	Identificador da tabela	Integer	-
tipo	Tipo de objeto geográfico	Character varying	-
nome	Nome da obra e arte	Character varying	-
shape_len	Comprimento da geometria	Numérico	Presente apenas no esquema de 2012
geom	Posição e geometria dos objetos geográficos	Geometry (Multilinestring)	-

Tabela 22: Descrição de meio\_fio

Coluna	Descrição	Tipo	Observações
gid	Identificador da tabela	Integer	-
tipo	Tipo de objeto geográfico	Character varying	-
texto	Texto do meio fio	Character varying	Utilizado no QGIS, por exemplo
shape_area	Área da geometria	Numérico	Presente apenas no esquema de 2012
shape_len	Comprimento da geometria	Numérico	Presente apenas no esquema de 2012
geom	Posição e geometria dos objetos geográficos	Geometry (Multipolygon)	-

Tabela 23: Descrição de meio\_fio\_ln

Coluna	Descrição	Tipo	Observações
gid	Identificador da tabela	Integer	-
tipo	Tipo de objeto geográfico	Character varying	-
texto	Texto do meio fio	Character varying	Utilizado no QGIS, por exemplo
shape_len	Comprimento da geometria	Numérico	Presente apenas no esquema de 2012
geom	Posição e geometria dos objetos geográficos	Geometry (Multilinestring)	-

Tabela 24: Descrição de parques\_e\_bosques

Coluna	Descrição	Tipo	Observações
gid	Identificador da tabela	Integer	-
codigo	Código do parque ou bosque	Character varying	Possivelmente utilizado pelo IPPUC
codigo_smm	Código SMM	Character varying	Possivelmente utilizado pelo IPPUC
tipo	Tipo de objeto geográfico	Character varying	Parque/Bosque
nome	Nome do parque ou bosque	Character varying	-
texto_mapa	Texto a ser mostrado no mapa	Character varying	Utilizado no QGIS, por exemplo
shape_area	Área da geometria	Numérico	Presente apenas no esquema de 2012
shape_len	Comprimento da geometria	Numérico	Presente apenas

geom	Posição e geometria dos objetos geográficos	Geometry (Multipolygon)	no esquema de 2012 -
------	---------------------------------------------	-------------------------	-------------------------

Tabela 25: Descrição de pracas\_e\_jardinetes

Coluna	Descrição	Tipo	Observações
gid	Identificador da tabela	Integer	-
codigo	Código da praça ou jardimete	Character varying	Possivelmente utilizado pelo IPPUC
codigo_smm	Código SMM	Character varying	Possivelmente utilizado pelo IPPUC
tipo	Tipo de objeto geográfico	Character varying	Parque/Bosque
nome	Nome do parque ou bosque	Character varying	-
texto_mapa	Texto a ser mostrado no mapa	Character varying	Utilizado no QGIS, por exemplo
shape_area	Área da geometria	Numérico	Presente apenas no esquema de 2012
shape_len	Comprimento da geometria	Numérico	Presente apenas no esquema de 2012
geom	Posição e geometria dos objetos geográficos	Geometry (Multipolygon)	-

