



## FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS PARA GEOPROCESSAMENTO EM PROJETOS DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO

**Marina Vendl Craveiro** – mari\_e\_mari@hotmail.com

**Sergio Vicente Denser Pamboukian** – sergio.pamboukian@mackenzie.br

**Sylvio de Campos Neto** – s.camposn@gmail.com

**Edson de Almeida Rego Barros** – edson.barros@mackenzie.br

Universidade Presbiteriana Mackenzie – Escola de Engenharia – Lab. de Geotecnologias

Rua da Consolação, 930

CEP 01302-907 – São Paulo – SP

***Resumo:** Este trabalho apresenta informações conceituais e aplicações do geoprocessamento em diversas áreas do conhecimento. As geotecnologias têm se tornado muito importantes como instrumentos de análise de fenômenos ambientais, físicos, sociais e econômicos. Essa análise só ocorre devido à utilização de dados georreferenciados, ou seja, dados que possuem informações de localização na superfície terrestre. Torna-se, então, fundamental adquirir conhecimento de quais softwares estão disponíveis na área de geoprocessamento, como funcionam tais softwares, quais os tipos de dados que podem ser utilizados, onde encontrar esses dados e que tipos de mapas podem ser gerados. Portanto, o conceito de SIG (Sistema de Informação Geográfica) e a sua utilização no geoprocessamento também são explorados neste trabalho. Para ilustrar a aplicação dessa nova tecnologia, é analisado um exemplo prático realizado por um grupo de pesquisa da Universidade Presbiteriana Mackenzie, em São Paulo/SP, que envolve o trabalho conjunto de alunos e professores dos cursos de Engenharia e de Arquitetura e Urbanismo. Trata-se de um exemplo típico de projeto interdisciplinar, envolvendo diversas áreas de conhecimento.*

***Palavras-chave:** Geoprocessamento, SIG, Banco de dados*

### 1. INTRODUÇÃO

O geoprocessamento consiste em utilizar técnicas computacionais e matemáticas para obter e analisar informações espaciais. Engloba tecnologias de coleta, tratamento, análise, apresentação, armazenamento e consulta destas informações. Esses dados envolvidos no geoprocessamento são georreferenciados, ou seja, possuem uma localização na superfície da Terra (através das coordenadas geográficas: latitude, longitude e altitude ou ainda de coordenadas planas), além de possuir atributos dessa localização. Os dados georreferenciados podem se apresentar, por exemplo, nos formatos *shape* e *geotiff*, entre outros. O *shape* é um arquivo digital que representa elementos gráficos que possuem referências espaciais (CORREIA, 2012). É composto obrigatoriamente por três tipos de arquivos: “.shp” (a imagem propriamente dita), “.dbf” (banco de dados) e “.shx”(arquivo que une a imagem ao



banco de dados). Arquivos de CAD (*Computer Aided Design*), como por exemplo o “.dxf”, podem ser devidamente referenciados e posteriormente transformados em *shape*. Já o *geotiff* é um arquivo matricial de imagens, assim como o “.tiff”, com a diferença de ser georreferenciado.

As aplicações do geoprocessamento são inúmeras e envolvem diversas áreas: geologia, engenharia, meteorologia, saúde, biologia, geografia, análises de recursos naturais, entre outras. Segundo Marcelino (2007), através do geoprocessamento pode-se gerar dados e informações para o estudo de fenômenos geográficos, como os desastres naturais. Tais desastres são desencadeados por processos complexos que envolvem um grande número de variáveis geofísicas (relevo, vegetação, rios, precipitação, etc.) e humanas (população, ocupação do solo, pobreza, atividades econômicas, educação, etc.). Consequentemente, os planos preventivos envolvem uma grande quantidade de dados que precisam ser coletados, organizados, armazenados e analisados para serem transformados em informações passíveis de serem aplicadas no processo de prevenção.

As geotecnologias são muito importantes também para a Gestão Municipal, já que cerca que 80% das ações da prefeitura são dependentes da localização. As geotecnologias vêm ao encontro dos interesses dessa gestão, já que permitem associar o mapa da cidade a banco de dados com informações de interesse do planejador. Por exemplo, é possível relacionar onde estão os postos de saúde × população atendida, localização das escolas × endereços dos alunos em potencial, pavimentação × ruas de maior movimento (FATORGIS, 2009).

De modo mais geral, os biólogos mapeiam espécies vegetais e utilizam imagens de satélite para classificar tipos de vegetação; os geólogos utilizam sensores baseados em radar para prospecção de minérios.

Especificamente, no campo da engenharia, as geotecnologias são importantes, pois permitem a visualização da distribuição espacial de características físicas da superfície terrestre, que acabam condicionando os projetos. São importantes também no que diz respeito ao planejamento urbano, já que este envolve a localização e a distribuição de dados na superfície terrestre que permitam uma análise da ocupação e dos usos urbanos. O geoposicionamento também é largamente utilizado na demarcação de referências em empreendimentos como a construção de estradas, pontes e outras edificações.

## **2. SIG (SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA)**

Um Sistema de Informações Geográficas (SIG) consiste em um conjunto de ferramentas computacionais utilizadas no geoprocessamento. Os SIGs envolvem desde a coleta e processamento de dados obtidos em levantamentos de campo, mapas, sensoriamento remoto ou aerofotogrametria, até o armazenamento, atualização e recuperação desses dados de forma eficiente. Os dados utilizados no SIG podem ser: gráficos/espaciais – descrevem características geográficas da superfície – ou não espaciais – descrevem os atributos dessas características.

O SIG tem capacidade de estabelecer relações entre elementos gráficos, sendo muito utilizado nas análises espaciais de dados. Essa capacidade se chama Topologia e é definida como o “[...] estudo genérico dos lugares geométricos, com suas propriedades e relações. Esta estrutura, além de descrever a localização e a geometria das entidades de um mapa, define relações de conectividade, contiguidade e pertinência” (ROCHA, 2002). Para tanto todas as entidades de um mapa devem estar no mesmo sistema de coordenadas.

Como já explicado, os SIGs utilizam dados. Então, a existência de bancos de dados acerca do fenômeno a ser analisado é de fundamental importância. Esses bancos de dados



(espaciais ou não) são disponibilizados por diversos órgãos (federais, estaduais ou municipais) como: IBGE (Instituto Brasileiro de Pesquisa e Estatística), que disponibiliza os *shapes*; EMPRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), prefeituras, INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais); Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais (CPRM), diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), Sabesp (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo), etc. Muitas vezes há a necessidade de relacionar bancos de dados espaciais com bancos de dados não espaciais. Esse procedimento é possível através da associação de identificadores (exemplo: códigos) comuns aos dois bancos.

Como os SIGs trabalham com informações que são associadas à sua localização na superfície da Terra, é necessário determinar o *datum* e a projeção com a qual se está trabalhando. O *datum* representa a forma da Terra. Esse formato (geóide) é bastante complexo, o que dificulta uma série de aplicações. Adota-se, então, o formato da Terra como sendo um elipsóide. Todavia, ressalta-se que isso gera distorções na representação da superfície terrestre, sendo por esta razão que existem diversos *datums*. Cada um desses *datums* reproduz mais fielmente um pedaço da superfície terrestre, assim se utilizarmos um *datum* representativo de determinado território em outro, haverá distorções. Existem 2 tipos de *datums*:

- *datum* planimétrico (mais utilizado nos SIGs): consiste em uma superfície de referência obtida a partir de um elipsóide e de um ponto de referência (que liga o elipsóide à Terra);
- *datum* altimétrico: consiste em uma superfície de referência obtida a partir do nível dos mares. É importante em dados que envolvam informações de elevação.

Como exemplos de *datums* planimétricos utilizados no Brasil, podemos citar o Córrego Alegre, o SAD 69, o SIRGAS 2000 (utilizado pelo IBGE) e o WGS84 (utilizado pelo Google e comumente utilizado em GPS). No Brasil, o *datum* altimétrico oficial é o Imbituba, Santa Catarina.

A projeção consiste na função matemática que transforma o formato da Terra em uma superfície plana (UFRGS, 2012). Toda projeção tem distorção (seja de forma, de área ou de ângulos) e a escolha da projeção a ser utilizada depende da finalidade de cada projeto. A projeção mais utilizada é UTM (*Universal Transverse Mercator*), uma projeção conforme que preserva os ângulos e que deforma as áreas no máximo em 0,5%.

Obtido o banco de dados, escolhidos a projeção e o *datum* a serem utilizados nos SIGs e feito o georreferenciamento, pode-se fazer análises de diversos fenômenos sociais, econômicos e ambientais. Semelhante à tecnologia CAD, quando se trabalha com os SIGs, utiliza-se camadas (ou *layers* ou planos de informação), onde cada uma pode representar diferentes dados e de formas diferentes. Em outras palavras, cada camada tem dados georreferenciados de um tema. Esses dados podem se apresentar na forma de (BARBOSA *et al.*, 2012):

- imagens de satélite – essas imagens (figura 1) representam partes da superfície terrestre. É muito comum, projetos envolverem áreas que estão representadas em mais de uma imagem de satélite, sendo necessário juntar essas partes. Há necessidade, então, de se formar um mosaico de imagens de satélites, ou seja, juntar as imagens e fundi-las digitalmente. Essas imagens são compostas por camadas de cores, que quando sobrepostas originam as cores reais da superfície. As imagens de satélite podem ser obtidas em diversos órgãos e empresas como, por exemplo, o IBGE e a Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano (EMPLASA), ou adquiridas de empresas especializadas;

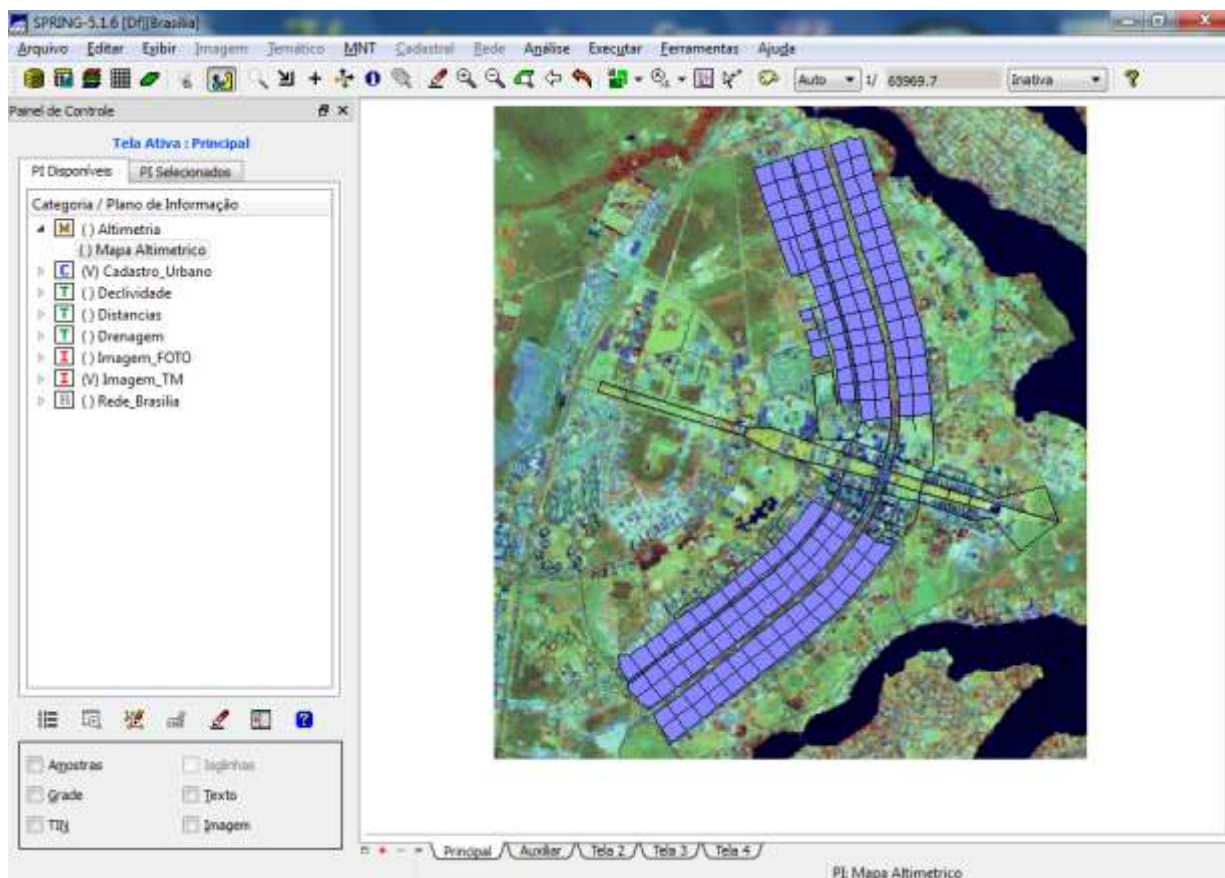


Figura 1 - Software SPRING desenvolvido pelo INPE, onde se observa o mapeamento do Cadastro Urbano de Brasília sobreposto a uma imagem de satélite (CÂMARA et al., 1996).

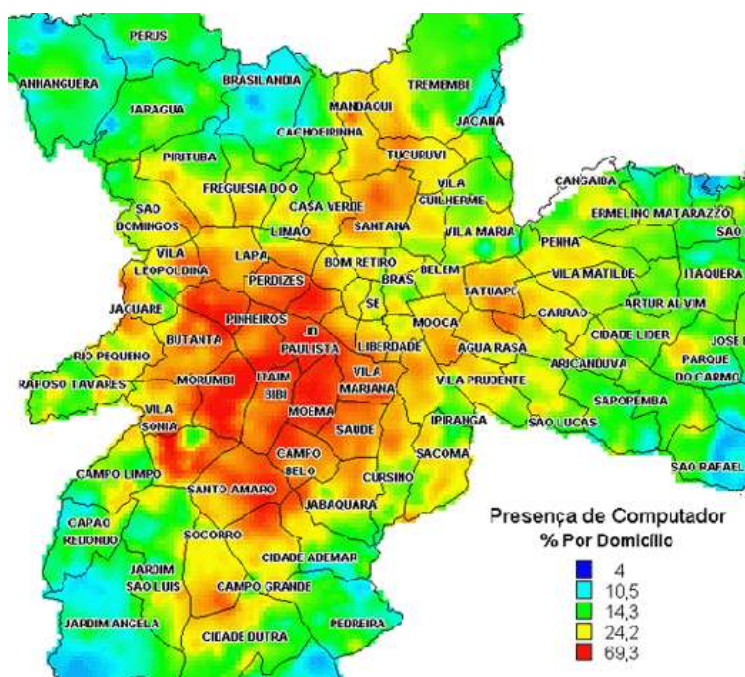


Figura 2 – Exemplo de mapa temático (ATLAS MERCADOLÓGICO, 2012.)



- temáticos – representam a distribuição espacial de determinada grandeza. Trata-se de uma expressão qualitativa dos dados. Exemplos: mapas de vegetação, relevo, declividades, entre outros (figura 2);
- cadastral – consiste na representação por meio de polígonos, linhas ou pontos. Esses elementos são denominados de objetos geográficos e possuem atributos armazenados em bancos de dados. Exemplo: localização de empreendimentos, loteamento urbano e outros (figura 1);
- redes – estão relacionados com informações referentes à rodovias, redes de drenagem e serviços de utilidade pública, como água, esgoto, luz, telefone e outros.

Através dos SIGs, é possível ainda realizar operações de consultas. A partir do banco de dados georreferenciados, pode-se realizar consultas tanto dos atributos como da localização dos dados. As consultas permitem analisar o fenômeno estudado, já que através delas consegue-se agrupar facilmente dados com os mesmos atributos e/ou localização.

Existem diversos SIGs disponíveis gratuitamente para download na internet. Os mais conhecidos e utilizados no Brasil são o Spring (produzido pelo INPE) e o Quantum GIS. Comercialmente, existem diversos aplicativos de geoprocessamento desenvolvidos por empresas de renome como a Autodesk (Map3D, por exemplo) e a Bentley (Descartes, por exemplo). Porém, um dos softwares comerciais mais completos e mais utilizados atualmente é o ArcGIS, produzido pela empresa ESRI.

### 3. EXEMPLO DE APLICAÇÃO

A Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie (Campus Higienópolis – São Paulo, SP) possui um grupo de pesquisa na área de geoprocessamento registrado junto ao CNPq. Visando à implantação de um Laboratório de Geotecnologias na universidade, o LABGEO, o grupo produz materiais didáticos a serem utilizados no laboratório, além de incentivar o ensino, pesquisa e extensão por partes de alunos e professores tanto da própria Escola de Engenharia (EE) como de outras unidades da universidade, como a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU), o Centro de Radio Astronomia e Astrofísica (CRAAM), a Faculdade de Computação e Informática (FCI), o Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS) e o Centro de Ciências Sociais e Aplicadas (CCSA). Esse grupo iniciou suas pesquisas a partir do entendimento dos conceitos básicos do geoprocessamento. Adquirido esse conhecimento, foi iniciado o estudo dos SIGs a partir do software *Spring*, fornecido gratuitamente pelo INPE. Terminada essa etapa, percebeu-se a necessidade de aplicar os conhecimentos adquiridos. Optando-se por aplicar a geotecnologia em casos reais e não hipotéticos, a EE da Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM) se associou à FAU da mesma universidade para auxiliar uma pesquisa que vinha sido desenvolvida por alunos e professores do curso de arquitetura e urbanismo.

A pesquisa “*Operações Urbanas: Entre o Poder Público e o Mercado Imobiliário. Conflitos entre Plano e Realidade*” (ABASCAL, 2011), apoiado pelo fundo MackPesquisa, que tem como pesquisadoras a Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Eunice Helena Sguizzardi Abascal (coordenadora) e a Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paula Raquel da Rocha Jorge, entre outros, tem como objetivo analisar as discrepâncias existentes entre as Operações Urbanas Consorciadas (instrumento urbanístico que visa transformar áreas deterioradas da região e valorizar áreas urbanas e ambientais) propostas pelo Plano Diretor Estratégico da cidade de São Paulo/ SP e a expansão do mercado



imobiliário sem controle. Essa pesquisa, com foco na Operação Urbana Consorciada Vila Leopoldina- Jaguaré/SP, possuía um banco de dados referentes a empreendimentos imobiliários que foram ou tem sido implantados nos últimos anos nos bairros da Vila Leopoldina e Jaguaré. Para uma melhor análise da localização e expansão desses empreendimentos era necessário transformar esse banco de dados em informações espaciais georreferenciadas.

Através de imagens da região da Operação Urbana (OU) fornecidas pela EMPLASA e do software *Spring* montou-se um mosaico e em cima dele criou-se planos de informações (como são denominados os *layers* nesse software), um com a delimitação da área da OU e outro com os novos empreendimentos da região. Utilizando-se a edição vetorial, desenhou-se polígonos representativos dos empreendimentos, aos quais foram associadas informações como: endereços, datas de lançamento, número de dormitórios, construtora, nome do empreendimento, área, etc. Portanto, há a utilização da imagem de satélite sobre a qual é criado um plano de informação do tipo cadastral, no qual existem os empreendimentos aos quais se quer atribuir dados (figura 3).

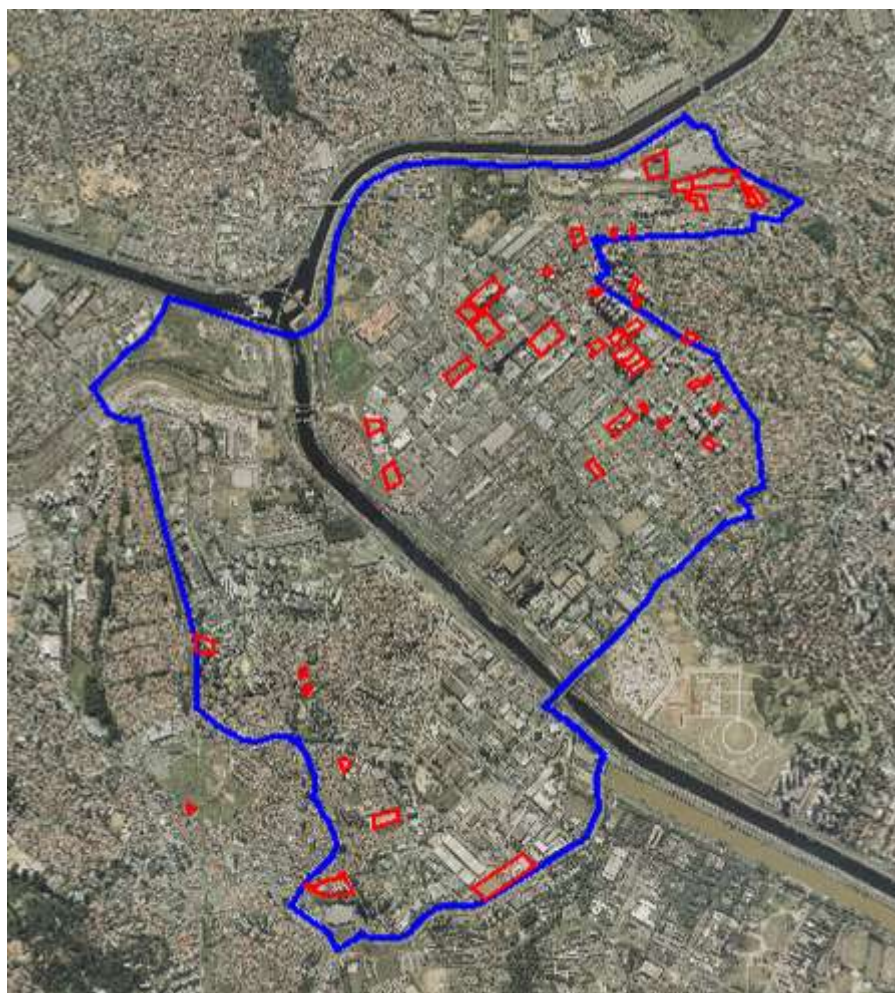


Figura 3 – Perímetro da Operação Urbana Vila Leopoldina / Jaguaré e empreendimentos imobiliários.



A partir dos dados georreferenciados, pode-se realizar diversas consultas, como por exemplo: quais empreendimentos possuem mais que 2 dormitórios; quais empreendimentos estão localizados em determinado endereço; quantos empreendimentos possuem área maior que determinado valor, etc. Através de consultas como essas, é possível realizar análises acerca do modo como o mercado imobiliário está ocupando a região da Vila Leopoldina/Jaguareé, os tipos e características dos empreendimentos, além de sua distribuição espacial. É possível ainda gerar mapas temáticos com cada dado envolvido no projeto. Um exemplo que ilustra isso pode ser verificado na figura 4, que mostra o mapa temático com informações sobre a quantidade de dormitórios dos empreendimentos.

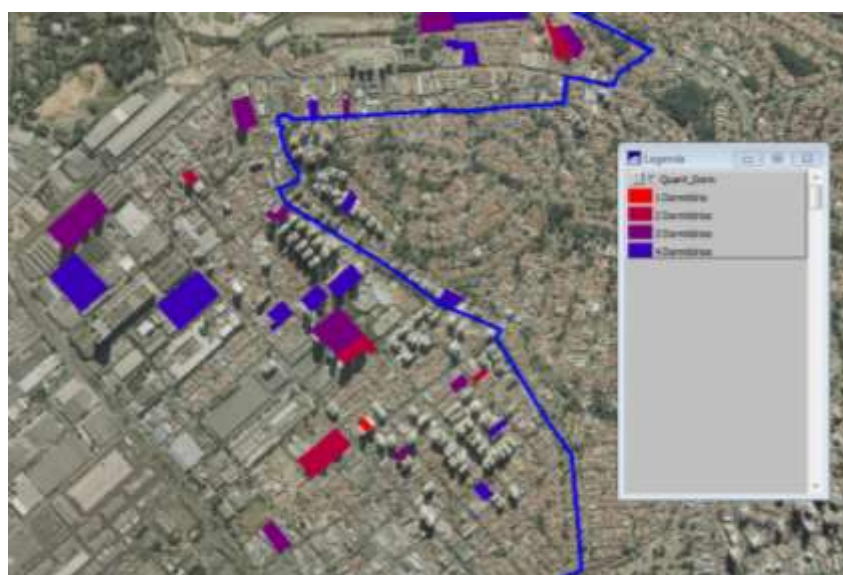


Figura 4 – Mapa temático: Quantidade de dormitórios.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento dos conceitos e das aplicações do geoprocessamento, bem como dos SIGs existentes, tem se tornado fundamental para realização de projetos com mais facilidade. A análise, a distribuição e a visualização espacial e georreferenciada dos dados envolvidos no projeto conferem maior precisão e clareza a ele. Isso é sobretudo importante em projetos de Engenharia e Arquitetura e Urbanismo, duas áreas que constantemente têm que lidar com o espaço físico.

O incentivo desse aprendizado, bem como o incentivo da pesquisa desse tema nas universidades, é algo indispensável. Além disso, trata-se também de um tema que permite o trabalho conjunto de diversas áreas, incentivando, assim, a troca de conhecimento.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABASCAL, E. H. S. UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Operações Urbanas: Entre O Poder Público E O Mercado Imobiliário. Conflitos Entre Plano E Realidade, 2011, 181p. Relatório técnico-científico.



ATLAS MERCADOLÓGICO. **Mapas temáticos: Grid de Presença de Acesso à Internet nos Domicílios Paulistanos.** Disponível em: <<http://geomarketing.somatorio.com.br/mapas5.htm>> Acesso em: 25 maio 2012.

BARBOSA, C. C. F.; CÂMARA, G.; DAVIS, C.; FONSECA, F. **Conceitos Básicos Em Geoprocessamento.** Disponível em: <[http://www.ufpa.br/sampaio/curso\\_de\\_sbd/sig/cap02-conceitos.pdf](http://www.ufpa.br/sampaio/curso_de_sbd/sig/cap02-conceitos.pdf)> Acesso em: 25 maio 2012.

CÂMARA, G.; SOUZA, R.C.M.; FREITAS, U.M.; GARRIDO, J. SPRING: **Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling.** Computers & Graphics, v. 20, n. 3, p. 395-403, mai/jun 1996.

CORREIA, L. **Shape – Definições e Conversão.** Disponível em: <<http://www.semace.ce.gov.br/2011/06/shape-definicoes-e-conversao/>> Acesso em: 25 maio 2012.

FATORGIS. **O que são geotecnologias.** Disponível em: <<http://www.fatorgis.com.br/geotecnologias.asp>>. Acesso em: 27/11/2009.

MARCELINO, E. V. **Desastres Naturais e Geotecnologias: Conceitos Básicos.** INPE, Santa Maria, 2007. Disponível em <<http://www.inpe.br/crs/geodesastres/conteudo/publicacoes/conceitosbasicos.pdf>> Acesso em: 28 abril 2009.

ROCHA, C. H. B. Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar. Juiz de Fora: s.n., 2002.

UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul). Laboratório de Geotecnologias aplicadas. **Sistemas de Informações Geográficas: Aula 3.** Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/geotecnologias/aula3.pdf>> Acesso em: 25 maio 2012.

## **COMPUTER TOOLS FOR GEOPROCESSING IN ENGINEERING, ARCHITECTURE AND URBANISM PROJECTS**

**Abstract:** *This document presents conceptual information and applications of geoprocessing in many areas of knowledge. The geotechnology has become very important as tools for analysis about environmental, physical, social and economic phenomena. This analysis just occurs due to the use of geo-referenced data, in other words, data that have location information on Earth's surface. So, it's essential to acquire knowledge about what softwares are available in the area of geoprocessing, how these softwares work, what kind of data can be used, where to find these types of data and what kind of maps can be generated. Therefore,*





*the concept of GIS (Geographic Information System) and its use in geoprocessing are also explored in this work. To illustrate the application of this new technology, a practical example accomplished by a group of research at Mackenzie University in São Paulo / SP, which involves the combined efforts of students and teachers of Engineering and Architecture and Urbanism courses, is analyzed. This is a typical example of interdisciplinary project, involving several areas of knowledge.*

**Key-words:** *Geoprocessing, GIS, Database*