

# **Avaliação de Software de Simulação de Fenômenos Dinâmicos Espaciais Aplicados no Planejamento Urbano da Cidade de Caçapava**

**Ana Beatriz Rizzo**  
**anabeatriz\_cpv@hotmail.com**  
**FATEC SJCampos**

**Sarah Francisca de Souza Borges**  
**sarahsborges@hotmail.com**  
**FATEC SJCampos**

**Luiz Antonio Tozi**  
**luizantoniozi@gmail.com**  
**FATEC SJCampos**

**Resumo:**No Brasil a baixa eficiência no planejamento urbano das cidades persiste e, a má interação entre processos socioeconômicos, decisões de planejamento e políticas urbanas, propiciam um modelo excludente onde, muitos perdem e poucos ganham. O objetivo deste artigo é avaliar se a utilização de uma ferramenta de simulação espacial será adequada para o planejamento urbano da cidade de Caçapava, na busca de redução das distorções e impactos ocorridos na região em virtude do crescimento desordenado. Para a realização desta avaliação, após uma revisão bibliográfica sobre planejamento urbano, mobilidade urbana, cidade mental, desenvolvimento sustentável, geoprocessamento aplicado ao contexto urbano e modelagem dinâmica espacial, foram aplicadas as técnicas de avaliação em relação à ferramenta de simulação chamada “Sistema Integrado de Simulação de Localização das Atividades, Uso do Solo e Transportes”, TRANUS. Logo, os resultados apontaram o software TRANUS como sendo uma ferramenta apropriada para a representação de processos de modelagem dos fenômenos dinâmicos espaciais.

**Palavras Chave:** Planejamento Urbano - Modelagem Dinâmica - TRANUS - -

## 1. INTRODUÇÃO

O planejamento urbano trata-se de um processo que busca criar e desenvolver programas, ou ainda planejar uma nova área urbana em determinadas regiões, com o intuito de proporcionar melhorias em determinados aspectos, como a qualidade de vida dos habitantes (RODOVALHO, 2008).

Tanto no contexto urbano quanto regional, o modo como os cidadãos interagem com a cidade, com o intuito de atender suas necessidades, em busca de instituições e serviços que fazem parte de um aspecto importante para o desenvolvimento de uma região, existindo assim uma integração que se chama lógica urbana. Trata-se de padrões socioculturais definidos como ideais para a qualidade de vida que procuramos no ambiente urbano onde queremos morar, trabalhar, fazer compras e ter momentos de lazer, esperando uma proporção geográfica de deslocamentos de acordo com esses padrões (ASSUMPÇÃO et al. 2010).

### 1.1. APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA EM ESTUDO

No Brasil a baixa eficiência no planejamento urbano das cidades persiste e, a má interação entre processos socioeconômicos, decisões de planejamento e políticas urbanas, propiciam um modelo excludente onde, muitos perdem e poucos ganham (BRASIL apud FRAGA, 2010).

A falta de diretrizes de urbanização integradas com a ocupação do solo ocasiona uma série de problemas, como o crescimento desordenado em determinadas regiões, além da baixa qualidade habitacional, falta de infraestrutura e segurança, apresentando serviços deficientes e fragmentando, em especial, às populações de menor poder aquisitivo (RIBEIRO, 2001).

Além disso, Biavati e Martins (2007) afirmam que, as cidades apresentam uma longa história, e na época em que surgiram, existia no centro comercial principalmente prédios da administração, como: prefeitura, cadeia, escola. Com o passar dos anos, o centro comercial das cidades acaba crescendo, porém isso acontece sem muito planejamento, dando maior consideração ao interesse dos proprietários dos negócios. Desta forma, as ruas ficam cada vez mais cheias de pessoas e carros.

Em pequenas cidades, normalmente, não acontecem tantos problemas de congestionamento como nas cidades grandes, porém as pessoas não estão livres dele, pois cada vez haverá mais movimento, sobretudo nas ruas principais, pois quanto mais pessoas e veículos necessitam utilizar uma via, mais lento tornar-se-á o trânsito nesse local. A maior movimentação das pessoas acontece próximo ao centro da cidade, em razão da concentração de lojas, escritórios, clínicas, bancos, escolas, departamentos de serviço público, sendo estes locais onde as pessoas têm a necessidade de se deslocar, porém normalmente isso ocorre apenas nos horário de funcionamento destes prédios (BIAVATI e MARTINS, 2007).

Logo, este é um problema do município de Caçapava, uma pequena cidade no Vale do Paraíba, onde segundo Ribeiro (2001) a Câmara Municipal, reformulou a lei de zoneamento (lei complementar n.º 52/94), surgindo a Lei de zoneamento, uso e ocupação do solo do município (Lei Complementar n.º 109 de janeiro de 1999). Para que haja uma maior conscientização por parte dos agentes públicos e privados, que realizam a produção e gestão do território, sendo o zoneamento um elemento básico para a organização da cidade, tratando-se do parcelamento da área geográfica em setores e zonas, identificando áreas mais adequadas para uso. Contudo, existem na administração pública descontinuidades que ocorrem por razões políticas, resultando em bloqueios para um melhor aproveitamento do município.

## 1.2. RELEVÂNCIA DO ASSUNTO

Para o desenvolvimento de um local, é necessário executar diversas ações, como incentivos ao empreendedorismo popular, criação de programas governamentais, movimentos ambientais e socioambientais, entre outras (SILVEIRA et al., 2002). A mobilidade urbana também é um fator essencial para o desenvolvimento das cidades (DUARTE, SÁNCHEZ e LIBARDI, 2012). Assim, o investimento direcionado à infraestrutura também contribui para o crescimento econômico local, pois além de promover o retorno de insumos privados, também incentiva os investimentos do setor privado, aumentando o nível de emprego e renda local (REIS, 2007).

Para que as ações sejam realizadas de forma adequada, se torna necessário a elaboração de um bom planejamento que, segundo Silva Júnior e Passos (2006), tem a função de proporcionar melhor distribuição espacial tanto da população quanto das atividades econômicas do município, com o intuito de prevenir e corrigir as distorções e impactos decorridos do processo de crescimento urbano. Assim, segundo a CNM (2008), o planejamento é um aliado do poder municipal quando bem utilizado, determinando diretrizes a serem observadas para o melhor uso do solo.

Portanto, planejar a cidade é indispensável ao gestor municipal, sendo o ponto inicial para a gestão do município, no qual a qualidade do planejamento refletirá em uma boa ou má gestão, impactando diretamente no bem-estar dos munícipes (ANDRADE et al. apud REZENDE e ULTRAMARI, 2007).

## 1.3. OBJETIVOS

O objetivo deste artigo é avaliar se a utilização de uma ferramenta de simulação espacial será adequada para o planejamento urbano da cidade de Caçapava, localizada no interior do estado de São Paulo, na busca de redução das distorções e impactos ocorridos na região em virtude do crescimento desordenado. Para a realização desta avaliação, a ferramenta de simulação a ser avaliada será o Sistema Integrado de Simulação da Localização das Atividades, Uso do Solo e Transportes - TRANUS.

## 1.4. DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho busca apresentar uma visão delimitada em relação à sua abordagem.

O primeiro limite colocado refere-se à área espacial determinada para o estudo, no qual se concentrará apenas na cidade de Caçapava, localizada no Vale do Paraíba no estado de São Paulo.

O segundo limite está relacionado ao ferramental a ser avaliado, sendo esta avaliação realizada sobre a adequabilidade de aplicação de um único *software* de simulação para os fins desejados neste artigo, o *software* TRANUS.

## 1.5. PROPOSTA METODOLÓGICA

Para atender os objetivos deste trabalho, a metodologia de pesquisa utilizada foi estruturada sobre quatro pilares: quanto a sua natureza, abordagem, objetivos e procedimentos técnicos.

### 1.5.1. NATUREZA DA PESQUISA

Optou-se por um trabalho de natureza aplicada, pois segundo Barros e Lehfeld (2000), a pesquisa aplicada busca produzir conhecimento para aplicação de resultados, tendo como objetivo, segundo Almeida (2011, p. 66) “[...] gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais”.

### 1.5.2. ABORDAGEM DA PESQUISA

Esta pesquisa apresenta uma abordagem qualitativa e quantitativa, pois segundo Fonseca (2013), para o desenvolvimento de uma pesquisa é necessário escolher o método de pesquisa, sendo possível escolher várias modalidades, como alinhamento entre o qualitativo ao quantitativo.

Entende-se por pesquisa qualitativa aquela que objetiva descrever um problema ou hipótese, realizar análises a respeito de variáveis envolvidas, entender e classificar determinados processos experimentados por grupos sociais, contribuir para reavaliação ou formação de opiniões de certo grupo, de modo, também, a permitir a interpretação de determinados comportamentos dos indivíduos (OLIVEIRA, 2004).

A pesquisa quantitativa é aquela que busca quantificar opiniões, dados, através de coletas de informações, e utilizar recursos e técnicas estatísticas como porcentagem, média, moda, análise de regressão, entre outros (OLIVEIRA, 2004).

### 1.5.3. OBJETIVOS DA PESQUISA

Optou-se pelos objetivos exploratório e descritivo para o desenvolvimento deste trabalho.

Segundo Oliveira (2004) a pesquisa exploratória tem como foco a descoberta de práticas ou diretrizes que se necessita de modificações e serve para elaboração de alternativas que possam ser substituídas.

A pesquisa descritiva tem como objetivo observar, registrar e analisar fenômenos ou fatos sem manipulá-los; estudo do mundo físico sem a interferência do pesquisador (RAMPAZZO, 2002).

### 1.5.4. PROCEDIMENTOS TÉCNICOS

Em relação aos procedimentos técnicos, optou-se por uma pesquisa bibliográfica e análise baseada na avaliação de um *software* para modelagem dinâmica espacial.

#### 1.5.4.1. PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Neste trabalho, utilizamos a pesquisa bibliográfica, pois segundo Rover (2006) busca fornecer diretrizes para elaboração de trabalhos acadêmicos e é realizada com base em materiais que melhor se adaptem ao tema, como: livros, artigos de periódicos científicos e materiais disponibilizados pela internet.

#### 1.5.4.2. MODELAGEM DINÂMICA ESPACIAL

Segundo Burrough (apud CÂMARA et al., 2003), a modelagem dinâmica espacial pode ser definida como a representação matemática dos processos no mundo real, no qual um local sofre mudanças em resposta às circunstâncias impostas a ele.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste Capítulo, serão apresentados os assuntos abordados neste trabalho para melhor entendimento do leitor, sendo alguns dos principais: Princípios de Urbanismo, Mobilidade Urbana, Desenvolvimento Sustentável, Cidade Mental, Sistemas de Geoprocessamento Aplicados ao Contexto Urbano e Modelagem Dinâmica Espacial.

### 2.1. PRINCÍPIOS DE URBANISMO

Segundo Di Sarno (2004), o urbanismo é reconhecido nos dias de hoje como uma ciência, técnica e arte ao mesmo tempo, tendo por objetivo organizar o espaço urbano para um bem-estar coletivo, isto através da legislação, planejamento e realização de obras públicas que possibilitam um desempenho harmonioso e progressivo das funções civis essenciais, tais como: habitação, trabalho, recreação e circulação no espaço urbano.

Através da urbanização, a cidade tem grande expressão e desenvolvimento, como um espaço privilegiado e mais adequado para abrigar grande parte da população. Logo, existe uma relação entre cidade e urbanização que surge e se intensifica gradualmente (FRANÇA, 2007).

O estudo da realidade urbana se baseia nos paradigmas das Ciências Sociais, que busca interpretar a desordem urbana visível, com o intuito de desvendar a ordem subjacente ao modo capitalista de produção. Com isso, até mesmo o conceito de ordem que entrará em vigor será questionada, levando a definir a realidade urbana para além dos receptáculos físicos e considerando os processos sociais que os guiam. Assim, a ordem urbana passa a ser conduzida utilizando-se de princípios de justiça, equidade e igualdade (CARVALHO et al., 2009).

#### 2.1.1. PLANEJAMENTO URBANO

Segundo Maglio e Philippi Jr (apud FRAGA, 2010), o planejamento territorial pode ser definido como um processo que busca ordenar, articular e equipar o espaço de forma racional, levando em consideração os aspectos físicos, políticos-institucionais, sociais, econômicos e ambientais.

Conforme a Constituição Federal de 1988, artigo 30, oitavo parágrafo, é de responsabilidade dos municípios buscar o melhor ordenamento territorial, utilizando-se do planejamento e controle do solo urbano, para o parcelamento e ocupação do solo.

Na prática, sócio administrativo, é importante que haja a consolidação ao planejamento urbano, para que ocorram avanços técnicos e científicos, que são essenciais para o diagnóstico e conhecimento dos problemas urbanos, além de ajudar em propostas de soluções e na tomada de decisões (CARVALHO et al., 2009).

De acordo com Duarte, Sánchez e Libardi (2012), uma cidade é composta por diversos agentes e setores, como o Estado e o setor privado, sendo constituída por uma dinâmica social e econômica.

Sendo assim, segundo Carvalho et al. (2009) no término do planejamento urbano busca-se assegurar a ordem, ou seja, a melhor organização das cidades, para que não haja a desordem.

#### 2.1.2. CRESCIMENTO URBANO

Segundo França (2007), a importância da descentralização existe, pois direciona novas centralidades, gerando um incentivo a expansão urbana, de bairros e novos loteamentos em regiões distantes do centro da cidade, criando-se novas áreas comerciais.

Segundo Villaça (2001), existe certa relação entre a construção de vias regionais e o crescimento das cidades. Porém as ferrovias, por exemplo, acabam gerando um crescimento descontínuo e com apenas um núcleo, onde em certos casos a cidade se desenvolve próxima às estações. Nas rodovias, principalmente as expressas, o crescimento acontece de maneira mais rarefeita, descontínua, e dificilmente se tem apenas um núcleo como nas ferrovias. Isto ocorre em função da acessibilidade oferecida pelos dois tipos de vias. Afinal, nas ferrovias a acessibilidade se consolida as estações e nas rodovias isso pode ocorrer em qualquer ponto.

### 2.1.3. LEIS DE ZONEAMENTO

O zoneamento urbano é a divisão do território municipal, de acordo com o uso, abordado como uma das principais ferramentas do planejamento urbano (SILVA et al., 2007).

Além disso, de acordo com Silva et al. (2007), o zoneamento trata-se de um processo urbano que tem por objetivo a regulamentação do uso do solo e dos recursos naturais visando o interesse coletivo. Este instrumento originou-se no direito brasileiro de maneira setorial, para formar diretrizes para políticas públicas, por exemplo, a política agrária e a política industrial, não podendo perder o caráter funcional, determinando os usos possíveis do solo urbano ou rural, zoneamento urbano e agro econômico, que atualmente se desenvolveu sendo descrito como um instrumento mais abrangente para ordenamento do território no país, com o objetivo de uma gestão ambiental integrada a utilização dos recursos disponíveis para que haja um desenvolvimento sustentável.

Por fim, segundo Duarte, Sánchez e Libardi (2012), por meio do zoneamento e uso do solo, existem orientações e controle da região urbana, que são utilizados como agentes para induzir e promover investimentos que geram o desenvolvimento da cidade.

## 2.2. MOBILIDADE URBANA

De acordo com Ferraz e Torres (2004), a mobilidade está relacionada à facilidade das pessoas em acessar diversas áreas da cidade, dependendo, sobretudo, de características do transporte urbano, da infraestrutura viária, de sistemas de circulação de trânsito, do transporte semipúblico, entre outros.

Ainda segundo Ferraz e Torres (2004), os deslocamentos de uma cidade acontecem em função da distribuição do território urbano. Estes deslocamentos aconteciam há algumas décadas atrás, em função de princípios de especialização de usos do território. Porém este método se revelou como inapto, pois a dinâmica dos fluxos sociais e econômicos se torna cada vez mais complexa.

Segundo Soares et al. (2009), a mobilidade está integrada ao acréscimo no fluxo de pessoas, bens e serviços no espaço urbano, que infelizmente tem resultado em impactos negativos a qualidade de vida das pessoas. O número de veículos tem crescido em proporções geométricas nas ruas da cidade, isto tem ocasionado problemas de saúde à população, poluição, sobretudo do ar que gera um alto índice de mortalidade à população por causa de doenças cardiovasculares, existindo também a poluição sonora e visual que traz prejuízos ao meio urbano.

Por fim, um bom planejamento em transporte gera melhorias socioeconômicas e ambientais (diminui a poluição), reduz os congestionamentos e garante uma melhor condição de tráfico (DUARTE, SÁNCHEZ e LIBARDI, 2012).

### 2.2.1. ACESSIBILIDADE

Segundo Janelle e Hodge (2000), a acessibilidade é um atributo multidimensional dos espaços próximos definidos para qualquer sistema de atividade urbana. Os elementos estruturais de acessibilidade compreendem a distribuição espacial das pessoas e oportunidades, bem como o transporte e infraestrutura de comunicações para conectá-los.

Segundo Biavati e Martins (2007), o trânsito é essencial na vida das pessoas em uma cidade. Contudo, quando sair de um ponto e chegar a outro em um tempo razoável é impossível, isso acaba afetando muitas pessoas.

Segundo Duarte, Sánchez e Libardi (2012), acessibilidade não se trata apenas da condição de chegar a um determinado lugar, mas na possibilidade de se movimentar por toda a cidade utilizando-se de vários modais em uma rede de transportes organizada.

Por fim, o transporte urbano promove uma maior mobilidade e acessibilidade. No desenvolvimento de um sistema de transporte deve-se levar em consideração o uso do solo, política de planejamento urbano e de qualidade ambiental para que haja uma maior acessibilidade (DUARTE, SÁNCHEZ e LIBARDI, 2012).

### 2.2.2. ESPAÇO URBANO

De acordo com Duarte e Sánchez e Libardi (2012), o movimento dos cidadãos acontece em função de como a cidade está constituída territorialmente, e de como está ligada as atividades que se desenvolvem no espaço urbano.

Além disso, de acordo com França (2007), a concepção das cidades acontece em respostas aos empreendedores econômicos (sendo estes, comerciantes, empresários e trabalhadores industriais) em áreas que se tornam potenciais à circulação de capital, tendo um amplo espaço consumidor. Com isso, existem investimentos do setor privado, estatal e municipal. Dispondo de infraestrutura: água, luz, energia e esgoto, entre outros equipamentos urbanos, para que exista uma boa qualidade de vida.

Contudo, a necessidade de subcentros acontece quando o núcleo central deixa de ser um polo monopolizador, onde devido ao crescimento da cidade, existe a má qualidade de vida no núcleo central para fins residenciais, pois há congestionamentos e em alguns casos ineficiência dos sistemas de transporte (FRANÇA, 2007).

### 2.2.3. CONGESTIONAMENTO

Em uma cidade grande os congestionamentos são um assunto presente nos rádios e jornais. Já em cidades pequenas este problema não acontece frequentemente, porém ele existe, seja nas ruas centrais, ou em estradas que passam por perto (Biavati e Martins, 2007).

Além disso, Vermeer e Passchier (apud MACEDO, 2002) explicam que, existem diversos danos causados pela emissão de gases por veículos, por exemplo, o ruído excessivo que na maioria das vezes é apenas interpretado como um simples incômodo, foi apontado através de estudos de epidemiologia como a causa da deficiência auditiva, danos psicossociais, stress e doenças cardiovasculares, além de existirem distúrbios do sono apresentado principalmente em crianças. Portanto, o congestionamento acaba comprometendo o bem-estar das pessoas.

Enfim, segundo Duarte, Sánchez e Libardi (2012), as medidas de restrições promovem um espaço urbano mais justo, que favorece pedestres, ciclistas e o transporte coletivo.

### 2.2.4. CENTRALIDADES

De acordo com Soares (apud FRANÇA, 2007), quando existe nos bairros a propagação de lojas comerciais, consultórios, bancos, cinemas, escolas, restaurantes, que atendem a população que reside no local e nas proximidades, tem-se uma melhor disponibilidade de serviços complementares, como centro de atividades, chamados de subcentro.

Segundo Villaça (2001), os subcentros são conhecidos como “aglomerações diversificadas e equilibradas de comércio e serviços”, sendo uma cópia fiel do centro principal da cidade, contudo em um tamanho menor, se tornando um concorrente, mas não se

igualando. A real diferença é que o subcentro apresenta requisitos para atender apenas uma parte da cidade, enquanto o centro principal tem o papel de atender toda a cidade.

Por fim, quando se cria novas centralidades que atendam as populações de bairros novos e daqueles que estão localizados em periferias da cidade, estes subcentros se tornam cada vez mais dinâmicos, pois existe entre os bairros da cidade um aumento do número de: mercadorias, pessoas, capitais e informações (FRANÇA, 2007).

### 2.3. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

As discussões a respeito de questões ambientais e a cidade sugerem uma reflexão sobre as atividades humanas em relação ao seu consumo cada vez maior, e, conseqüentemente, a maior dependência dos recursos e emissão de resíduos. Desta forma, cria-se um círculo vicioso, no qual quanto maior e mais complexa a cidade, maior será a relação de dependência com as áreas a sua volta e a vulnerabilidade em relação às mudanças no entorno (GUILHON, 2011).

Desta forma, surge o conceito de desenvolvimento sustentável que, segundo Guilhon (2011), é caracterizado como uma operação diplomática, ideológica e social de grande importância, buscando demonstrar que é possível compatibilizar meio ambiente e desenvolvimento. Assim, segundo Silva Júnior e Passos (2006), o desenvolvimento sustentável defende a busca do balanço harmônico entre os fatores econômico, social e ambiental.

### 2.4. CIDADE MENTAL

Segundo Assumpção et al. (2010), cidade mental se trata de uma representação geográfica subjetiva composta por referenciais urbanos característicos do cotidiano das pessoas, como escolas, academias, empresas, etc. Assim, cada indivíduo toma decisões a respeito de aspectos no cotidiano, como o que define a mobilidade urbana e o padrão de qualidade de vida.

Segundo Lynch (1960), o conteúdo de imagens mental da cidade pode ser classificado em cinco elementos definidos abaixo:

- **Vias:** canais que tornam possível os deslocamentos do observador, como avenidas, ferrovias, linhas de trânsito, canais, entre outros.
- **Limites:** são fronteiras, barreiras que separam uma região de outra, ou ainda linhas onde duas regiões se encontram. Podem ser praias, cortes de ferrovias, espaços em construção, margens de rios, etc.
- **Bairros:** são regiões da cidade. São identificados por aspectos internos devido às características que os identifica, no entanto, são utilizados como referenciais externos quando analisados de fora.
- **Pontos nodais:** correspondem a locais estratégicos da cidade nos quais o observador pode entrar. Podem ser cruzamentos, junções, ente outros.
- **Marcos:** considerado um tipo de referência no qual o observador não entra. Compreendem objetos físicos que podem estar dentro da cidade ou não, por exemplo: montanhas e torres. São detalhes urbanos que se associam à imagem dos observadores.

Porém, esses elementos compõem apenas a matéria-prima da imagem do ambiente da cidade. Portanto, é necessário modelá-los todos juntos com a finalidade de oferecer uma forma satisfatória. Além disso, cada indivíduo tem uma imagem própria de cidade, porém, há imagens consensuais entre os integrantes de um mesmo grupo. Essas imagens consensuais é

que interessam aos planejadores urbanos, pois eles tem como objetivo a criação de um ambiente que beneficie o maior número de pessoas possível (LYNCH, 1960).

## 2.5. SISTEMAS DE GEOPROCESSAMENTO APLICADOS AO CONTEXTO URBANO

O geoprocessamento surgiu no final do século XX, sendo considerado uma ferramenta de inovação para estudos relacionados ao espaço. Esta ferramenta trata-se de um conjunto de técnicas com o intuito de realizar análises espaciais, manipulação e gerenciamento de informações espaciais georreferenciadas (CARVALHO e LEITE, 2009).

O uso de geoprocessamento pode proporcionar vários benefícios, em aspectos ambientais, sociais, financeiros e intelectuais em diversos setores (ARAÚJO, 2008). Portanto, segundo Cordovez (2002), não há dúvidas em relação à utilidade do geoprocessamento na gestão pública. Praticamente, em todas as áreas de atuação municipal pode implantar o geoprocessamento, com o propósito de torná-lo um aliado nos processos de levantamento de dados, tomada de decisão, planejamento, análise de resultados, entre outros. Assim, segundo Carvalho e Leite (2009), as prefeituras que já implantaram o geoprocessamento apresentaram melhorias no gerenciamento do espaço, principalmente o urbano.

### 2.5.1. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)

O SIG consiste em um programa utilizado para lidar com mapas e tabelas vinculados ao mesmo, por meio de processos em um banco de dados georreferenciados. Este programa tem grande diversidade em aplicações relacionadas às análises espaciais, como o processo de monitoramento ambiental, gerenciamento de serviços públicos, criação de mapas que representam áreas de riscos, cadastramento rural e urbano, entre outros (OLIANI, PAIVA, ANTUNES, 2012).

Segundo Santos, Pina e Carvalho (2000), o SIG integra atividades como: base de dados, armazenagem, captura, manipulação, análise e apresentação dos dados, permitindo também a realização de outras atividades, como a seleção e busca de informações, juntamente da visualização e análise geográfica proporcionada pelos mapas. Em função disso, o SIG se difere dos outros sistemas de informação, permitindo o entendimento dos fatos e fenômenos que ocorrem no espaço. Além disso, o SIG auxilia planejadores e administradores na tomada de decisões por meio da realização de análises espaciais complexas.

## 2.6. MODELAGEM DINÂMICA ESPACIAL

A tecnologia de geoprocessamento, ao longo do tempo, tem representado fenômenos espaciais de modo estático, isso se deve a uma abstração utilizada pelo SIG ser o mapa. Desta forma, um dos maiores desafios é a busca por outras técnicas que permitam a representação adequada dos chamados fenômenos espaço-temporais (CÂMARA et al., 2003).

Segundo Burrough (apud CÂMARA et al., 2003), a modelagem dinâmica espacial pode ser definida como a representação matemática dos processos no mundo real, no qual um local sofre mudanças em resposta às circunstâncias impostas a ele.

Esta modelagem é utilizada para simular fenômenos dinâmicos espaciais em áreas urbanas, como mudanças no uso do solo, enchentes, fluxos de tráfego e pessoas, entre outros, sendo modelados através de modelos estatísticos e plataformas computacionais específicas, com auxílio de mapas de cidades, obtidos através de satélites (ALMEIDA, 2010).

Assim, através da simulação destes fenômenos, é possível elaborar diversos cenários futuros quando se tem o conhecimento das forças atuantes sobre as mudanças referentes ao solo (DIAS e WALDE, 2013).

### **3. HISTÓRIA DE CAÇAPAVA**

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2013), a cidade de Caçapava tem uma população de 84.752 habitantes e uma área de 369,027 Km<sup>2</sup>. O local era chamado de “Caa-çapaba”, de origem Tupi, sendo que “Caa” significa mato e “Çapaba” significa clareira ou caminho.

O surgimento da população ocorreu por volta de 1844, com a liderança do capitão João Ramos da Silva algumas pessoas se mudaram de Caçapava Velha situada em torno da capela de Nossa Senhora da Ajuda, para a Fazenda Velha de propriedade do coronel João Dias da Cruz Guimarães. Construíram suas novas casas na parte alta (na atual ladeira São José) a direita da capela de São João Batista (que existia desde 1842). O local foi de grande agrado de seus moradores, atraindo novos e formando a população da atual cidade de Caçapava (FERREIRA, 1988).

Segundo o projeto de lei numero 8 de 2005, em 3 de maio de 1850, Caçapava foi reconhecida como pertencente a categoria de Vila e em 8 de abril de 1855 como um Município, sendo que esta foi a época do apogeu do café, seguido por uma estagnação econômica, porém a economia se recuperou graças ao cultivo de arroz e a pecuária leiteira, havendo na década de 70 uma expansão das atividades industriais.

O desenvolvimento do município ocorreu também segundo Ferreira (1988), com a inauguração da ferrovia D. Pedro III em 1877, que segue uma rota de São Paulo ao Rio de Janeiro e através da criação de rodovias, como a BR 116 (Rodovia Presidente Dutra), que foi inaugurada em 1950.

### **4. MODELAGEM**

O processo de modelagem consiste na construção de modelos, dando origem a representação de um sistema. Esse processo se inicia com a determinação de hipóteses ou previsões, no qual é possível realizar comparações com o mundo real. Logo, com base nos resultados gerados e observados, tem-se a aceitação, rejeição ou alteração do modelo criado, de forma a testá-lo novamente (SOARES FILHO, 1998).

Um modelo é definido como uma representação da realidade de forma simplificada, contribuindo para maior facilidade no entendimento dos processos. Cada vez mais, os modelos estão sendo utilizados para estudos ambientais, pois permitem melhor compreensão a respeito dos efeitos causados por alterações no uso e cobertura do solo, e também a identificar futuras mudanças nos ecossistemas (CÂMARA et al., 2003).

Segundo Trentin e Freitas (2010), em relação ao entendimento das mudanças que ocorrem no espaço e no tempo, tem-se observado grande importância atribuída à busca por possíveis formas de previsões para essas mudanças. Desta forma, os modelos tem representado importantes instrumentos de apoio ao planejamento e ordenamento territorial.

Atualmente, existem muitos projetos de modelagem urbana em curso em todo o mundo. Assim, há um número crescente de aplicações de modelagens urbanas, como o TRANUS (WEGENER, 2004).

#### **4.1. APRESENTAÇÃO DO *SOFTWARE* TRANUS**

Segundo Vichiensan et al. (2005), o TRANUS consiste em um sistema de modelos urbanos gerais que são utilizados para lidar com questões do uso solo, transporte e ambiente, considerando aspectos espaciais e temporais.

O TRANUS consiste em um sistema completo para a realização de modelagem do uso do solo e transporte. Através deste software é possível realizar a simulação da localização de atividades, uso do solo e transporte, tanto de cargas quanto de passageiros, podendo ser aplicado em escalas regional e urbana. Este software foi criado para simular os impactos ocasionados pela implantação de diferentes políticas e projetos no determinado local, e assim, poder avaliá-los de acordo com diferentes pontos de vista: social, ambiental, econômico, etc. São inúmeras as políticas e projetos que podem ser avaliadas neste software, como políticas de planejamento urbano, controle e uso do solo, planos para a construção de moradias, sistemas de transporte, entre vários outros (TRANUS, 2013).

Segundo Wegener (2004), o desenvolvimento espacial, ou o uso da terra, determina a necessidade de interação espacial, ou transporte, pela acessibilidade que oferece também determina o desenvolvimento espacial.

Assim, uma característica deste software é a integração dos principais elementos do sistema urbano ou regional, como a localização e relação das atividades, o sistema imobiliário e de transportes. Assim, devido às atividades econômicas e espaciais, tem-se a necessidade por deslocamentos de pessoas e cargas. Contudo, a acessibilidade do transporte interfere no modo como as atividades interagem entre si, influenciando o mercado imobiliário. Sendo assim, a avaliação econômica é parte da formulação teórica e da modelagem, considerando que possui as ferramentas essenciais para realizar análises das políticas e projetos. Deste modo, é possível realizar análise sobre os efeitos das políticas do sistema de transporte sobre a localização das atividades. No entanto, também é possível analisar os efeitos do uso do solo sobre o sistema de transporte, e além de tudo, a análise também pode ser feita de modo em que as políticas sejam combinadas (TRANUS, 2013).

#### 4.2. ELABORAÇÃO DO MODELO

Não é objetivo deste artigo realizar análises e interpretações dos resultados obtidos com a modelagem do *software* TRANUS. No entanto, tem-se a ilustração de uma modelagem realizada com a imagem das vias da cidade de Caçapava (Figura 1), a fim de estabelecer uma contextualização com o assunto.

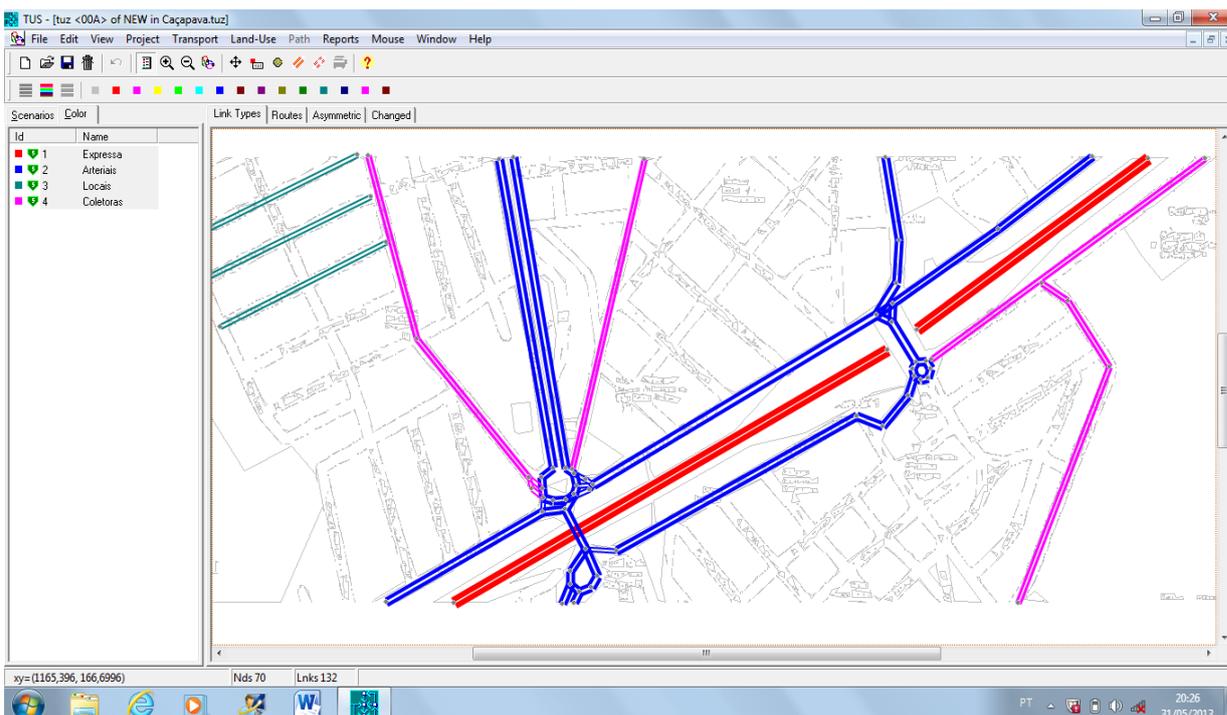


Figura 1: Ilustração do modelo elaborado com a imagem das vias de Caçapava.

## 5. AVALIAÇÃO DO FERRAMENTAL DE SIMULAÇÃO

Segundo Silva (2006), em função da popularidade das aplicações apresentadas por *softwares* de simulação, para modelagem de diversos fenômenos e como ferramentas que auxiliam em análises de problemas em diversas áreas, há vários destes disponíveis no mercado.

Portanto, a escolha de um deles para a aplicação em uma determinada área é uma tarefa difícil em função da variedade disponível. Desta forma, para avaliar e, finalmente, decidir qual é o software mais adequado, deve-se levar em consideração aspectos relevantes, como características operacionais, custos, familiaridade, entre outros (SILVA, 2006).

Com o propósito de realizar uma avaliação a respeito de *softwares* de simulação, Tozi et al. (2007) elaboraram uma tabela composta por sete grupos de critérios, utilizando algumas técnicas para obter os resultados numéricos, como atribuição de níveis de importância para cada critério estabelecido e ponderação de resultados dos critérios. Desta forma, com base nos sete grupos determinados e nos métodos utilizados pelos autores citados, foram definidos critérios relevantes para a avaliação do *software* de simulação TRANUS e seus respectivos pesos de acordo com a importância do critério. Esses dados são demonstrados na tabela abaixo (Tabela 1):

LEGENDA	Importância estabelecida para os critérios.	Notas para avaliação do <i>software</i> em questão.
3	Muito importante	Muito bom
2	Importante	Bom
1	Pouco importante	Regular
0	Nenhuma importância	Inexistente

**Tabela 1:** Critérios e pesos para a avaliação do *software* TRANUS.

Grupo de Critérios	Critérios	Nível de Importância (NI)	Avaliação do <i>Software</i> (AV)	Resultado = (NI x AV) / 3
<b>Entrada (Input):</b>	Apontar e clicar com o mouse	2	3	2
	Uso de imagens em formato específico	3	2	2
	Importação de dados	3	3	3
	Exportação de dados	3	3	3
	Execução interativa	3	3	3
<b>Processamento:</b>	Representação do modelo	3	3	3
	Possibilidade da realização de modelagem complexa (submodelos)	3	3	3
	Variedade nas opções de modelagem	3	3	3
	Possibilidade de realizar simulações de modelos integrados	3	3	3
	Possibilidade de realizar simulações de modelos separados	3	3	3
	Variedade nas possibilidades de	2	3	2

	aplicações do sistema			
	Criação de cenários futuros	3	3	3
	Realização de testes (hipóteses)	2	3	2
	Flexibilidade operacional	2	2	1.3
	Algoritmos	3	3	3
	Análise de variáveis	3	3	3
<b>Saída (Output):</b>	Manutenção de dados	2	3	2
	Geração de resultados	3	3	3
	Avaliação dos resultados sob vários pontos de vista	3	3	3
	Gerenciamento de cenários	3	3	3
<b>Ambiente:</b>	Possibilidade de instalação em PC (Windows, Linux, etc.)	3	3	3
	Facilidade de operação	3	2	2
	Interface Gráfica do Sistema	3	3	3
	Interpretação dos resultados proporcionada pelo sistema	3	3	3
	Manual de instruções	2	2	1.3
	Ajuda <i>on line</i> ;	2	1	0.7
	Qualidade das informações ou resultados	3	3	3
<b>Fornecedor do software:</b>	História	2	1	0.7
	Popularidade	2	1	0.7
	Manutenção, suporte e consultoria	2	2	1.3
<b>Custo:</b>	Aquisição de licença; 3= <i>free</i> ; 2=até US\$1000; 1=até US\$ 5000; 0 acima;	3	3	3
	Atualizações	2	3	2
	Treinamento	2	1	0.7
<b>Outros</b>	Utilização da programação orientada para determinados objetos	3	3	3
	Interface com outras ferramentas (planilhas, etc)	3	2	2
	Relação com outros programas	3	3	3
	<b>TOTAL</b>	<b>96</b>		<b>85.7</b>

Baseado nos pesos atribuídos a cada critério, a ponderação foi realizada através de uma operação matemática, no qual o resultado obtido através da somatória da coluna “Resultado” foi dividido pelo resultado da somatória da coluna “Nível de Importância”, ou seja, (85.7 / 96). Desta forma, obteve-se um índice de 0,89 ou 89%.

## 6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para a modelagem de processos envolvidos no desenvolvimento de cidades, como mudanças no uso do solo e transporte, é necessária a utilização de um *software* adequado para a elaboração dos modelos, pois se tratam da representação de uma realidade. Portanto, tornou-se relevante a realização desta avaliação do TRANUS para analisar a adequabilidade no uso em modelagens deste tipo.



Assim, através da ponderação dos resultados, o *software* TRANUS teve um índice de 89%, portanto, é possível concluir que este *software* é apropriado para a representação de modelos para a realização dos processos de modelagem dos fenômenos dinâmicos espaciais.

## 7. CONCLUSÕES

Considerando a situação específica de cidades com deficiência no planejamento urbano, como é o caso da cidade de Caçapava, e nos resultados obtidos com a os métodos utilizados para a avaliação do *software*, conclui-se que o *software* TRANUS constitui uma ferramenta apropriada para a representação de processos de modelagem dos fenômenos dinâmicos espaciais. Desta forma, por meio da modelagem proporcionada pelo TRANUS, torna-se possível construir cenários futuros, de modo a simular os impactos dos processos de desenvolvimento, o que auxiliará em tomadas de decisões no tempo presente visando bons resultados para o crescimento e desenvolvimento das cidades no futuro.

## 8. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. M. Aplicação dos Sistemas de Sensoriamento Remoto por Imagens e o Planejamento Urbano Regional. *arq.urb - Revista eletrônica de Arquitetura e Urbanismo*. n. 3, p. 98-123, 1º Semestre. 2010.
- ALMEIDA, N. O. **Gerenciamento de portfólio: alinhando o gerenciamento de projetos à estratégia da empresa e definindo sucesso e métricas em projetos**. Rio de Janeiro: Brasport, 2011.
- ARAUJO, D. G. M. **Avaliação da Interoperabilidade entre Sistemas de Informação Geográfica: uma etapa para o Planejamento. 2008**. 185 f. Dissertação (Mestrado em Geografia, Área de Gestão e Estruturação do Espaço Geográfico) - UERJ – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.
- ASSUMPTÃO, T.; COLOMBO, S. S.; CARDIM P. A. G. BUARQUE, C.; RODRIGUES, G. M.; DIAS, S. S.; FRANCO, E.; FACÓ M. H.; GRACIOSO, A.; VASCONCELOS, M. L. M. C.; COVAC, J. R.; FRAUCHES, C. C.; CASTRO, M. H. G.; TREVISAN, A.; TREVISAN, F.; PEREIRA, C.; CURY, A. S.; CASTANHO, D. F.; MORAN, J. M.; STEINBERG, H.; MARCATTI, L.; BARCHIFONTAINE, C. P.; MARCONDES, P. E.; MARTINS, J. C. **Nos bastidores da educação brasileira: a gestão vista por dentro**. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- BARROS, A. J. S. e LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de Metodologia: Um guia para iniciação científica**. 2ª Ed. São Paulo: Makron Books, 2000.
- BIAVATI, E. ; MARTINS, H. **Rota de Colisão: a cidade, o trânsito e você**. São Paulo: Berlendis & Vertecchia, 2007.
- CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V.; PEDROSA, B. M.; RENNÓ, C. D.; SOARES, J. V.; ALMEIDA, C. M.; SOARES FILHO, B. S.; CERQUEIRA, G. C.; PENNACHIN, C. L.; BATTY, M.; AGUIAR, A. P. D. **Introdução à Modelagem Dinâmica Espacial. 2003**. Disponível em <http://www.ufscar.br/~debe/geo/paginas/tutoriais/%20a%20Modelagem%20Dinamica%20Espacial.pdf>. Acesso em 27/05/2013.
- CARVALHO, G. A. e LEITE, D. V. B. Geoprocessamento na gestão urbana municipal – a experiência dos municípios mineiros Sabará e Nova Lima. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2009, Natal. **Anais...** Natal, 2009. 8 f.
- CARVALHO, S. N.; VITTE, C. C. S.; KEINERT, T. M. M.; MENEZES, L. C. A.; JANNUZZI, P. M.; VITTE, A. C.; NAHAS, M. I. P.; KARRUZ, A. P.; PRADO, O.; KEINERT, R. C.; FEFFERMANN, M.; FILHO, G. A.; JUNIOR, A. E. **Qualidade de vida, planejamento e gestão urbana: discussões teórica - metodológicas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.
- CNM. **Planejamento e Desenvolvimento Urbano: Gestão Territorial Responsável**. Disponível em [http://www.cnm.org.br/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download &gid=420&Itemid=4](http://www.cnm.org.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download &gid=420&Itemid=4). Acesso em: 10/04/2013.
- CORDOVEZ, J. C. G. Geoprocessamento como Ferramenta de Gestão Urbana. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO, 2002, Aracaju. **Anais...** Aracaju, 2002. 19 f.
- DIAS, L. T.; WALDE, D. H. G. Modelagem da Dinâmica Espacial do Uso e Ocupação do Solo na Bacia Hidrográfica do Lago Paranoá – DF. **Revista Brasileira de Cartografia (2013)**. Nº 65/1, p. 77-94, Janeiro/2013.



- DI SARNO, LIBÓRIO, D. C. **Elementos de direito urbanístico**. Barueri: Manole, 2004.
- DUARTE, F.; SÁNCHEZ, K.; LIBARDI, R. **Introdução à Mobilidade Urbana**. Curitiba: Juruá, 2012.
- FERRAZ, A. P. e TORRES, I. G. E. **Transporte público urbano**. São Carlos: RiMa, 2004.
- FERREIRA, J. C. S. **Caçapava de São João Batista, A Simpatia do Vale do Paraíba (1705 – 1995)**. São Paulo: JAC Gráfica e Editora, 1988.
- FONSECA, J. J. S. **Apostila de Metodologia da Pesquisa Científica**. Disponível em <http://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&id=oB5x2SChpSEC&q=bibliogr%C3%A1fica#v=snippet&q=bibliogr%C3%A1fica&f=false>. Acesso em: 10/04/2013.
- FRAGA, A. M. **Salvador-BA, o Urbano Segregado: Estado, Mercado e Ideologia em Sintonia**. 2010. 53 f. TCC (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – FTC - Faculdade de Tecnologia e Ciências, Salvador, 2010.
- FRANÇA, I. S. **A cidade média e suas centralidades: o exemplo de montes claros no norte de Minas Gerais**. 2007. 240 f. Dissertação (Mestrado em Geografia, Área Geografia e Gestão do Território) Universidade Federal, Uberlândia, 2007.
- GUILHON, V. V. **Indicadores de Sustentabilidade Urbana: Aplicação ao Conjunto Habitacional 'Parque Residencial Manaus/AM'**. 2011. 201f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Área de Tecnologia da Arquitetura) - FAUUSP – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011.
- IBGE. **Cidades**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=350850>. Acesso em: 29/06/2013.
- JANELLE, D. G. HODGE, D. C. **Information, Place, and cyberspace: Issues in Accessibility**. Book Bear: Berlin; Heidelberg; Nova York; Barcelona; Hong Kong; Londres; Milan; Paris; Singapura; Toquio: Springer, 2000.
- LYNCH, K. **The image of the city**. Cambridge: The M.I.T. Press, 1960.
- MACEDO, L. S. V.; ABRAMOVAY, R.; DITT, E. H.; MANTOVANI, W.; PADUA, C. V.; RESENDE, R.; CATUNDA, C.; TIAGO, G. G.; AÍMOLA, L.; CUNHA, I.; FILHO, J. P. A.; POFFO, Í. R. F.; BELLENZANI, M. L.; GUNN, L.; POLIZELLI, D. L.; HELOANI, J. R.; FURRIELA, R. B. **Construindo a ciência ambiental**. São Paulo: Annablume – Fapesp, 2002.
- OLIANI, L. O.; PAIVA, C. e ANTUNES, A. F. B. Utilização de Softwares Livres de Geoprocessamento para Gestão Urbana em Municípios de Pequeno e Médio Porte. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 2012, Recife. **Anais...** Recife, 2012. 8 f.
- OLIVEIRA, S. L. **Tratado de Metodologia Científica: projetos de pesquisas, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- RAMPAZZO, L. **Metodologia Científica**. São Paulo: Edições Loyola, 2002.
- REIS, A. F. **Gastos Públicos: Investimentos em Infra-estrutura no Período Pós-Privatizações**. 2007. Disponível em [http://www.uff.br/econ/download/tds/UFF\\_TD225.pdf](http://www.uff.br/econ/download/tds/UFF_TD225.pdf). Acesso em: 10/04/2013.
- RESENDE, D. A.; ULTRAMARI, C. Plano Diretor e Planejamento Estratégico Municipal: Introdução Teórico-Conceitual. **Revista de Administração Pública**, Vol.41, n. 2, Rio de Janeiro, Mar./Apr., 2007.
- RIBEIRO, M. L. **Novas formas de ocupação do meio rural e natural no município de Caçapava-SP: o caso do entorno do Núcleo de Guamirim (Piedade)**. 2001. 240 f. Dissertação (Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Planejamento Urbano e Regional) - Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento da Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos: UniVap, 2001.
- RODOVALHO, M. O. **Análise do Planejamento Urbano e Efetividade dos Planos Diretores de Goiânia**. 2008. 75 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Planejamento Territorial) - Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2008.
- ROVER, A. **Metodologia científica: educação a distância**. Joaçaba: UNOESC, 2006.
- SANTOS, S.; PINA, M. F.; CARVALHO, M. S. **Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia aplicados à Saúde**. Brasília: OPAS, 2000.
- SILVA, A. K. **Método para Avaliação e Seleção de Softwares de Simulação de Eventos Discretos Aplicados à Análise de Sistemas Logísticos**. 2006. 191 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia, Área de Engenharia de Sistemas Logísticos) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.



SILVA JÚNIOR, J. R.; PASSOS, L. A. **O Negócio é Participar: A Importância do Plano Diretor para o Desenvolvimento Municipal. 2006.** Disponível em [www.sebraesp.com.br/arquivos\\_site/cartilha\\_diretor.pdf](http://www.sebraesp.com.br/arquivos_site/cartilha_diretor.pdf). Acesso em: 10/04/2013.

SILVA, S. T. ROCHA, J. C. C. SALES, A. W. C.; ASSIS, A. C.; RAMOS, A. C.; DIAS, A. V.; NETO, A. Z.; FARENA, D. V. M.; GHERSEL, E.; RODRIGUES, G. A.; CUSTÓDIO, H. B.; SOARES, I. V. P.; LEITE, J. R. M.; PILATI, L. C.; SANTILLI, J.; TINOCO, L. N.; ARAÚJO, L. E. M.; TESSLER, M. I. B.; NICOLAO, D. C.; NETO, C.; ALMEIDA, R. M.; KISHI, S. A. S.; CAZETTA, U. **Política nacional de meio ambiente: 25 anos da Lei n. 6.938/81.** Belo Horizonte: Del Rey, 2007.

SILVEIRA, C.; BOCAJUVA, C.; ZAPATA, T.; BAVA, S. C.; PAULICS, V.; SPINK, P.; OLIVEIRA, F.; DOWBOR, L.; LEVY, E.; CRUZ, M. C. M. T.; VAZ, J. C.; KAYANO, J.; CALDAS, E. **Novos Contornos da Gestão Local: Conceitos em Construção.** São Paulo: Pólis, 2002.

SOARES, B. R.; FILHO, V. R.; OLIVEIRA, H. C. M.; SOUZA, M. V. M. SANFELIU, C. B. SPOSITO, J. G. R. G.; ELIAS, D. SOBARZO, O. A.; ANJOS, F. A.; MAIA, D. S.; PEQUENO, L. R. B.; MELAZZO, E. S.; MESALLES, R. P.; TORNÉ, J. M. L.; PESCI, R.; WHITACKER, A. M.; MORA, M. A. R.; MALDONADO, J. A. P. **As cidades médias ou intermediárias em um mundo globalizado.** Universidade de Lleida, 2009.

SOARES FILHO, B. S. **Modelagem da Dinâmica de Paisagem de uma Região de Fronteira de Colonização Amazônica. 1998.** 299 f. Tese (Doutorado em Engenharia, Área de Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998.

TRENTIN, G.; FREITAS, M. I. C. Modelagem da Dinâmica Espacial Urbana: Modelo de Autômato Celular na Simulação de Cenários para o Município de Americana- SP. **Revista Brasileira de Cartografia**, Ed. Especial 01, n. 62, p. 291-305, 2010.

TOZI, L. A.; PAULA, J. R.; MULLER, C.; ABDURAHIMAN, V. Avaliação de *Software* de Simulação de Eventos Discretos Aplicado na Modelagem de Terminal de Carga Aérea Internacional. In: SIMPOI POMS PROCEEDINGS, 2007, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2007, 12 f.

TRANUS. **TRANUS: Sistema Integrado de Simulação da Localização das Atividades, Usos do Solo e Transportes.** Disponível em <http://www.tranus.com/tranus-portugues/descricao-geral>. Acesso em 23/06/2013.

VICHIENSAN, V.; MIYAMOTO, K.; ROYCHANSYAH, M. S.; TOKUNAGA, Y. Evaluation System of Policy Measure Alternatives for a Metropolis Based on TRANUS from the View Point of Sustainability. **Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies**, Vol. 6, pp. 3803 - 3818, 2005.

VILLAÇA, F. **Espaço intra-urbano no Brasil.** São Paulo: Studio Nobel, 2001.

WEGENER, M. **Overview of land-use transport models.** In: Hensher, D.A., Button, K.J. (Eds.): *Transport Geography and Spatial Systems*. Handbook 5 of Handbook in Transport. Kidlington, UK: Pergamon/Elsevier Science, 127-146, 2004.