

METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DAS ATIVIDADES SOBRE O SISTEMA VIÁRIO

SILVA, Edson L. B. (1); KRAFTA R. (2)

(1) Arquiteto e Urbanista, professor da UFSM, Campus Universitário Camobi, CEP 97.105-900, Santa Maria - RS, eMail: edsonbs@ct.ufsm.br

(2) Arquiteto e Urbanista, professor do PROPUR-UFRGS, Rua Sarmento Leite, 320, CEP.90.050-170, Porto Alegre - RS, eMail: propur@vortex.ufrgs.br

RESUMO

Propõe-se uma metodologia de representação da circulação viária a partir da estrutura configuracional do sistema urbano que permite identificar e mensurar padrões de impactos das atividades sobre o sistema viário. Essa representação associa circulação e configuração, sendo obtida através da constituição de medidas de diferenciação espacial da estrutura urbana que evidenciam o comportamento da circulação viária e permitem inferências sobre o desempenho da mesma, como é o caso das transformações ocorridas no volume de tráfego de veículos no sistema viário em decorrência de alterações no sistema de atividades. Isso é possível porque a configuração urbana condiciona a circulação viária em um processo de escravização.

ABSTRACT

A methodology is proposed to represent the traffic circulation. It is based on the configurational structure of the urban system, that allows identification and mensuration of the impact patterns of the activities upon transport system. That representation associates circulation and urban spatial configuration and it is obtained through the constitution of differential spatial measures of the urban structure. This measures evidence the behaviour of the circulation system and it allows inferences on the performance of that structure, as is the case of the transformations occurred in the volume of the traffic vehicles in the transport system in consequence of alterations in the activities of the urban system. It is possible because the urban configuration conditions the traffic circulation in a “enslaving” process.

1. INTRODUÇÃO

O novo paradigma, *planejamento por desempenho*, consiste em um processo de controle do desenvolvimento urbano a partir da regulamentação dos impactos¹ causados pelo uso do solo e conforme Richardson (1985:1) “regulamenta os efeitos externos do uso da área proposta e parcelas adjacentes da área”. A adoção desse paradigma exige uma definição mais precisa do que sejam impactos das atividades sobre o meio urbano, e

¹ Os impactos do uso do solo são referidos por Richardson como sendo os efeitos externos causados pelo uso do solo para determinada atividade.

principalmente como quantificá-los, para o que se faz necessário o entendimento preciso e demonstrado de como se geram e o que os causa.

Grande parte das metodologias que relacionam transporte e uso do solo tem como foco principal o sistema de atividades, não prestando a mesma atenção para o problema da forma urbana. Em contrapartida, estudos mais recentes buscam o entendimento das relações entre a forma da cidade e as atividades, a partir do conhecimento detalhado do modo como as vias urbanas se interconectam propiciando então o surgimento de valorações diferenciadas dessas, e dos lotes, prédios e atividades que as suas margens localizam-se, quanto a facilidade de serem acessados a partir dos vários pontos da cidade. Esses estudos vislumbram a cidade como um sistema formado por partes diferenciadas. Essa diferenciação, conferida aos espaços da cidade quanto à sua acessibilidade, é obtida a partir da descrição da circulação de pessoas e ou veículos nas ruas. Considerando que as pessoas movimentam-se, mesmo que intuitivamente, procurando os caminhos mais curtos entre as suas origens e destinos, os espaços vinculados a esses caminhos tornam-se mais acessíveis.

Se por um lado, essas metodologias permitem o entendimento das relações entre a forma urbana e do sistema viário e o transporte e o uso do solo, por outro, produzem informações, relativas à circulação urbana, que, dependendo do seu grau de precisão, podem vir a ser usadas para avaliar aspectos que delas dependam, ou que a partir delas possam ser denotados. Os aspectos a serem avaliados podem ir desde a comparação entre o tamanho da área das cidades e o seu consumo energético, a partir da quantificação dos comprimentos das viagens realizadas; até a verificação das ruas que receberiam maior quantidade de veículos com a implantação de novas atividades, como por exemplo, a instalação de um "shopping center". Essas avaliações, demonstradas as suas validades, podem vir a expressar alguns dos impactos causados pelo uso do solo no ambiente urbano. Fato que ao se confirmar colaboraria com a idéia de implantação, nas nossas cidades, de um planejamento misto entre o tradicional preditivo e o apoiado em análises de desempenho.

A investigação dessas possibilidades é realizada, neste estudo, a partir da associação da circulação urbana à estrutura espacial através da representação de padrões de movimento com o auxílio de modelagem configuracional. O modelo aloca padrões de movimento urbano (fluxos de pessoas e cargas, representados pelo movimento de veículos) no sistema viário a partir da consideração da forma, caracterização física e relacionamento das ruas, entre si, e com os lotes e as atividades que nelas localizam-se. Os quais, são designados padrões de circulação veicular, considerados grandezas relativas, não podendo ser interpretados em sua magnitude absoluta, pois a sua quantificação não considera todos os fatores intervenientes no processo de geração e distribuição dos mesmos pelos diversos caminhos possíveis. Assim, a partir da metodologia proposta poder-se-iam obter estudos de impacto dos pólos geradores de tráfego (PGT) que abrangessem todo o sistema viário, já que algumas das metodologias mais utilizadas atualmente, como Metodologia da Companhia Estadual de Trânsito - CET - do Estado de São Paulo e a Metodologia do United States Department of Transportation, mensuram os impactos apenas nas vias de entorno do PGT.

O problema central abordado é a construção de uma metodologia que, ao explorar relações entre a configuração espacial urbana e padrões de circulação permite identificar e mensurar padrões de impactos das atividades sobre o sistema viário. A qual fundamenta-se em um modelo matemático que explicita variáveis e relações espaciais relevantes para a caracterização dos padrões de circulação e permite "o monitoramento e avaliação de impacto e estabilidade e de decisão por negociação" (Krafta, 1993, p.183 e 184). O mesmo, permite a compreensão da realidade através da explicitação das relações

entre configuração urbana e circulação viária e a obtenção de prognósticos de estados futuros da circulação viária, a partir da especificação de alterações no estado configuracional possibilitando antever os impactos, como sendo as conseqüências das mesmas; podendo constituir-se em ferramenta auxiliar no processo de decisão por negociação. (SILVA, 1999)

2. METODOLOGIA PARA MENSURAÇÃO DOS IMPACTOS DAS ATIVIDADES SOBRE O SISTEMA VIÁRIO

A metodologia proposta pressupõe a quantificação da circulação urbana (dos padrões de circulação veicular) para todos os trechos do sistema viário em diferentes estados configuracionais. A análise dos impactos é obtida a partir da diferença quantitativa entre os padrões de circulação veicular simulados com a presença do(s) novos PGT e os existentes em cada trecho do sistema viário. Os referidos padrões de circulação veicular são obtidos com o uso do modelo descrito abaixo, que é o objeto da dissertação “A representação de padrões de circulação urbana associada à configuração espacial”, que vem sendo desenvolvida por SILVA e orientada por KRAFTA junto ao PROPUR-UFRGS.

2.1 Modelo de Representação de Padrões de Circulação Urbana Associada à Configuração Espacial

O modelo enquadra-se na linha da modelagem configuracional. Através dele pode-se mensurar padrões de impactos das atividades no sistema viário e retratar o comportamento dos seus usuários na escolha de seus destinos, com base no conceito gravitacional; e itinerários, a partir do conceito de preferência que por sua vez proporciona dinamicidade ao fator temporal. Isto é possível mediante o equacionamento das relações entre a configuração urbana, a distribuição espacial das atividades e os fluxos gerados pelas mesmas.

2.1.1 Associação da estrutura espacial à circulação urbana

A representação do comportamento dos usuários do sistema viário apoia-se na noção de escravização da circulação viária pela configuração urbana, pois, conforme Portugali (1997) a estrutura física do sistema urbano, por ser muito mais constante no tempo, escraviza o sistema de atividades, do qual faz parte a circulação. Isso ocorre a partir da formação e reconhecimento de padrões espaciais (parâmetros de ordem) da forma construída e/ou da rede viária, como por exemplo: acessibilidade, centralidade, comprimento de viagem, padrão de circulação e saturação veicular (presença de um número de veículos maior que a capacidade da via em abrigá-los).

Adota-se como parâmetro de ordem, condicionador dos deslocamentos entre as atividades abrigadas pelas unidades de forma construída, o padrão "saturação veicular", pois considera uma complexidade maior do sistema urbano ao levar em conta a acessibilidade da rede viária, a centralidade no sistema e a disponibilidade de locomoção pela mesma, tendendo a representar com maior precisão os padrões circulatórios desse sistema.

A dinâmica do sistema circulatório comporta-se analogamente ao que descreve Portugali (1996). Em linhas gerais, os deslocamentos diários (considerados apenas as viagens do tipo residência-emprego e residência-serviço) tendem a ser realizados pelos mesmos itinerários até que os mesmos tornem-se saturados; estes então experimentam caminhos alternativos e ao optarem pelo que melhor responde aos seus

anseios o tornam cotidiano. Permitindo que se diga que o sistema estável assume um estado de instabilidade, retornando ao estado original. Portanto, o sistema de deslocamentos apresenta-se como um processo onde a utilização do sistema viário pode variar dependendo das condições de trafegabilidade de cada via, que por sua vez dependem de fatores que vão desde as características físicas da via (que determinam a capacidade viária), o seu relacionamento e posicionamento no sistema, até a localização das atividades (responsáveis pela geração das viagens), passando pelo padrão saturação veicular que diferencia espacialmente as vias e constitui a chave para a alteração do comportamento.

A representação da circulação viária associada à configuração espacial é realizada através dos modelos configuracionais (como exemplo o de Assimetria Relativa de HILLIER e o de Centralidade de KRAFTA), nos quais, os sistemas urbanos evidenciam o relacionamento entre as diversas atividades localizadas - os fluxos - como sendo os deslocamentos entre os espaços adaptados (representados pelas formas construídas), os quais tem como suporte físico os espaços canais, ou seja o sistema viário. Nesses modelos, o foco principal dos estudos é mudado do sistema de atividades para o sistema configuracional, passando fluxos a expressarem as possibilidades de tensões, de relacionamento, entre as diversas parcelas de espaços adaptados. As tensões assumem o papel de expressar a diferenciação espacial dos elementos componentes do sistema urbano, ou seja, dos espaços adaptados e canais. A associação das tensões à circulação urbana dá-se a partir do pressuposto que locais de maior circulação, medidos pela quantidade de tensões, são locais de maior acessibilidade.

O modelo de Representação de Padrões de Circulação Viária, diferentemente dos citados que não consideram a diferenciação física do sistema viário, utiliza os padrões espaciais: *capacidade veicular* (capacidade das vias em abrigar deslocamentos de veículos) e *atratividade viária* (poder das vias em atrair a preferência dos motoristas na escolha dos caminhos) na caracterização das condições físicas da infra-estrutura viária. Já, a dinamicidade do mesmo na reprodução do comportamento dos motoristas é dada pelo relacionamento desses dois padrões espaciais: a *atratividade viária* distribui as tensões das unidades de forma construída entre os caminhos mínimos de um mesmo par de trechos, proporcionalmente as facilidades de deslocamento por estes caminhos oferecidas, denotando, assim, a preferência do usuário das vias, enquanto a *capacidade viária* define a quantidade máxima de veículos absorvida pelo trecho de via, permitindo a mensuração do grau de saturação da via e, por conseguinte, a redefinição das rotas com base na reconsideração da atratividade viária dos trechos. Com isso, os indicadores de padrões espaciais mensurados por essa metodologia constituem medidas mais apuradas que as resultantes dos modelos configuracionais citados.

2.1.2 Diferenciação espacial

A diferenciação da estrutura urbana é dada pela identificação de medidas que denotam padrões espaciais da mesma.

A diferenciação espacial pela medida de **centralidade**, tomando por parâmetro os estudos de Krafta (1991), é obtida a partir da relativização dos padrões de tensão veicular em cada porção da rede viária com a totalidade dos padrões de tensão do sistema.

A quantidade de unidades de veículos que são alocadas pelo modelo em cada porção da rede viária, expressa a medida de **padrões de tensão veicular**, representando a quantificação das atividades entre sítio (ou seja, os deslocamentos ou viagens de cargas e passageiros), as quais expressam as relações entre as atividades e, conseqüentemente,

entra as unidades de forma construída. As tensões veiculares, que têm como suporte físico a rede viária, são expressas para cada porção da mesma, dependendo da forma como o sistema é discretizado. Essas tensões representam parte significativa dos deslocamentos correspondentes as viagens residência-trabalho e residência-serviço (conforme classificação de Echenique, 1975) com origens e destinos internos ao sistema. Essa medida, considerada isoladamente não diz muito a respeito das relações entre configuração e circulação, mas é fundamental na definição das medidas de saturação veicular, de centralidade e de impacto das atividades sobre o sistema viário.

A medida de **comprimento médio de viagem** mostra a média dos comprimentos das viagens realizadas no sistema urbano em análise. O comprimento de cada viagem expressa a soma dos comprimentos das tensões nos diversos trechos necessários para alcançar de cada unidade de forma construída todas as outras. Essa medida permite a avaliação ambiental dos sistemas urbanos, na medida em que possibilita a quantificação dos comprimentos médios de viagens e, conseqüentemente, do consumo energético dos deslocamentos, instrumentalizando o gerenciamento do sistema viário e dos transportes no sentido de minimizar este consumo e também os tempos de viagens. O que constitui-se em um dos objetivos principais dos planejadores de transporte urbano ao proporcionar aumento na qualidade de vida da população.

A medida de **saturação veicular** é a relação entre o movimento veicular prognosticado (padrão de tensão alocado pelo modelo) e a capacidade veicular (tensão veicular máxima admitida pela infra-estrutura viária). É quantificada para cada porção da rede viária e para o seu conjunto, ou seja, todo o sistema, expressando o seu nível de congestionamento (afluência de veículos maior que a capacidade de escoamento da via). A saturação veicular relativa a cada trecho da rede viária identifica aqueles que apresentam-se saturados e é responsável pela dinamicidade do modelo, pois, ao alterar a atratividade viária de determinado caminho possibilita a redistribuição das tensões. Isto ocorre com base no fato de que o aumento do número de veículos circulando em uma via provoca diminuição na fluidez do tráfego aumentando o tempo de viagem, o que, por sua vez, faz diminuir a atratividade viária e, conseqüentemente, a preferência do usuário em adotar o referido caminho. Sendo assim, devido a sua complexidade, é a que melhor descreve as relações entre configuração urbana e circulação viária, pois, à medida em que é recalculada a cada nova iteração do modelo, representa o comportamento dos usuários da rede viária. Já, a medida de saturação veicular média do sistema é a média da medida de saturação em todos os trechos do mesmo, e permite a avaliação do seu nível global de congestionamento.

E, por fim, a medida de **impacto das atividades sobre o sistema viário** mostra em que trechos da rede viária existente e com que magnitude ocorrem alterações nos padrões de tensão devido a relocação, ampliação de determinada(s) atividade(s) ou inclusão de nova(s) no sistema urbano. É obtida pela comparação dos padrões de tensão veicular em cada porção do sistema em momentos diferenciados e permite planejar a localização de atividades em cidades existentes e em projetos de novas ocupações, remodelações e/ou ampliações de bairros e cidades e, também, criar critérios objetivos para incentivar e/ou permitir a instalação de novas atividades na área urbana. Essa medida, assim como a de centralidade e a de saturação veicular, beneficia-se da consideração gravitacional e de distância, quanto a sua consistência e precisão. Mesmo assim, o nível de precisão das mesmas depende de outros fatores como: a precisão com que são considerados os dados da forma construída e de discretização das atividades, dos parâmetros de atratividade de cada atividade, da função considerada para o decaimento da distância, entre outros. Sendo assim, designa-se, os indicadores dessa medida por padrões de impacto das atividades sobre o sistema viário.

2.1.3 Sistema Descritivo

A estrutura espacial urbana de um sistema configuracional, considerada nesse estudo, é composta por quatro categorias básicas: as formas construídas e a rede viária, os atratores e as tensões.

As **formas construídas**, correspondem as construções existentes nos lotes, capazes de abrigar as atividades; podendo ser descritas pelo seu tamanho (m²) ou quantidade (nº de economias) e desagregadas de diferentes modos, dependendo da precisão almejada, do tamanho do sistema e dos dados disponíveis.

A categoria **atratores** corresponde as atividades, as quais num primeiro momento dividem-se em atividades em geradoras de tensões e atratoras de tensões; onde, conforme Echenique (1975), as atividades atratoras de tensões são as atividades de emprego, seja emprego básico ou emprego de serviço. Enquadram-se aí as atividades industriais, comerciais e de serviços; já as atividades geradoras de tensões são as atividades residenciais. Essa desagregação tem a finalidade de orientar os sentidos das tensões, as quais ocorrem sempre com início em atividades que atraem tensões e fim naquelas que geram essas tensões. Em um segundo momento, far-se-á necessário desagregar as atividades em residencial, comercial, industrial e de serviços para proceder a quantificação das tensões que originam-se ou destinam-se das unidades de forma construída, conforme sejam geradas ou atraídas pelas atividades, já que apresentam diferentes graus de atração. Esta categoria junto com a da forma construída constitui o primeiro banco de dados de *input* do modelo.

A categoria **rede viária** corresponde a infra-estrutura física que possibilita os deslocamentos. A descrição das suas características, cuja seleção e manipulação é feita com base na metodologia de cálculo descrita por Medeiros(1998), constituem os padrões espaciais capacidade veicular (para qual selecionou atributos relacionados aos fatores condições das via - largura e declividade - atributos relacionados às condições de controle - existência de semáforo e permissão para estacionamento) e atratividade viária (cujos atributos selecionados foram comprimento e tipo de pavimento da via). Este atributo constitui o segundo banco de dados de *input* do modelo.

A categoria das **tensões** compreende as atividades de deslocamentos, ou seja, os possíveis fluxos que realizam-se unidirecionalmente das atividades residenciais até as demais, tendo como suporte físico o sistema viário. Assim, o modelo distribui as tensões, utilizando um conjunto de parâmetros que levam em conta a localização das atividades e a configuração do sistema viário (através de modelagem configuracional), a probabilidade dos deslocamentos acontecerem entre atividades mais próximas e de maior magnitude (através dos conceitos de fricção espacial e gravitacional utilizados pelos modelos de interação espacial), e a facilidade proporcionada pela infra-estrutura viária (mensurada a partir do conceito de atratividade viária) na escolha dos caminhos.

As quatro categorias do sistema urbano relacionam-se entre si. Os atratores qualificam as unidades de forma construída. As tensões geradas por esses atratores entram na rede viária por intermédio do trecho ao qual a forma construída está vinculada, que por sua vez é caracterizado pelas condições físicas e de tráfego da via.

2.1.4 Modelos analíticos

As medidas, de diferenciação morfológica e de desempenho da configuração urbana, dos trechos da rede viária são obtidas a partir de modelos baseados na centralidade, (ver Krafta,1991) aos quais são inseridos os conceitos: *fricção espacial e gravitacional*, na geração das possibilidades de tensão entre as unidades de forma construída e, conseqüentemente, entre os trechos das vias; *de atratividade viária*, na distribuição das tensões das unidades de forma construída entre os caminhos mínimos de um mesmo par de trechos, proporcionalmente as facilidades de deslocamento por estes caminhos oferecidas, as quais denotam a preferência do usuário das vias; e *de capacidade viária* que ao definir a quantidade máxima de veículos absorvidos por cada trecho de via, permite a mensuração do grau de saturação da via e a redefinição das rotas com base na reconsideração da atratividade viária dos trechos.

O algoritmo de obtenção das medidas é composto de três fases distintas, desenvolvido : na linguagem Fox Pro para Windows - versão 5.0 e por rotinas desenvolvidas no Excel e Acces.

A primeira fase, de **representação de padrões de circulação** e verificação do estado em que se encontra a estrutura urbana expressa as medidas de centralidade, comprimento médio de viagem no sistema, saturação dos trechos e do sistema. A modelagem compreende uma seqüência de operações que vão desde a definição de caminhos mínimos entre os trechos do sistema, alocação das tensões nestes caminhos a partir do conceito de atratividade viária dado pelas características físicas das vias, a quantificação dos comprimentos dos deslocamentos e a comparação dos padrões de tensão alocados com a capacidade máxima de cada via gerando a medida de saturação.

A segunda fase, de **verificação do comportamento das tensões**, simula o comportamento do processo circulatório mediante a redistribuição das tensões para caminhos menos saturados. Isso ocorre da seguinte forma: na primeira iteração o modelo distribui padrões de tensão pelos caminhos mínimos conforme a atratividade viária dos mesmos; as tensões alocadas são comparadas com a capacidade máxima em cada trecho fornecendo a medida de saturação do trecho, a qual expressa o nível de congestionamento do mesmo. Sabe-se que um dos fatores determinantes na escolha da rota é o tempo de viagem, o qual diminui quando aumenta o nível de saturação; sendo assim, na segunda iteração, a medida de saturação modifica a atratividade viária gerando uma nova, a qual redistribuirá as tensões de tal forma que os trechos mais saturados recebam menos tensões, as quais são alocadas em trechos com menor nível de saturação. Iterações sucessivas podem ser realizadas até que a distribuição dos padrões de tensão seja a adequada (não mais existam trechos saturados) ou quando esses já não se modifiquem significativamente.

Na terceira fase, de **verificação dos impactos**, obtém-se, através da comparação dos padrões de tensão de cada trecho, em distintas configurações urbanas de um mesmo sistema, a medida de impacto das atividades sobre o sistema viário. Da seguinte forma: descreve-se a circulação viária, altera-se a configuração, por exemplo, introduzindo uma nova atividade, descreve-se novamente a circulação viária e calcula-se a diferença entre os padrões de tensão em cada trecho nas duas situações; entendendo-se esta diferença, quando diferente de zero, como sendo o impacto gerados pelas atividades na rede viária. Podendo o mesmo raciocínio ser empregado para as demais medidas.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo proposto difere dos modelos de centralidade anteriores ao descrever a diferenciação espacial urbana em relação à circulação veicular, ao invés da circulação de pedestres. Essa mudança demanda a introdução de novos dados que descrevem o sistema viário com um maior número de atributos, pressupondo-se, portanto, uma maior correlação entre a circulação veicular representada pelo modelo e a real.

A demonstração empírica da validade do modelo (primeira e segunda fases do algoritmo), junto a cidade de Formigueiro-RS, que possui 2.069 habitantes na área urbana, mostrou que o mesmo é capaz de explicar entre 80 e 90% do comportamento circulatório em sistemas pequenos. Já em relação a terceira fase do algoritmo, as simulações de cenários com a introdução de pólos gerados de tráfego para a verificação dos impactos dos mesmo sobre o sistema viário, apesar de encontrarem-se em fase inicial, já demonstram resultados satisfatórios.

O desenvolvimento de estudos de aplicação dessa metodologia de verificação dos impactos das atividades em sistemas maiores e situações reais de alterações no sistema da atividade serão importantes para o aperfeiçoamento do modelo e a ratificação da sua eficácia, também para outros tamanhos de sistemas. Com o que, essa metodologia poderá servir de ferramenta auxiliar para o ensino e o projeto do urbanismo e para o monitoramento e planejamento da evolução urbana; além da elaboração de estudos de impacto das atividades sobre o sistema viário e auxílio na tomada de decisões por parte do poder público, propiciando a implantação de sistemas mistos de planejamento urbano que combinem os planos diretores tradicionais com a análise de desempenho, considerando que a introdução da mesma no cotidiano das secretarias de planejamento dos municípios, dos escritórios e faculdades de arquitetura poderia ser feita com relativa facilidade, visto que utiliza-se de dados disponíveis na maioria das cidades.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ECHENIQUE, M. e GROWTHER, D.(1975). **Desarrollo de um modelo de estrutura urbana espacial**. In MARTIN, L. **La estructura del espacio urbano**. Editora Gustavo Gili S.A., Barcelona, 377p.
- HAKEN, H. e PORTUGALI, J. (1996) **Synergetics, inter-representation and cognitive maps**. In: PORTUGALI, J. **The Construction of Cognitive Maps**, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/ Boston/ London. pp.45-67.
- HILLIER, B. et al. (1992). **Natural movement: or, configuration and attraction in urban pedestrian movement**. In: Environment Planning B: Planning and Design, 1993, volume 20. pp.29-66.
- KRAFTA, R. (1991). **A study of intraurban configurational development in Porto Alegre - Brazil**, Cambridge, 311p. Tese de doutorado.
- KRAFTA, R. (1993). **Os (maduros??) frutos da crise**. In: PANIZZI, W.M. e ROVATTI, J.F. Estudos urbanos: Porto Alegre e seu planejamento. Porto Alegre. Ed. Universidade/UFRGS/ Prefeitura Municipal de Porto Alegre. pp.175-187.
- KRAFTA, R. (1994). **Modelling intraurban configurational development**. In: Environment & Planning B: Planning and Design, 1994, volume 21. pp.67-82.
- MEDEIROS, S.R. (1998) **Introdução aos transportes - notas docentes**. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- PORTUGALI, J. (1996) **Inter-representation networks and cognitive maps**. In: The Construction of Cognitive Maps, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/ Boston/ London. pp.11-43.

- PORTUGALI, J., BENENSON, I. E OMER, I. (1997) **Spatial cognitive dissonance and sociospatial emergence in a self-organizing city**. In: Environment & Planning B: Planning and Design, volume 24. pp.263-285.
- RICHARDSON, J. R. (1985) **Planificação por Desempenho**. Pesquisa realizada pela Escola de Arquitetura e Planeamento da Universidade do Novo México.
- SILVA, E. (1999). A representação de padrões de circulação urbana associada à configuração espacial e Planeamento Urbano por Análise de Desempenho - Impactos das atividades sobre o Sistema Viário. Anais da ANPUR.