



VARIAÇÕES NO DESENVOLVIMENTO URBANO PROPOSTO EM PDDU'S E SEUS IMPACTOS SOBRE O TRANSPORTE COLETIVO.

Gustavo Rennó Rocha¹; Antônio Néelson Rodrigues da Silva²

Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de São Carlos - Departamento de Transportes (STT - EESC - USP), Av. Trabalhador São-carlense, 400, Arnold Schimidt, São Carlos / SP - Brasil - CEP 13566-590, Tel: (+55 16) 3373 9595, Fax: (+55 16) 3373 9602.

¹gustavo_rocha@ymail.com

²anelson@sc.usp.br

RESENHA

O estudo mostra que os dados de um Plano Diretor podem ser muito úteis na previsão dos impactos do crescimento populacional de uma cidade sobre o seu sistema de transporte coletivo, utilizando ferramentas simples de projeção, visualização e análise de dados.

Palavras-chave: plano diretor, planejamento estratégico, transporte coletivo.

INTRODUÇÃO

A maioria das cidades brasileiras apresenta uma característica comum em relação ao desenvolvimento urbano. As áreas urbanas das cidades, quase sempre em processo de crescimento, são pouco ou sequer planejadas, o que, em cidades de médio a grande porte, muitas vezes acarreta certas deficiências dos sistemas urbanos, principalmente no que diz respeito à mobilidade e ao transporte.

Um dos esforços no sentido de incentivar o planejamento urbano foi a criação da lei do Estatuto da Cidade pelo governo federal, que obriga cidades com mais de vinte mil habitantes a prepararem Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano, com o intuito de levantar, organizar e documentar dados, sustentando diretrizes de desenvolvimento a serem definidas nesse processo. Infelizmente, muitas dessas cidades não vêem nesse procedimento uma oportunidade para implementar ferramentas úteis no processo de planejamento urbano. Por isso, os Planos Diretores frequentemente se limitam a apresentar eixos de desenvolvimento desejáveis, e nem sempre os impactos dessa ocupação sobre os sistemas de transporte são antecipados de forma adequada.

Diante desses fatos, propõe-se, através desse estudo exploratório, uma forma de utilizar as informações de um Plano Diretor para avaliar diretamente os impactos do crescimento urbano no sistema de transportes de uma cidade. Pretende-se, com isso, incentivar os planejadores, permitindo que com ferramentas simples, possam prever com antecedência suficiente as futuras deficiências do sistema urbano, tornando possíveis e viáveis as intervenções necessárias para evitar tais problemas. Nesse contexto, Khan *et al.* (2007) exploram diversas vantagens das ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica em Transportes (SIG-T) para o planejamento urbano, principalmente para cidades de países em desenvolvimento, onde muitas vezes não há recursos para utilizar ferramentas mais complexas. São abordadas, ainda, por Silva *et al.* (2009), as vantagens da utilização do SIG-T em conjunto com ferramentas complementares por meio de fraca vinculação de programas de computador (*loose coupling*).

DIAGNÓSTICO, PROPOSIÇÕES E RESULTADOS

O estudo foi realizado na cidade de São Carlos - SP, cidade com mais de 200 mil habitantes, que tem hoje seu sistema de transporte coletivo realizado por ônibus em uma configuração radial/diametral. A cidade teve seu Plano Diretor desenvolvido no ano de 2002, e nele podem ser encontrados diversos dados referentes às áreas urbanas e rurais da cidade. Dentre esses dados, uma informação muito útil para esse estudo é a classificação



dos lotes urbanos de acordo com a ocupação e o uso do solo. Cerca de 60 mil lotes foram classificados, quando ocupados, entre os usos: residencial, comercial, industrial, institucional e lazer. Através desses dados, foi gerado um mapa georeferenciado agrupando os usos do solo para cada quadra da cidade, com base no uso mais frequente entre os lotes de cada quadra. Além disso, as áreas desocupadas ao redor da área urbanizada da cidade foram divididas em células de 100 por 100 metros, tamanho equivalente às dimensões das quadras já ocupadas. Esse procedimento foi realizado para facilitar a visualização e a análise desses dados, delimitando os usos do solo ao nível das quadras, tanto para as áreas já ocupadas, quanto para as futuras ocupações (Figura 1).

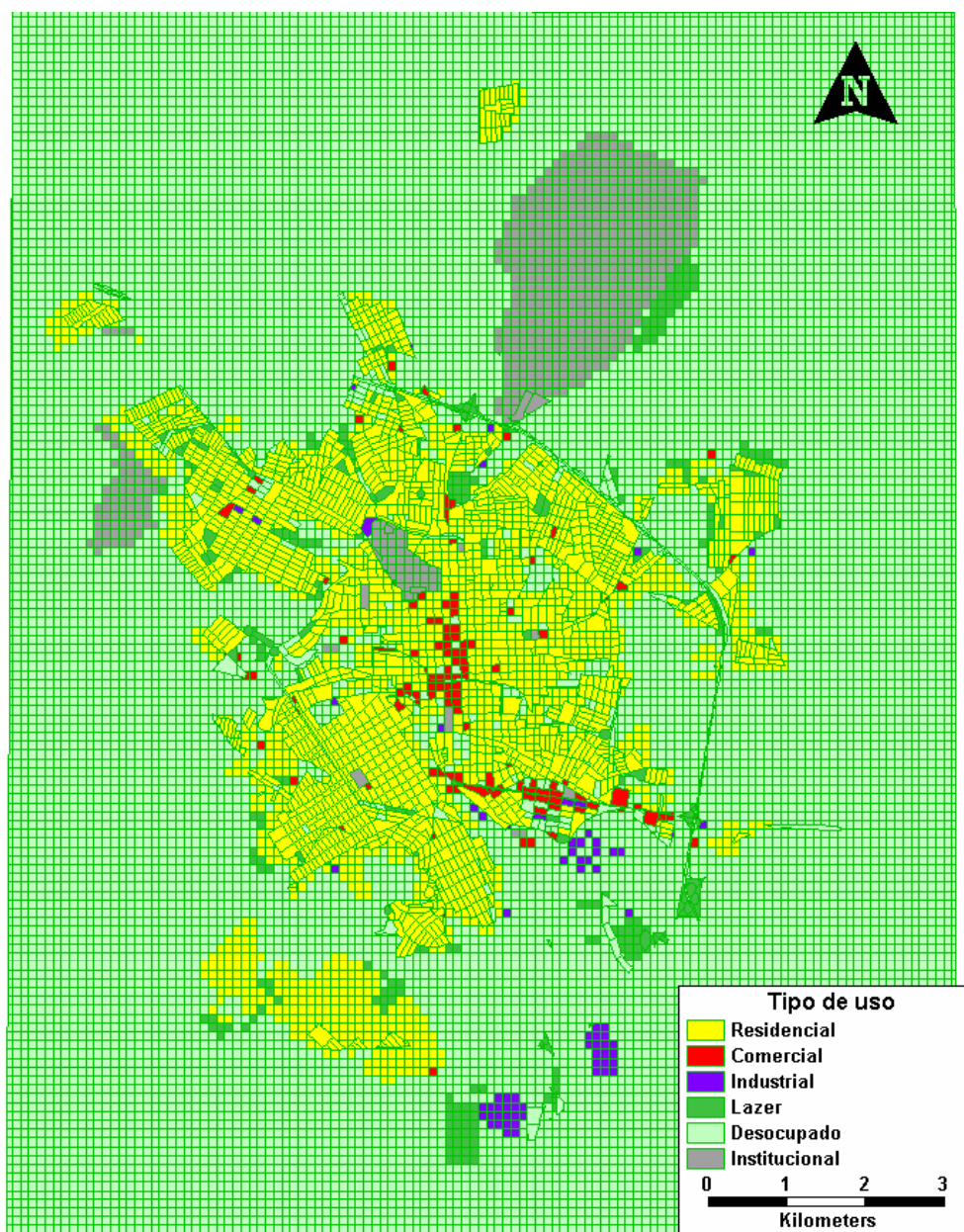


Figura 1 - Uso do solo predominante por quadra em São Carlos, 2000.



O Plano Diretor também fornece dados sobre as condições das diferentes áreas da cidade para acomodar o desenvolvimento urbano, considerando fatores como as características do solo, relevo, áreas de preservação, entre outras. Com isso, a região de estudo foi classificada, gerando outro mapa, onde quatro diferentes categorias foram consideradas: solo já ocupado, solo inadequado para assentamento, solo razoável para assentamento e solo adequado para assentamento, como mostrado na Figura 2.

Ainda através das informações do Plano Diretor, pôde ser definido um vetor de crescimento que assume que as futuras ocupações ocorrerão primeiramente nas áreas a noroeste das regiões já ocupadas. Esse vetor, utilizando informações adicionais do desenvolvimento urbano da cidade que se deu após a elaboração do Plano Diretor, deu origem a um mapa que indica o padrão de crescimento esperado para a cidade, mostrado na Figura 3.

Através desses mapas, caso as hipóteses adotadas estejam corretas e as diretrizes do Plano Diretor venham a ser seguidas, pode-se ter uma boa idéia de como ocorrerá o desenvolvimento urbano da cidade de São Carlos nos próximos anos. Porém, para estimar o impacto que esse desenvolvimento causará no sistema de transporte coletivo da cidade, é preciso quantificar o crescimento populacional, o que exige dados estimados de população e emprego. Felizmente, esses dados são tão acessíveis quanto os dados do Plano Diretor, e podem ser obtidos junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE, e à Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados, SEADE. Com esses dados, a população e número de empregos são definidos para cada zona censitária da cidade, delimitadas pelo próprio IBGE. Dessa forma, pode-se prever o desenvolvimento de cada zona em termos de habitantes e vínculos empregatícios e então determinar a quantidade de lotes necessários para acomodar essa expansão.

Para isso, foram adotados dois cenários com diferentes taxas de crescimento. O primeiro cenário foi definido utilizando as taxas de crescimento populacional estimadas pelo IBGE, mantendo-se a proporção inicial de empregos por número de habitantes. Já o segundo cenário foi definido utilizando taxas de crescimento populacional mais altas que as estimadas pelo IBGE e uma proporção de empregos por número de habitantes crescente, de acordo com a evolução proporcional observada nos dados da Fundação SEADE. Ou seja, o primeiro cenário representa um desenvolvimento urbano mais contido, enquanto o segundo representa um desenvolvimento mais acelerado. Através desses cenários, podem ser feitas simulações do desenvolvimento da cidade, considerando um período de estudo pré-estabelecido.

Primeiramente, todos os dados são incorporados através de um sistema de informações geográficas, para que todas as informações dos mapas e dos dados populacionais e de emprego estejam referenciadas geograficamente no mesmo arquivo. Esse arquivo é então inserido em um software, onde são definidas as diretrizes do Plano Diretor, atribuindo valores às diferentes categorias apresentadas nos mapas. Foi assim definido que o desenvolvimento ocorreria nas áreas adequadas para assentamento (Figura 2), seguindo a ordem de ocupação apresentada na Figura 3. Adicionadas então as taxas de crescimento esperadas para população e emprego, ambos os cenários foram computados, obtendo-se o desenvolvimento estimado no período de 2000 a 2020. As Figuras 4 e 5 mostram a ocupação do solo estimada para o ano de 2020 para os cenários 1 e 2, respectivamente.

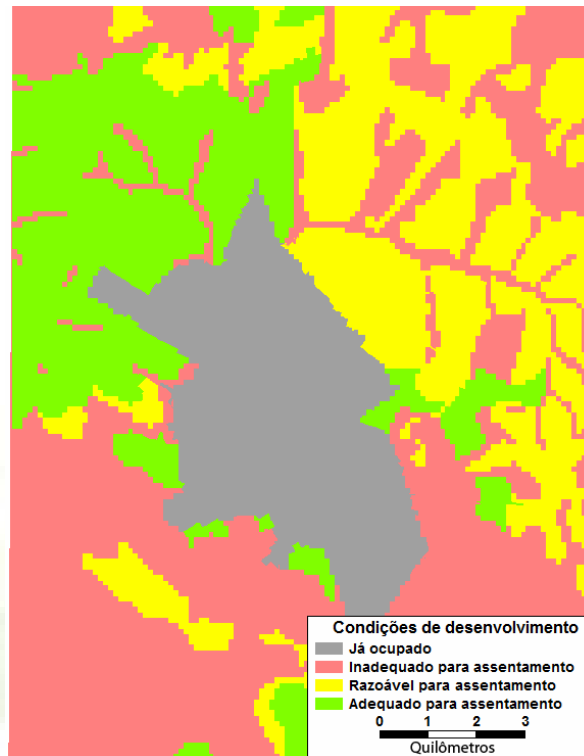


Figura 2 - Condições de desenvolvimento urbano para São Carlos.

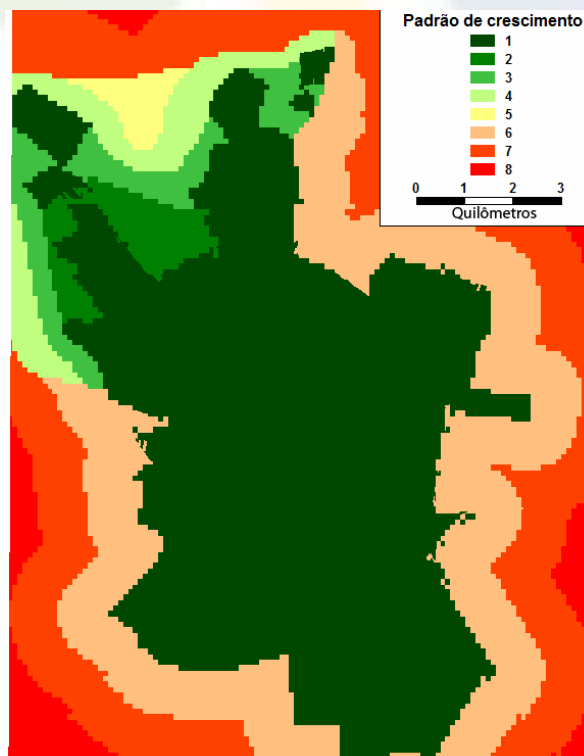


Figura 3 - Padrão de crescimento esperado para São Carlos.

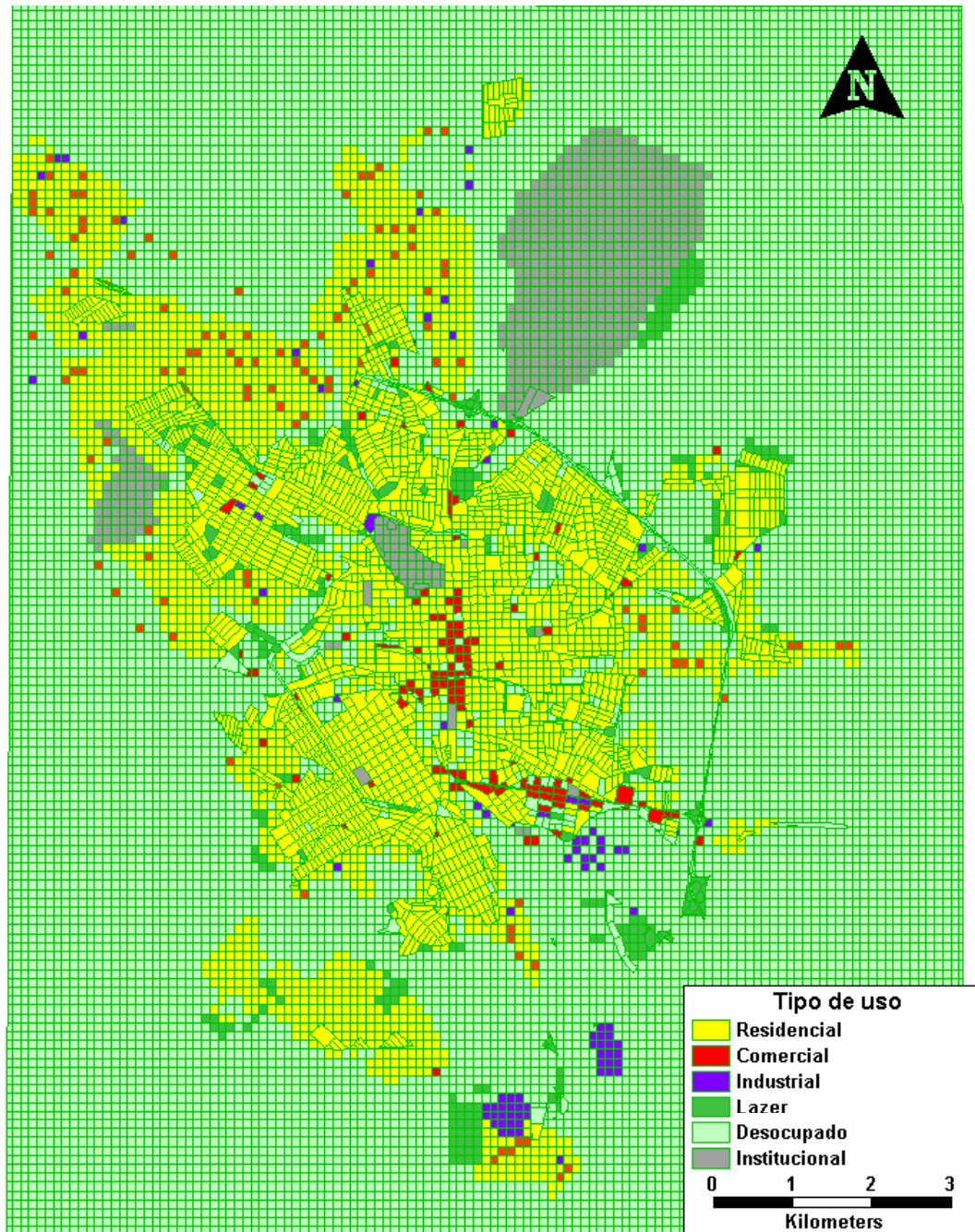


Figura 4 - Ocupação e uso do solo em São Carlos, 2020, pelo cenário 1 (taxas de crescimento moderadas).

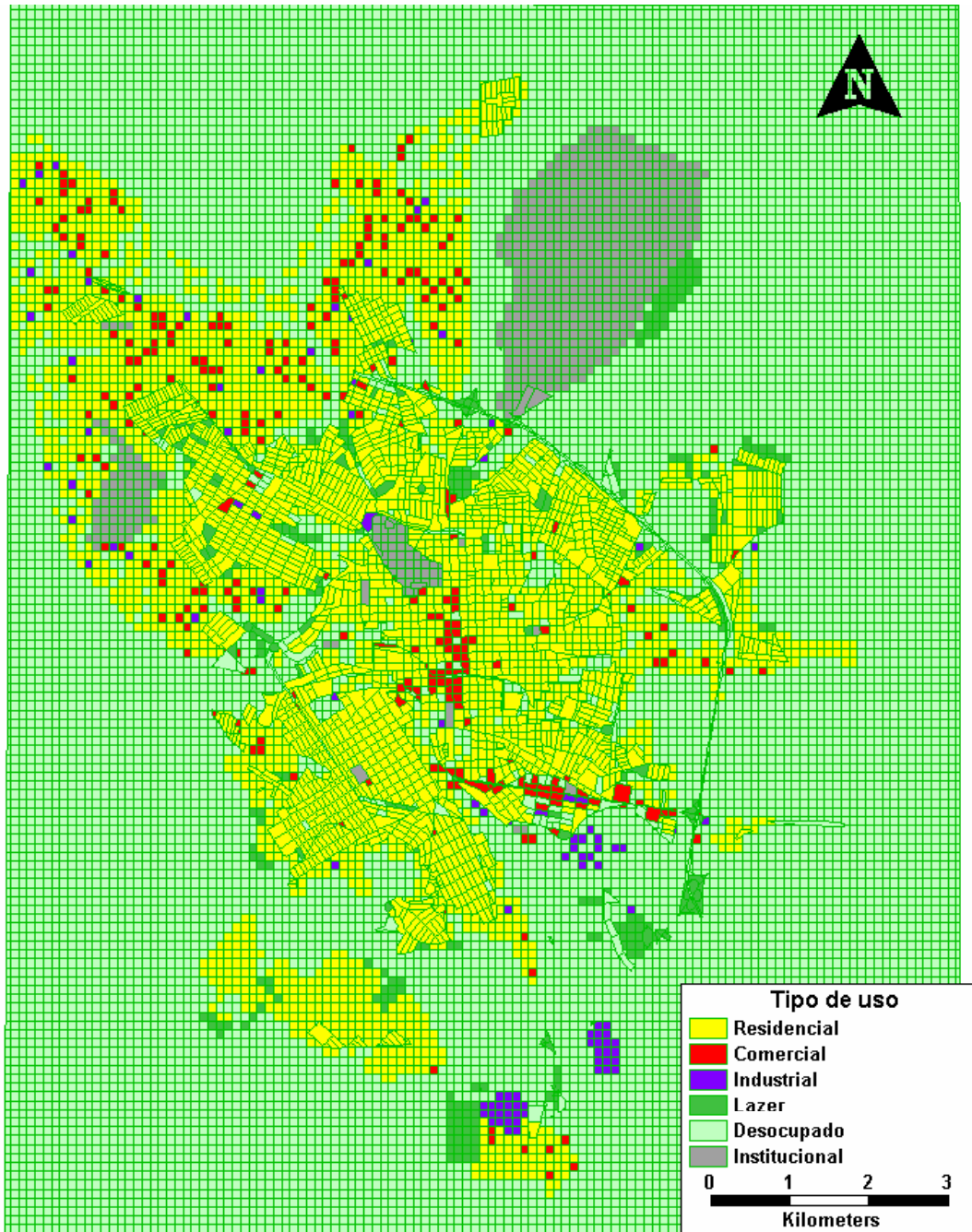


Figura 5 - Ocupação e uso do solo em São Carlos, 2020, pelo cenário 2 (taxas de crescimento aceleradas).



Através desse procedimento, é possível saber onde a população e os empregos estimados para o ano de 2020 estarão localizados em termos de ocupação, lembrando que ainda é possível obter esses mesmos resultados para anos intermediários ao período considerado, caso isso seja necessário no processo de planejamento. Isso seria útil, por exemplo, para verificar o ano ideal de implantação de uma nova configuração do sistema de transporte coletivo.

Porém, os impactos propriamente ditos do desenvolvimento sobre o transporte ainda não estão claros. Para tal, é necessário verificar como se distribuem as viagens diárias ao longo da cidade. Isso é feito através de outro software, considerando que as viagens têm suas origens em lotes residenciais e destinos em lotes comerciais ou industriais, ou seja, viagens de ida sobretudo ao trabalho. Essa consideração foi feita, pois esse tipo de viagem representa bem o volume de viagens no horário de pico, onde ocorrem os volumes críticos a serem considerados na análise de impactos. Assim, usando um modelo gravitacional, foram geradas matrizes de origem/destino contabilizando o número de viagens entre cada zona censitária da cidade. Desse total de viagens, considera-se apenas a parcela de viagens realizadas utilizando-se do transporte público urbano por ônibus, de acordo com os dados percentuais levantados pelo Departamento de Transportes, STT - EESC - USP, em pesquisa O/D, de 2007/2008, que indicam os modos utilizados para esse tipo de viagem. Esse procedimento não é essencial para a análise de crescimento dos fluxos de viagens, assumindo-se que o número de viagens cresce proporcionalmente, independente do modo de transporte utilizado, porém esses valores são úteis no caso de uma possível análise de capacidade do sistema.

Com a quantidade de viagens entre zonas, é possível obter, através da inserção de uma rede viária, o volume de viagens por via, tomando-se como regra que as viagens são realizadas pela melhor rota possível, ou seja, a rota mais curta. Nesse caso, a rede utilizada foi composta pelas vias da cidade que fazem parte dos itinerários dos ônibus, por já possuírem infraestrutura para o modo. Esse processo foi realizado, considerando as viagens em 2000, ano-base do estudo, e em 2020, para os volumes de viagens encontrados nos cenários 1 e 2. Esses valores são apresentados em forma de mapas temáticos, gerados pelo próprio software, onde cada via da rede considerada tem sua espessura definida de acordo com o número de viagens que utilizam a via como parte da rota. Dessa forma, é possível visualizar de maneira simples e direta os impactos do desenvolvimento das novas áreas no sistema de transporte coletivo. Tais mapas são apresentados na Figura 6, todos com a mesma escala representativa dos volumes de viagens.

Diante dos mapas, fica claro o acréscimo do número de viagens em toda a rede no ano de 2020 para ambos os cenários, o que já era esperado, de acordo com o aumento do número de habitantes e empregos considerado no período. Porém, o maior impacto a ser observado é que, nas vias de acesso às áreas localizadas a noroeste da cidade, responsáveis por acomodar o crescimento proposto, o volume de viagens chega a ser da ordem de dez vezes o volume inicial para as mesmas vias, inclusive ultrapassando o volume de viagens nas vias da região central, que em 2000, eram responsáveis pelo eixo de viagens mais carregado. No cenário 1, os volumes nas vias a noroeste e nas vias centrais são da mesma ordem, porém no cenário 2 a diferença já é bem expressiva. De qualquer forma, em ambos os cenários o eixo mais carregado não é mais apenas o eixo central, o que sugere que a configuração do sistema de transporte coletivo terá que ser repensada, seja para 2020 ou ainda antes, dependendo do crescimento real que a cidade terá.

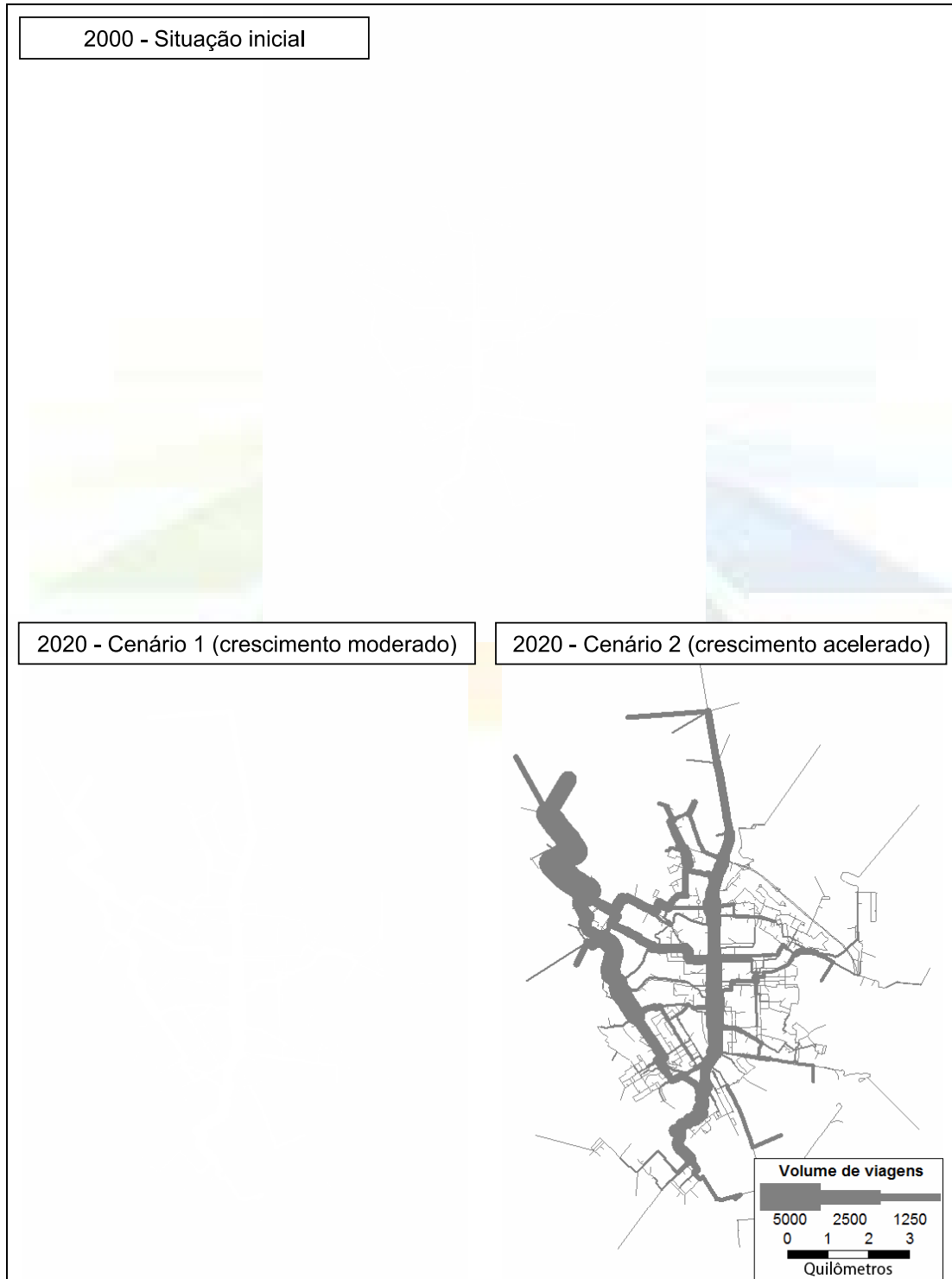


Figura 6 - Volumes de viagens para os anos 2000 e 2020, considerando os cenários 1 e 2.



CONCLUSÕES

A proposta do estudo foi avaliar os impactos que variações no desenvolvimento de uma cidade, tal como preconizado em um Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU), podem produzir em seu sistema de transporte coletivo. Como os PDDU's frequentemente se limitam a apresentar eixos de desenvolvimento desejáveis, nem sempre os impactos dessa ocupação sobre os sistemas de transporte são antecipados de forma adequada. O método aqui proposto baseia-se na avaliação das perspectivas de crescimento de algumas das principais variáveis que influenciam na geração de viagens (população e emprego).

Dois cenários foram então adotados para a cidade de São Carlos-SP, tomada como estudo de caso: uma com taxas de crescimento próximas da média de longo prazo, como em geral adotado, e outra com taxas de crescimento mais elevadas. Os dois cenários, porém, apresentaram resultados semelhantes, o que mostra que independentemente das taxas de crescimento, como as demais hipóteses são as mesmas, os cenários diferem apenas no tempo necessário para que as mudanças sejam significativas, considerando que o crescimento não sofra um processo anterior de estabilização.

Diante desses resultados, duas conclusões sobre o futuro da cidade puderam ser obtidas. Primeiramente, se o Plano Diretor for seguido e as hipóteses assumidas estiverem corretas, pode-se esperar um grande crescimento do volume de tráfego na região noroeste da cidade, exigindo a reestruturação de determinadas vias para atender aos novos volumes. Em segundo lugar, se as viagens de ônibus seguirem o padrão encontrado nesse estudo, é possível que se introduza uma mudança significativa no sistema de transporte público, passando de um sistema radial/diametral para um sistema tronco-alimentado, composto por um ou dois corredor(es) principal(ais) ligando a região central da cidade à região noroeste, com as demais linhas conectadas a esse(s) corredor(es). Além disso, o estudo fornece dados que permitem uma investigação mais detalhada dos impactos, podendo-se inclusive prever os períodos ideais de implantação da nova configuração do sistema.

Através das previsões observadas, torna-se favorável um processo de planejamento que associe o uso do solo à demanda por transporte, de forma que o zoneamento e a estrutura viária sejam definidos com base em expectativas sólidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HARRIS, B. Urban simulation models in regional science, *Journal of Regional Science* Vol. 25, 1985, 545-568.

HUNT, J.D.; MILLER, E.J.; KRIGER, D.S. Current operational urban land-use transport modeling frameworks, *Transport Reviews* Vol. 25, No. 3, 2005, 329-376.

KHAN, A. M.; ARMSTRONG, J. M.; TAYLOR, S. J. Urban transportation planning and management in a GIS environment, *Jurnal Alam Bina*, Vol. 9, No. 1, 2007, 109-129.

KLOSTERMAN, R. E. The What if? planning support system. In: BRAIL, R. K.; KLOSTERMAN, R. E. *Planning Support Systems: Integrating Geographic Information Systems, Models and Visualization Tools*, eds., ESRI Press Redlands, 2001, 263-284.

LOPES, R. *A cidade intencional: o planejamento estratégico de cidades*. Mauad Editora Ltda, 1998, 184 p.

SILVA, A. N. R.; ROCHA, G. R.; KLOSTERMAN, R. E. A loosely-coupled planning support system for transportation sketch planning, *Computers in Urban Planning and Urban Management*, Hong Kong, China, 2009.

WEGENER, M. Urban land-use transportation models. In: MCGUIRE, D.; BATTY, M.; GOODCHILD, M. *GIS, Spatial Analysis, and Modeling*. ESRI Press, Redlands, 2005, 203-220.