

A SIMULAÇÃO DO FLUXO DE VEÍCULOS PESADOS EM CIDADES DE PEQUENO PORTE COMO UM INSTRUMENTO DE PLANEJAMENTO

N. C. Santos, C. A. Faria e A. T. B. da Silva

RESUMO

O crescimento das cidades e o desenvolvimento dos modos de transportes têm contribuído para o desenvolvimento econômico-social, entretanto a falta ou ineficácia do planejamento urbano de transportes aliado ao crescimento desordenado dos centros urbanos vêm configurando cenários não muito adequados. A qualidade de vida da população fica comprometida principalmente quando nestas cidades o fluxo de veículos pesados interage diretamente com os fluxos urbanos na rede viária principal e sem infra-estrutura necessária.

Neste trabalho, o objetivo foi utilizar a simulação dinâmica do fluxo de veículos pesados na rede viária urbana como instrumento do planejamento de tráfego para gerar cenários mais adequados operacionalmente com menores impactos na comunidade. A simulação foi realizada com base no programa Traffic Simulator Integrated System-TSIS com a caracterização física e operacional das principais interações do fluxo de veículos pesados na área urbana. O estudo de caso foi realizado na cidade de Araguari-MG-Brasil uma cidade de pequeno porte.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Transportes: Desenvolvimento e Integração

Segundo Hutchinson (1979), a importância que a área dos transportes possui reflete diretamente no desenvolvimento econômico, urbano e de expansão territorial. Mesmo com o advento das tecnologias e das telecomunicações, associado à agilidade das informações, o transporte, seja por qual modo for, apresenta total relevância na preservação da mobilidade e na constituição de redes.

Entretanto, para que haja promoção desta mobilidade, o sistema de trânsito e de transportes precisa estar adequado às condições necessárias do tráfego (Faria, 2004). Se a mobilidade se apresenta como ponto positivo na integração de informações e mecanismos vitais para uma sociedade, a sua viabilidade necessita ser preservada por meio de manutenções e ajustes de forma eficaz em todos os sistemas de transportes. Esses aspectos compreendem medidas de engenharia, tais como o planejamento das vias, o nível de serviço, o transporte público dentre outros, e, sobretudo, a melhor interação com a sociedade, usuária deste sistema.

Crescer e desenvolver são condições de ações aparentemente simultâneas ou idênticas. Entretanto, o crescimento, na maioria das vezes, é sinônimo de inchaço, saturação. O desenvolvimento, por outro lado, implica na implementação de técnicas de modo a

aperfeiçoar, avançar em estudos e práticas. Assim, o importante é desenvolver e, conseqüentemente, crescer, e não crescer para depois desenvolver.

O principal obstáculo à integração nacional, sob todos os aspectos – econômicos, políticos e sócio-cultural – é, indubitavelmente, a insuficiência ou inadequação dos modos de transportes. Desenvolver e aperfeiçoar a rede nacional de transportes é, pois, condição básica da integração nacional e do desenvolvimento integrado, harmonioso e contínuo do nosso país.

Na década de 50, o governo de Juscelino Kubitschek impulsionou o sistema rodoviário por meio da instalação da indústria automobilística e ainda, aliada a este acontecimento, a construção de Brasília proporcionou o avanço das fronteiras litorâneas, ou seja, o processo de interiorização do país ocorreu pelo impulso da indústria automobilística associada ao sistema rodoviário e, em menor grau, ao sistema ferroviário. Essa fase foi considerada a era do desenvolvimentismo, mas, ao longo dos anos, a manutenção das rodovias não ocorreu de forma efetiva e integrada. Atualmente, o estado da maioria das rodovias é crítico, apresentando elevado nível de deterioração. Houve desenvolvimento ou apenas crescimento?

A expansão dos transportes intensifica a exploração dos recursos econômicos e colabora grandemente para o incremento da produção (Gomes, 2004). O aumento da produção, por sua vez, demanda maiores e mais aperfeiçoados modos de transportes, o que conduz à ampliação e aprimoramento do sistema nacional de transportes.

Atualmente, um dos maiores problemas na área do transporte rodoviário de carga são os impactos do fluxo de veículos pesados em cidades de pequeno porte. São imensuráveis os fatores positivos dos transportes de carga, pois o abastecimento dos centros urbanos depende, em sua maioria, destes tipos de veículos. E como esse fluxo é inevitável em nosso país, a maioria das cidades brasileiras apresentam problemas, como por exemplo: o ruído, a poluição do ar, os focos de acidentes graves e fatais no trânsito, dentre outros (Rodrigues, 2005)

Grande parte das cidades possuem um histórico de ocupação às margens de rodovias, ferrovias e/ou rios, por isso, a relação cidade × rodovia não deveria ser tão conflituosa como acontece hoje. Em curto prazo, não há como desviar as rodovias das aglomerações urbanas uma vez que, nesta proximidade, concentra-se a razão de toda a mobilidade e a necessidade do desenvolvimento. Além disso, as rodovias são responsáveis por promover a troca de matéria-prima, de produtos, informações e, até mesmo, proporcionar a mobilidade de pessoas. Assim, a grande questão é criar mecanismos de planejamento de forma a reduzir os impactos e promover a harmonia nas cidades.

Uma das medidas mais utilizadas para a redução dos impactos do fluxo de veículos pesados é a construção do anel viário desviando esse fluxo da malha urbana central. Entretanto, a própria reestruturação dos corredores que recebem este fluxo pode ser uma solução de curto prazo. E as simulações podem encaminhar a tomada de decisão na reestruturação destes corredores, bem como reorganizar os fluxos de forma a não prejudicar a população lindeira.

O estudo de caso foi realizado no município de Araguari-MG, cidade de pequeno porte que recebe uma parte do fluxo de uma das rodovias federais mais importantes, a BR 050.

Grande parte deste fluxo é constituída por veículos pesados que, ao interceptarem a malha urbana, utilizam algumas vias para encurtar caminhos e atingir, na maioria dos casos, a MG 223 sentido Caldas Novas – GO, uma cidade de atividades turísticas. Esta rodovia (MG 223) também direciona o fluxo nos sentidos Uberlândia/Brasília/Uberlândia, utilizando também os principais corredores no perímetro urbano.

Como a presença do fluxo pesado é inerente às rodovias, a questão é planejar rotas e reestruturar as vias de modo a não comprometer a economia do transporte e a qualidade de vida dos meios urbanos. É importante ressaltar o envolvimento e comprometimento dos poderes responsáveis com o planejamento urbano e de transportes integrados. Se desenvolver implica em alguns tipos de externalidades, seja ambiental ou humana, que pelo menos estes impactos sejam minimizados.

Atualmente, os programas de simulação estão constituindo importantes ferramentas para o planejamento, gestão e criação de novos cenários, principalmente na área de transportes.

2 A SIMULAÇÃO: INSTRUMENTO PARA O PLANEJAMENTO

Assim como em outras pesquisas, a simulação de tráfego, neste trabalho, objetiva construir novos cenários, a partir do cenário real, com suas características físicas e de fluxo, sendo possível, a partir da realidade estudada, identificar problemas atuais de dimensionamento de vias e de redistribuição do fluxo. Após a identificação dos possíveis impasses em uma rede ou sistema viário, é possível projetar cenários futuros na maioria dos programas de simulação.

Segundo Portugal (2005), o termo “simulação” é derivado do latim “*simulatus*”, que quer dizer imitar. Contudo, a simulação pode ser definida como a imitação de uma situação real, por meio da inserção de dados reais (contagens volumétricas, características e dimensionamento das vias, sinalizações, etc.) no programa a ser utilizado. As simulações auxiliam na resolução, de curto a médio prazo, de problemas pontuais e/ou específicos, sendo permitido, dependendo dos programas de simulação, fazer novas interações com os elementos do sistema, ou de toda uma rede.

A simulação é mais um instrumento [...] que pretende determinar o melhor sistema a ser implementado ou melhorado. Ela permite quantificar os efeitos de várias mudanças no sistema. Simplificadamente, ela é um instrumento descritivo para estimar como o sistema deverá operar se ele for projetado de um determinado modo.

Portugal também enfatiza que a evolução dos programas de simulação vem ocorrendo desde a década de 60 e teve um grande desenvolvimento desde o seu surgimento na década de 1950. Um dos primeiros simuladores foi criado por Lighthill e Whitham (1955), que usava uma analogia entre o movimento de partículas de um fluido e o fluxo de veículos.

Com o passar dos anos, novos programas foram adaptados e aperfeiçoados e, conforme os objetivos a serem alcançados nas simulações, a escolha do programa depende das vantagens e restrições que cada software apresenta.

Não é objetivo deste trabalho fazer um paralelo entre os programas de simulação, entretanto é importante citar alguns softwares bastante utilizados pelos pesquisadores da área de transporte, assim destacam-se: TRANSYT (Traffic Network Study Tool),

DRACULA (Dinamic Route Assignment Combining User Learning and Microsimulation), SCOT (Simulation of Corridor Traffic), TRANSCAD, TSIS (Traffic Software Integrated System).

As principais vantagens do uso de simulação, segundo Gomes (2004) são:

- A possibilidade de simular uma ampla gama de condições operacionais com relativa facilidade, sem os custos e dificuldades associadas ao grande número de coleta de dados necessários para a obtenção de amostras adequadas;
- A possibilidade de simular condições difíceis ou impossíveis de serem observadas na prática, ou de combinações de características de fluxos e de via que são inexistentes ou difíceis de serem encontradas;
- Permite a obtenção de dados mais rápidos do que se observados na prática, como por exemplo: a distribuição de velocidades desejadas num dado ponto.

As simulações também apresentam desvantagens, uma vez que os dados utilizados são apenas uma amostragem da variabilidade espacial de uma interseção ou rede a ser estudada.

É certo que as simulações não resolvem na íntegra os impasses de uma rede viária, mas permitem experimentar novas e futuras possibilidades, aliadas à “tomada de decisão” nos planejamentos e replanejamentos para um sistema viário dinâmico e eficaz.

3 ESTUDO DE CASO

Como muitas cidades brasileiras são interceptadas por importantes rodovias e não possuem sistema de acompanhamento e planejamento em suas expansões urbanas, a cidade de Araguari, localizada no Triângulo Mineiro, também recebe um número significativo do fluxo rodoviário de veículos pesados. Este fato se justifica pela localização geográfica e por se tratar de uma área com destaque na produção de grãos, sobretudo, de café. O município é cortado pela BR 050, São Paulo/Brasília: permitindo a integração sul/centro-oeste, e em conexão com a Belém/Brasília, chega-se ao norte do país; pela MG-223: permitindo a integração da região do Triângulo com a capital do estado, Belo Horizonte, fazendo o entroncamento da BR-365 com a BR-050; pela MG-413: interligando Araguari com Goiânia-GO e todo o centro-oeste do país; pela MG-414: interligando Araguari ao Distrito de Amanhece, e pela MG-748: ligando Araguari a BR-365 e interligando-a com o norte de Minas, Montes Claros, dentre outras cidades.

Araguari também se destaca por ser um dos entroncamentos rodoferroviários mais importantes do país. A intermodalidade (atividade de transbordo) entre a BR050 e a FCA – Ferrovia Centro Atlântica S.A. – movimentam grande parte deste fluxo. Na cidade, localizam-se grandes empresas de armazenagem de grãos e a maioria dos veículos pesados que lá chegam interceptam a malha urbana com destino a essas empresas. As vias e corredores utilizados não são adequados para receber este fluxo e, desde então, iniciam-se os transtornos, pois o município ainda não possui uma secretaria de trânsito e transportes efetivada para fiscalizar e estudar melhor a situação. Até o momento, medidas pontuais estão sendo realizadas, mas isso não atende a gravidade da situação.

A origem das cargas são os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás, por modo rodoviário, e têm como destino os portos de Santos, Vitória e Tubarão, e pelo modo ferroviário, o destino é a FCA.

Assim, para a realização da simulação desse cenário, foram realizadas contagens volumétricas em treze pontos da malha urbana. Tais pontos foram estabelecidos conforme a abrangência geográfica e pela presença do fluxo de veículos pesados. A hora-pico da cidade ocorre das 17:30 às 18:30 horas. O levantamento das medidas de caixa das vias, nº de faixas, condições de estacionamentos, ciclo de semáforos, dentre outras características dos corredores em estudo, também foram fundamentais para a criação do cenário atual. Para isso, utilizou-se o programa TSIS - Traffic Software Integrated System.

Os principais corredores deste estudo são: Avenida Mato Grosso (acesso 03), Rua Padre Anchieta e seu prolongamento (acesso 02) e a Avenida Joaquim Barbosa e prolongamento (acesso 01). Na figura abaixo, estes corredores estão destacados, ambos com acesso a BR050:

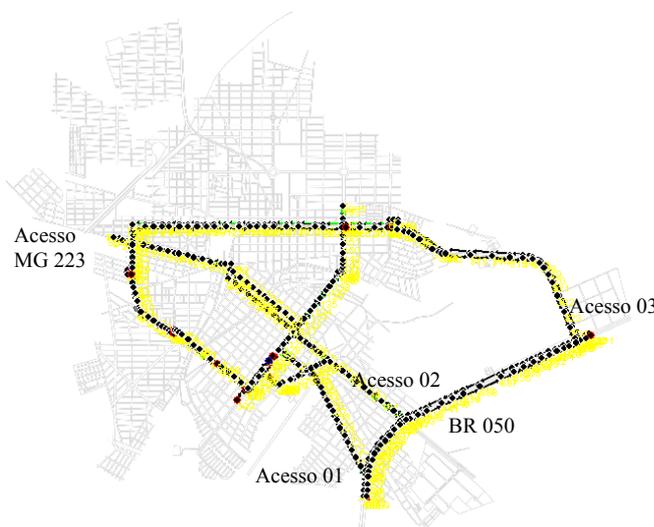


Figura 01: mapa de localização dos corredores de estudo

Além da interceptação do fluxo de veículos pesados na malha urbana com destinos às empresas de armazenamento de grãos, foi detectado que pouco mais da metade desse fluxo constitui o que se chama de “fluxo de passagem”. Essa denominação é dada aos veículos pesados que utilizam alguns corredores urbanos como trechos rodoviários. Tal fato se configura como uma realidade na maioria das cidades brasileiras, já que estas não apresentam obras de entroncamento como o Anel Viário ou não reorganizam os fluxos, de forma a não comprometer a qualidade de vida da população e do próprio fluxo.

Nesse caso, a via utilizada como trecho rodoviário na cidade de Araguari é a Avenida Mato Grosso, que interliga os fluxos originários da BR050 ao acesso municipal para a MG223, sentido Caldas Novas (GO).

4 TSIS – TRAFFIC SOFTWARE INTEGRATED SYSTEM

TSIS - Traffic Software Integrated System é um programa de simulação dinâmica de fluxos de tráfego de um determinado cruzamento, via ou rede viária, conforme os objetivos propostos. O programa permite a criação de uma rede de tráfego, com base na Teoria de Grafos¹, através da inserção de nós (representando as interseções ou cruzamentos) e de links (representando as vias e seus sentidos), como ilustra a figura 02:

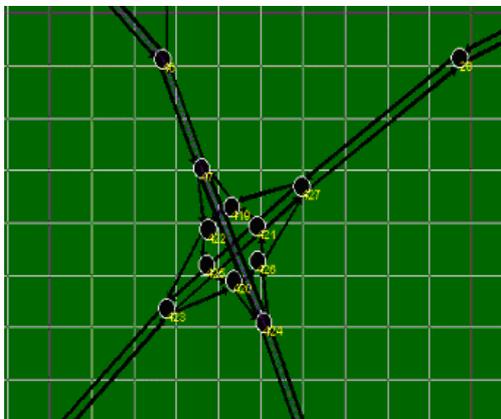


Figura 02: Representação de uma rede no TSIS

Este software permite a inserção de dados como: condições de fluxos nas aproximações dos cruzamentos (composição da frota, as possibilidades de conversões, condições de estacionamento, etc); características de geometria das vias (declividades, larguras, número de faixas) e condições operacionais (tempos de ciclos dos semáforos, velocidades, rotas de ônibus, sinalizações horizontais e verticais).

A partir da configuração da rede, o programa gera um arquivo de simulação dinâmica, onde é permitido visualizar a rede com suas vias, sentidos, número de faixas, tipos de veículos (separados por cores ou por conversões) e suas possibilidades de conversões, conforme ilustra a figura 03:



Figura 03: Representação estática de um cenário gerado no programa TSIS

¹ Os grafos constituem uma técnica extensivamente aplicada na solução de problemas de controle de projetos, além de servirem como elementos auxiliares em alguns algoritmos de Programação Matemática, como por exemplo, o problema de transporte e o da atribuição.

Um grafo é formado por um conjunto de pontos, denominados *nós*, ligados entre si por *arcos*. Os arcos podem ser orientados ou não. Simbolicamente representamos o garfo por $G=(X, U)$, onde X é o conjunto de nós e U o conjunto de arcos. NOVAES, A. G. **Métodos de Otimização: aplicações aos transportes**. 1935, p. 173.

5 RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES

A partir dos dados de contagem volumétrica e das características físicas do cenário real, foram realizadas cinco simulações de modo a gerar um cenário não ideal, mas próximo dele. Conforme a necessidade das modificações no sistema viário, é possível refazer as simulações de forma a otimizar o processo de planejamentos e replanejamentos. Para analisar os resultados das cinco simulações, foram estabelecidos parâmetros de comparação diante dos resultados que o próprio programa gera em seus arquivos de texto. Os parâmetros analisados foram:

- Delay Time (sec/veh): Tempo de atraso
- Average Values: Valores Médios de % stop: % de paradas; Vol HPV: Volume na hora pico e Speed (Km/h): Velocidade em Km/h
- Congestion Storage: % de congestionamentos
- Average Queue (veh): fila média
- Maximum Queue (veh): fila máxima
- Fuel Consumption (gallons): consumo de combustível em galões
- Vehicle Emissions (grams/mile): Emissões dos veículos em gramas por milhas
 - HC: Hidrocarbonetos;
 - CO: Monóxido de Carbono
 - NO: Monóxido de Nitrogênio

Dentre estes parâmetros, o gasto de combustível e a emissão de poluentes são os mais significativos em termos de condições ambientais. No planejamento urbano, os fatores humanos, físicos e ambientais devem estar sempre presentes. Quanto menor as emissões de poluentes melhor a qualidade de vida da população.

Nas cinco simulações realizadas, foram propostas apenas a reestruturação de corredores. A mudança dos sentidos bidirecional para unidirecional consegue resolver em partes a dinâmica do sistema viário.

Na tabela a seguir (tabela 01), estão condensados os parâmetros comparativos das cinco simulações realizadas na rede principal da cidade de Araguari (MG). A simulação A1 é constituída pelo cenário real, apresentado como resultados a formação de grandes filas e problemas de ciclos de semáforos não otimizados. Na simulação A2, foi proposto a retirada das faixas de estacionamento em dois corredores principais, entretanto, ainda houve a formação de filas em função dos ciclos de semáforos. Na simulação A3, a rede foi configurada com as mesmas características físicas da simulação A1, porém com a mudança dos sentidos de duas vias (Acesso 01 e Acesso 02 – ver figura 01) que fazem interligação à BR 050. A simulação A4 propõe a concentração do fluxo de veículos pesados no Acesso 03 (Ver figura 01) já que o mesmo interliga diretamente o acesso para a MG 223 à BR050. Nesta simulação não houve conflitos no corredor da Avenida Mato Grosso (Acesso 03) mas apresentou problemas em outros pontos da rede (mais especificamente em trechos dos acessos 01 e 02). A simulação A42 apresentou o melhor desempenho possível na rede, permanecendo a concentração de veículos pesados na Avenida Mato Grosso e retirando as faixas de estacionamento dos acessos 01 e 02 (no sentido em que os fluxos são maiores - no acesso 01 o fluxo de saída é maior, sentido Centro – BR050, no acesso 02 o fluxo de entrada é o maior, sentido BR050 - Centro) com o objetivo de aumentar a capacidade destas vias e o desempenho do sistema em geral.

Tabela 01: Comparativo dos parâmetros médios das simulações

Comparativo dos parâmetros médios das simulações							
Simulações		A1	A2	A3	A4	A42	
Delay Time (sec/veh)		17,00	6,00	5,00	10,00	6,00	
Average Values	Stop (%)	16,03	10,53	12,35	12,89	10,39	
	Vol VPH	267	285	335	312	325	
	Speed (Km/h)	35	37	41	36	36	
Congestion Storage (%)		4,93	4,50	4,30	4,00	3,72	
Average Queue (veh)	Lane 1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	
	Lane 2	0,6	0,1	0,1	0,4	0,1	
	Lane 3	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	
	Lane 4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Maximum Queue (veh)	Lane 1	1,0	1,0	0,5	0,4	0,8	
	Lane 2	3,0	1,1	1,7	1,6	1,0	
	Lane 3	0,8	0,4	0,7	0,7	0,6	
	Lane 4	0,0	0,3	0,4	0,3	0,2	
Fuel Consumption (litros)	Vehicle Type	Auto	2,7	1,9	2,3	2,6	2,4
		Truck	1,6	1,4	1,5	1,1	1,1
		Bus	10,2	9,0	10,8	18,0	3,0
		Total	14,5	12,3	14,7	21,8	6,5
Vehicle Emission(Grams/Mile)	HC	Auto	9,61	12,14	9,12	8,86	8,03
		Truck	10,78	9,22	14,44	8,00	7,74
		Bus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Total	20,39	21,36	23,56	16,86	15,76
	CO	Auto	13,74	14,27	15,81	14,00	13,90
		Truck	141,26	185,76	153,37	117,40	112,00
		Bus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Total	155,00	200,03	169,17	131,40	125,90
	NO	Auto	0,88	0,79	1,02	0,79	0,76
		Truck	21,65	22,27	22,19	18,62	18,18
		Bus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Total	22,53	23,06	23,21	19,40	18,94

Diante dos resultados finais das simulações, conclui-se que a simulação A42 apresentou os melhores resultados em todos os parâmetros analisados, como descrito na tabela 01 acima. As emissões de poluentes e o gasto de combustíveis são os índices mais significativos em se tratando de qualidade de vida. Nesta simulação, o gasto médio de combustíveis seria apenas 6,5 litros nos trechos mais críticos da rede. Pode-se concluir que a menor taxa tanto de emissão de poluentes quanto, a do gasto de combustível, são resultados de um sistema viário mais integrado e com melhores condições operacionais. Estes números referem-se à média dos resultados coletados nos cruzamentos principais da rede.

As figuras 04, 05 e 06, a título de ilustração, mostram um ponto comum da rede principal em três simulações. Observe como a dinâmica do sistema pode ser otimizada na reestruturação dos corredores.

Durante as simulações foram diagnosticados outros problemas além dos já pré-estabelecidos e perceptivos. O problema da cidade de Araguari-MG, não é apenas a presença do fluxo de veículos pesados e sim, de todo o sistema viário. Além da inexistência de um órgão de planejamento e fiscalização, algumas vias não possuem capacidade de carga para a interação dos próprios veículos locais. A falta de sinalizações horizontais e verticais, aliada ao sistema de semáforos não dimensionados e sem integração, torna o sistema deficitário. A partir deste diagnóstico, outras ações pontuais como as citadas acima devem ser estabelecidas, dinamizando o sistema viário com o fluxo local e o fluxo de passagem. Assim, fica registrada a importância dos sistemas de

simulação integrando vários fatores locacionais e físicos de modo a evitar erros graves num processo de “planejamento”, sendo necessário integrar fatores físicos e humanos, já que as cidades (nós) e as rodovias (ligações) necessitam dependentemente uma da outra, na dinâmica geográfica e de interação do espaço local, regional e mundial.



Figura 04: Cenário A1

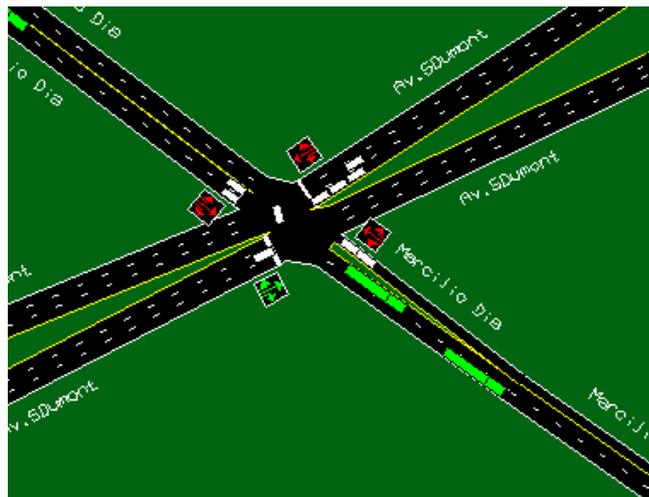


Figura 05: Cenário A2

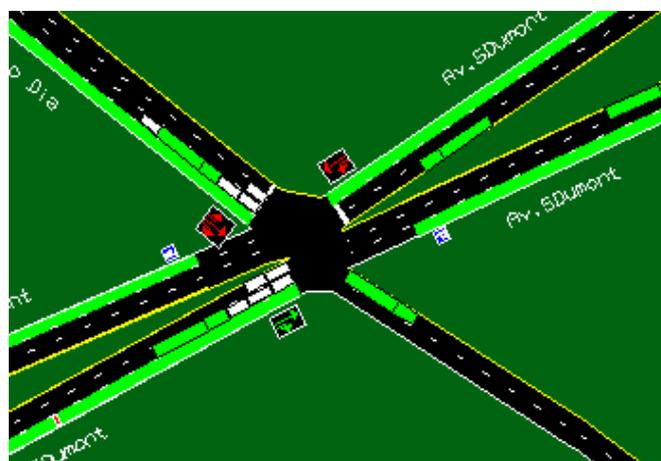


Figura 06: Cenário A3

Estas figuras são capturas de telas do arquivo de simulação dinâmica da rede. Nelas é possível visualizar os cenários na íntegra, com os corredores e suas características físicas como número de faixas de rolamento, faixas de estacionamentos (que nestas figuras estão representadas pela cor verde limão em faixas contínuas sempre no lado direito da via), os cruzamentos semaforizados, sinalização horizontal, dentre outras características.

6 CONCLUSÕES

O uso de programas de simulação é um fator extremamente positivo no planejamento de transportes porque as soluções podem ser implementadas e testadas, sem, contudo, causar os inconvenientes na situação real. Assim, é possível analisar e tomar a decisão mais adequada para a sua implementação e, simultaneamente, prever as alterações necessárias no tráfego durante o período das interferências físicas que causem os menores impactos operacionais.

Tal procedimento de geração do cenário futuro é bem conhecido pelos profissionais de transportes uma vez que diz respeito às previsões de demanda em horizontes de 10 ou 20 anos. É preciso pensar no futuro agora, para que se possa preparar as ações necessárias com objetivos de curto, médio e longo prazo que deverão ser implementadas possibilitando atingir o cenário futuro delineado (Ortúzar, 990).

Estes procedimentos têm evoluído substancialmente nas últimas décadas e, sobretudo, com o avanço da tecnologia de hardware e software dos computadores, permitindo realizar o planejamento e desenvolvimento de projetos mais adequados e modernos.

A simulação dinâmica produz uma representação mais real e consistente com as informações gráficas produzidas que, acompanhadas da animação, permitem identificar quase que visualmente o que os indicadores confirmam numericamente.

A visualização dinâmica apresenta bons recursos gráficos e, quaisquer modificações, podem ser prontamente realizadas fornecendo indicações para as tomadas de decisão e criando cenários menos impactantes.

7 REFERENCIAS

GOMES, Giovane Zito. **Uso de microssimulação na avaliação da sustentabilidade de corredores rodoviários**. Dissertação de Mestrado apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos EESC-Universidade de São Paulo. São Carlos, 2004.

GRACIANO, Márcio Lucas. **Transporte, Integração e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Ministério dos transportes, 1971, 104p.

FARIA, Carlos Alberto; ALMEIDA, Rodrigo Pereira de; REIS, Josy Natal Wenceslau dos. Otimização do Tráfego Utilizando o Programa Transyt-7F. In: 120. SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2004, São Paulo. Anais do 120. Simpósio Internacional de Iniciação Científica. São Paulo: Pró-reitoria de Pesquisa da USP, 2004. v. U

HUTCHINSON, B. G. **Princípios de Planejamento dos Sistemas de Transportes Urbano**. Rio de Janeiro. Editora Guanabara Dois, 1979, 416 p.

LEMES, Daniela C S S; FARIA, Carlos Alberto. **Geração e Análises do Cenário Futuro como Instrumento do Planejamento Urbano e de Transportes**. In: I CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, 2005, São Carlos (SP). Pluris 2005. São Carlos (SP): Editora da EESC - USP, 2005. v. U.

ORTÚZAR, Juan de Diós & WILLUMSEN, L. G. **Modelling Transport**. John Wiley & Sons. Ltd, 1990, 375p.

PORTUGAL, Licínio da Silva. **Simulação de tráfego: conceitos e técnicas de modelagem**. Rio de Janeiro: Interciencia, 2005.

RODRIGUES, Frederico; FARIA, Carlos Alberto; SILVA, Marcelo Gonçalves; MAGALHÃES, Max de Castro. **Previsão do Nível de Ruído em Terminais Urbanos de Ônibus Considerando Variáveis de Natureza Arquitetônicas**. In: XXVI IBERIAN LATIN AMERICAN CONGRESS ON COMPUTATIONAL METHODS IN ENGINEERING, 2005, Guarapari (ES). XXVI Cilamce. Vitória (ES): GSA Gráfica, 2005. v. U.