

## **O USO DE SOFTWARE DEMO NO ENSINO DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO**

**Archimedes Azevedo Raia Junior – raiajr@power.ufscar.br**

Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana-PPGEU

Via Washington Luis, km 235 Cx.P. 676

13565-905 - São Carlos – SP

**Heloni Maura Martorano Martinez – martmart@directnet.com.br**

Universidade Federal de São Carlos, PPGEU

Via Washington Luis, km 235 Cx.P. 676

13565-905 - São Carlos – SP

**José Antonio da Silva Gonçalves – engefrom@terra.com.br**

Universidade Federal de São Carlos, PPGEU

Via Washington Luis, km 235 Cx.P. 676

13565-905 - São Carlos – SP

**Marly Mitiko Mon-Ma – marlymonma@bol.com.br**

Universidade Federal de São Carlos, PPGEU

Via Washington Luis, km 235 Cx.P. 676

13565-905 - São Carlos – SP

***Resumo:** O ensino de Engenharia de Tráfego requer a utilização de programas de computador, tornando essa prática mais didática, atraente e estimulante. O uso desses programas encontra sérios obstáculos: altos custos, falta de recursos no ensino público universitário brasileiro. Para superar essas barreiras, mesmo parcialmente, pode-se utilizar um artifício que permite aos alunos conhecerem essas novas tecnologias com custo zero: os softwares demo, disponibilizados pelos desenvolvedores. O software demo é produzido com algumas restrições que impedem o seu uso pleno em aplicação comercial, como seria o exemplo de seu uso por um gestor municipal de trânsito. Mas, para uso acadêmico, eles produzem resultados bastante satisfatórios, como é o caso do Synchro, projetado para otimizar e modelar redes de tráfego urbano. Este trabalho tem como objetivo principal apresentar os resultados do desenvolvimento e aplicação do Projeto USDLET, para utilização do software demo nas disciplinas Tráfego Urbano (pós-graduação) e Engenharia de Tráfego (graduação) do curso de Engenharia Civil-UFSCar. A metodologia constou de estudo, reflexões e desenvolvimento de material didático – tutorial, exemplos e aplicações – pelos alunos curso de Tráfego Urbano, em 2003. O produto foi aplicado aos alunos de Engenharia de Tráfego, em 2004. Após aulas teóricas e exposição oral no Laboratório de Informática os alunos utilizaram pesquisas de São Carlos para treinamento e com dados verdadeiros de Campinas para consolidação do aprendizado. Os resultados foram animadores e estimulantes.*

***Palavras-chave:** Engenharia de Tráfego, Software demo, Simulação de tráfego, Trânsito.*

### **1 INTRODUÇÃO**

O Instituto de Engenheiros de Transportes dos Estados Unidos (ITE) define Engenharia de Tráfego como a parcela da Engenharia que trata com o planejamento, projeto geométrico e operação de rodovias, ruas e estradas, suas redes, terminais, áreas de entorno suas relações com outros modos de transportes, com objetivo de se obter movimentos seguros, eficientes e

convenientes de pessoas e mercadorias. O objetivo principal da Engenharia de Tráfego é, portanto, o de proporcionar uma movimentação de pessoas e veículos com muita segurança e máxima eficiência.

O engenheiro de tráfego está tanto relacionado com grupos e indivíduos e suas necessidades, desejos, ações, características, capacidades e limitações, como está relacionado ao sistema viário. Decisões tomadas pelo engenheiro de tráfego afetam motoristas, passageiros e pedestres.

A partir da segunda metade do século XX, no Brasil, mais pessoas vêm adquirindo e operando seus carros. O crescimento urbano tem aumentado a necessidade de movimentação de pessoas e bens. Em 1995, o Brasil possuía uma população de cerca de 152 milhões de habitantes, sendo que aproximadamente 120 milhões (79%) moravam em áreas urbanas. O crescimento da população urbana continua e, estima-se que esta proporção atingirá 90%, em 2010. A indústria automotiva nacional vem produzindo, anualmente, entre 1,3 e 1,8 milhão de veículos. Os automóveis correspondem a mais de 80% da produção. O número de veículos, no país tem crescido rapidamente nas últimas décadas: de 430 mil, em 1950, o número aumentou para 3,1 milhões, em 1970, chegando a 25 milhões, em 1995. Estima-se que a frota atual esteja em torno de 29 milhões de veículos.

A tendência observada do crescimento da população urbana e da frota veicular pode agravar mais ainda mais a situação do trânsito brasileiro. Supondo-se um crescimento anual variando de 2% a 3% da população urbana, e de cerca de 4% da frota de veículos, pode-se estimar que até o ano 2010 poderão ser acrescentados cerca de 50 milhões de habitantes às áreas urbanas e 20 milhões de veículos à frota nacional.

Imaginando-se também um crescimento da renda média da população, ocorrerá um aumento da mobilidade média, com mais deslocamentos sendo feitos por cada pessoa. O grande desafio é como acomodar, com qualidade e eficiência, estes contingentes populacionais adicionais e os deslocamentos que eles farão, considerando que o aumento da frota de automóveis, do seu uso e da mobilidade, tendem a agravar os problemas de congestionamento, poluição e acidentes.

À medida em que foi aumentando o número de veículos em circulação no país, agravaram-se continuamente as condições de trânsito nas cidades. O Brasil, nas últimas décadas, foi paulatinamente se colocando entre os campeões mundiais de acidentes de trânsito, como reflexo da desorganização do trânsito, da deficiência geral da fiscalização sobre as condições dos veículos e sobre o comportamento dos usuários, e da impunidade dos infratores. As deficiências da atuação dos setores responsáveis também se manifestaram de forma extremamente negativa para o interesse público no tocante à precariedade da fiscalização sobre a documentação e a situação fiscal dos proprietários de automóveis, destacando-se o grande número de veículos circulantes não licenciados e sem pagar o IPVA. A precariedade da atuação também se manifesta na inexistência de dados confiáveis sobre as condições de trânsito no país, especialmente no tocante ao registro de acidentes de trânsito, reconhecidamente deficiente e distante da realidade.

Paralelamente, o descontrole sobre o trânsito estimulou a ocorrência de situações crônicas de congestionamento, com elevação dos tempos de viagem e redução da produtividade das atividades urbanas. O impacto desta restrição de mobilidade e acessibilidade sobre a economia é enorme. Em dez cidades pesquisadas por IPEA/ANTP, estima-se que os gastos excessivos resultantes do congestionamento severo (quando a capacidade das vias está esgotada) atingem a cifra de R\$ 450 milhões/ano. Caso as demais cidades médias e grandes brasileiras sejam incluídas, este valor sobe para o patamar de vários bilhões de reais anuais, sem contar as perdas devidas aos acidentes de trânsito, que segundo IPEA/ANTP (2003) atinge cerca de 5,3 bilhões de reais por ano.

O Brasil apresenta índices elevadíssimos de acidentes de trânsito, dentre os maiores do mundo, dada a incompatibilidade entre o ambiente construído das cidades, o comportamento dos motoristas, o grande movimento de pedestres sob condições inseguras, e a precariedade da educação e da fiscalização do trânsito. O Departamento Nacional de Trânsito registrou, em 1997, mais de 30 mil mortes no trânsito e cerca de 260 mil feridos. Os índices médios verificados em grandes cidades brasileiras são muito superiores aos de cidades de países desenvolvidos.

O Código de Trânsito Brasileiro entrou em vigor no início de 1998, e trouxe uma série grande de alterações importantes e, dentre elas, aquelas que conferiram novas atribuições aos municípios. Algumas das principais novidades, relacionadas aos municípios estão citadas a seguir:

- Os municípios passaram a ter competência legal pelo trânsito local além do planejamento, a operação e a fiscalização (de determinados itens);
- Os órgãos gestores municipais, obedecendo a uma nova relação entre o Poder Público e o cidadão, são responsáveis pela segurança da circulação de veículos e pedestres, respondendo por possíveis danos ocasionados aos cidadãos; e
- A educação para o trânsito deve ser continuada e obrigatória; é definida como um direito dos cidadãos, além de dever do Estado. Tornou-se obrigatória para os níveis de ensino, do 1º ao 3º grau.

A partir desse quadro, os professores de Engenharia de Tráfego, considerando os grandes desenvolvimentos ocorridos na área, particularmente, com o rápido crescimento do uso da informática, sentem uma grande necessidade de apresentar aos alunos as novas tecnologias existentes no mercado. No entanto, isto nem sempre é possível, uma vez que os novos *softwares* desenvolvidos para aplicação em Engenharia de Tráfego são muito caros, praticamente inviabilizando a sua aquisição por parte das escolas superiores de engenharia, principalmente as públicas. Uma solução que vem sendo adotada nas disciplinas relacionadas com a Engenharia de Tráfego, no Curso de Engenharia Civil e no PPGEU-Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da UFSCar, é o uso de *software* demo, para a demonstração da ferramenta e a sua aplicação em situações concretas.

Em vista disso, apresenta-se o objetivo precípuo deste trabalho como sendo a apresentação do “Projeto de Uso de *Software* Demo nas Disciplinas Ligadas à Engenharia de Tráfego-USDLET”, na UFSCar. O projeto conta com a participação de professores, alunos de pós-graduação e de graduação.

## **2 O USO DE SOFTWARE DEMO**

O uso de *software* demo no ensino de engenharia não é novidade. Há o registro de algumas experiências bem sucedidas na literatura. SILVA, LIMA E MELO (1997) relatam a possibilidade de uso de versão *demo* do *software* UFOSNet, desenvolvido em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas, no ensino de Engenharia de Transportes. Os autores citam como vantagem para o uso deste *software* demo, a disponibilidade de “uma versão gratuita para avaliação” na internet, “o que viabiliza a sua utilização em larga escala para o ensino da graduação”.

Um material didático foi desenvolvido para o uso desse *software*, contendo um tutorial, composto de tópicos básicos necessários para a sua utilização. O *software* demo contém, em geral, algumas restrições de uso. No entanto, essas “limitações operacionais não constituem um problema para o uso com fins didáticos”, segundo SILVA, MELO E BRONDINO (1997). Essa versão do *software* tem sido utilizada com sucesso na disciplina “Engenharia de Transportes e Sistemas de Informações Geográficas”, do Curso de Engenharia Civil da UFSCar. Seu uso também ocorre, com fins didáticos, nos Cursos de Especialização em Geoprocessamento, ministrados pelo Núcleo de Geoprocessamento da UFSCar, há anos.

## **3 O SOFTWARE SYNCHRO<sup>1</sup>**

Grande parte dos trajetos desenvolvidos pelos veículos em áreas urbanas anualmente é, de alguma forma, controlada por semáforos. Em algumas áreas urbanas, a quantidade de veículos que é controlada com controles de tráfego semaforizados é significativa. Os engenheiros de tráfego se deparam com o problema de determinar a capacidade de uma intersecção para reduzir o atraso do público motorizado. Pela otimização da capacidade de uma intersecção, os engenheiros de tráfego podem reduzir o congestionamento, proporcionar economia de tempo, mitigar o número de acidentes graves e mesmo diminuir a agressividade de motoristas, tal como atravessar o semáforo vermelho.

---

<sup>1</sup> Distribuído por Trafficware, 1009B Solano Avenue, Albany, CA 94706, USA.

A Administração Rodoviária Federal (FHWA), dos Estados Unidos, recomenda que a programação semaforizada seja revista a cada dois ou três anos. Há sempre circunstâncias especiais que podem justificar a programação semaforizada de imediato: quando um novo controlador é instalado ou reprogramado; quando os volumes de tráfego, de pedestres ou movimentos de conversão mudam significativamente, etc. Uma grande quantidade de semáforos poderia ter seus tempos semaforizados facilmente melhorados pelo acerto dos equipamentos, simplesmente ajustando seus planos de tempos ou pela coordenação de semáforos adjacentes (TRAFFICWARE, 2004).

Modelos de simulação de tráfego desempenham uma função importante ao permitir que o engenheiro de tráfego avalie situações complexas que não podem ser analisadas diretamente com outros meios. Os modelos possibilitam a oportunidade de avaliar o controle de tráfego e estratégias de projeto sem comprometer grandes recursos de tempo para implementar as estratégias alternativas em campo. Por essa razão, os modelos de simulação, como é o caso do *Synchro*, permitem ao engenheiro analisar muitas alternativas, com rapidez, e evitar os riscos e a interrupção, advindos com o demorado campo da experimentação.

O modelo de simulação *Synchro* melhora o processo de tomada de decisão do engenheiro de tráfego. A simulação com o *software* permite, segundo TRAFFICWARE (2004):

- Projetar o tráfego potencial futuro;
- Avaliar e priorizar as alternativas de planejamento operacional;
- Melhorar o projeto e avaliar os tempos e custos associados;
- Desenvolver combinações múltiplas ou outros cenários complexos em um tempo relativamente curto;
- Dispor de animações gráficas que podem ser usadas na apresentação de diferentes cenários, etc.

Os engenheiros de tráfego se deparam com numerosas mudanças quando reprogramam semáforos e quando usam modelos de simulação. Os cenários variam, de qualidade do ar insatisfatória, aumento no consumo de combustível, até no aumento do número de acidentes graves. As alterações nos cenários envolvem os aspectos:

- Ambiental – qualidade do ar e consumo de combustível;
- Monitoração pública – congestionamento, tempo, acidentes, comportamento agressivo de motoristas;
- Trabalho - força de trabalho; e
- Financeiro – custos efetivos.

O *software Synchro* foi desenvolvido há mais de dez anos e se embasa no desenvolvimento de uma metodologia de suporte à decisão para a seleção de ferramentas de análise de tráfego. O *Synchro* é um modelo macroscópico de otimização de análise de capacidade que permite aos usuários entrar com todos os dados de um projeto em um único arquivo. Outros modelos, geralmente, necessitam de um arquivo para cada intersecção semaforizada o que torna o gerenciamento de dados mais complicado. Com todas as intersecções em um arquivo, a análise de capacidade do fluxo pode ser executada permitindo ao usuário obter medidas de atraso, filas, etc., baseadas em equações (TRAFFICWARE, 2004).

O *Synchro* também permite otimizar os semáforos em rede, além de minimizar atrasos e paradas. Em síntese, os benefícios oferecidos pelo *software* são, dentre outros:

- Facilidade de uso;
- Ampliação do gerenciamento e produtividade no uso;
- Aumento na economia;
- Melhoria na qualidade do ar e consumo de combustível;
- Redução do congestionamento e o tempo perdido no tráfego;
- Redução de acidentes e comportamento agressivo de motoristas.

O *software Synchro* é um pacote completo para modelagem e otimização dos tempos semaforizados. São estas, algumas de suas principais ferramentas:

- *Análise da Capacidade* - utiliza métodos do Manual de Capacidade Rodoviária 2000 (HCM-Highway Capacity Manual, 2000). Além do cálculo de capacidade, o *Synchro* otimiza também comprimentos de ciclos e estágios, eliminando a necessidade de tentar se

encontrar um ótimo plano de tempos múltiplos. Se a interseção for coordenada, o *Synchro* calcula explicitamente o fator da progressão e os efeitos da coordenação.

- *Coordenação* - permite que sejam gerados os planos de tempo otimizados. O *Synchro* otimiza os estágios, o comprimento do ciclo e as defasagens. Otimiza a redução de atrasos. Isto faz os planos de tempo *Synchro* serem similares ao programa TRANSYT, que é especialista em reduzir paradas e atrasos.
- *Semáforos Atuados* - *software* interativo para modelagem de semáforos atuados, podendo realizar a modelagem evitando intervalos, e aplicando a informação para a modelagem de atrasos.
- *Diagrama Espaço-Tempo* - tem informativos de diagramas de espaço-tempo coloridos. Os estágios e defasagens podem ser alterados diretamente no diagrama. O *Synchro* tem dois estilos de diagramas espaço-tempo. O estilo de faixa, que mostra como o tráfego é capaz de percorrer um via arterial inteira, sem parar. O estilo fluxo de veículos mostra veículos individuais que param, se enfileiram, e então partem. O estilo de fluxo de tráfego mostra cenários muito claros de como o fluxo de tráfego está disposto.
- *Pacotes de Engenharia de Tráfego* - o *software* possui pré-processadores, tais como: HCS-Highway Capacity *Software*, Transyt-7F, e o CORSIM, normalmente usados na área.

### 3.1 A versão demo do *Synchro*

A versão demo do *Synchro* 5, usada no Projeto USDLET, não executa cálculo de novos arquivos, a não ser aqueles disponibilizados como exemplos, mas faz cálculos a partir de alterações dos dados existentes nos exemplos. Não são permitidas alterações do tipo adicionar ou apagar links, apagar ou mover interseções, ou transladar mapas.

As operações permitidas pelo *software* demo são suficientes para que os alunos conheçam as potencialidades das ferramentas, além de realizar uma série de simulações. Os exemplos dispostos no *software* representam a maioria dos leiautes das interseções normalmente encontradas nas cidades brasileiras.

Diante da descrição apresentada, ainda que sucinta, pode-se perceber a importância do uso de um *software* como o *Synchro* para os profissionais de Engenharia de Tráfego. No entanto, o alto custo, em geral, desses *softwares* inviabilizam a sua aquisição para uso em cursos de graduação das universidades brasileiras, particularmente, as públicas que passam por momentos de extrema dificuldade com a falta de recursos. Para se ter idéia, a licença para um usuário do *Synchro plus SimTraffic 6*, em sua versão comercial, está cotada em US\$3.100 (R\$9.100, em valores de maio de 2004). A mesma versão, agora para uso acadêmico, tem licença cotada em US\$1.860 (R\$5.580, em valores de maio de 2004). Embora o preço da licença acadêmica seja bem menor (60% do valor comercial), ainda assim a sua aquisição é proibitiva. Dessa forma, lançar mão de uma versão demo, com algumas restrições, considerando a extensa gama de ferramentas de análise disponível na versão *full*, pode ser de grande utilidade didática para o ensino de engenharia de tráfego. A versão demo é disponibilizada na internet.

## 4 O PROJETO USDLET

O Projeto USDLET foi concebido visando uma integração entre os alunos do PPGEU e Graduação. O Projeto preconiza que os alunos da PG possam, sob a orientação do professor responsável pelas disciplinas ligadas à Engenharia de Tráfego, desenvolver mecanismos que permitam não somente eles próprios conhecerem essas novas tecnologias computacionais, mas que, considerando suas próprias experiências, possam desenvolver material didático para ser utilizado nas aulas de graduação. Esta é uma maneira da Pós-Graduação colaborar efetivamente com o ensino de Graduação.

A graduação em Engenharia Civil da UFSCar possui duas disciplinas ligadas ao tema trânsito: Engenharia de Tráfego e Fundamentos de Segurança no Trânsito. A Pós-Graduação tem, em sua grade, a disciplina Tráfego Urbano. Além disso, a UFSCar criou o Programa de Estágio Supervisionado de Capacitação Docente-PESCD, em 1997. O objetivo deste Programa é aprimorar a formação de discentes de pós-graduação, oferecendo-lhes adequada

preparação pedagógica, através de estágio supervisionado em atividades didáticas de graduação. A integração do pós-graduando ao PESCDD efetua-se mediante a sua participação em projeto vinculado a determinada disciplina e supervisionado pelo professor responsável. A participação no Programa permite ao aluno contabilizar créditos nos programas de pós-graduação de toda a Universidade.

O esquema do Projeto USDLET pode ser visualizado na Figura 1. O esquema apresenta três níveis distintos de competência no desenvolvimento projeto: professor responsável, alunos de pós-graduação e alunos de graduação. A primeira etapa do Projeto USDLET constou na identificação, por parte do professor responsável, de um *software* demo que venha a atender às necessidades das disciplinas nos dois níveis. Na experiência relatada, o *Synchro*. Uma vez identificado o *software*, este é disponibilizado, juntamente com seu tutorial, aos alunos do PGGEU, na disciplina Tráfego Urbano, turma 2003. Estes alunos, divididos em Equipes ( $E_1, E_2, E_3...E_n$ ), estudaram, aprofundaram e traduziram o tutorial, além de criarem um exemplo detalhado de aplicação. Todo o produto foi apresentado ao professor responsável e aos demais alunos em um seminário, previsto na disciplina Tráfego Urbano.

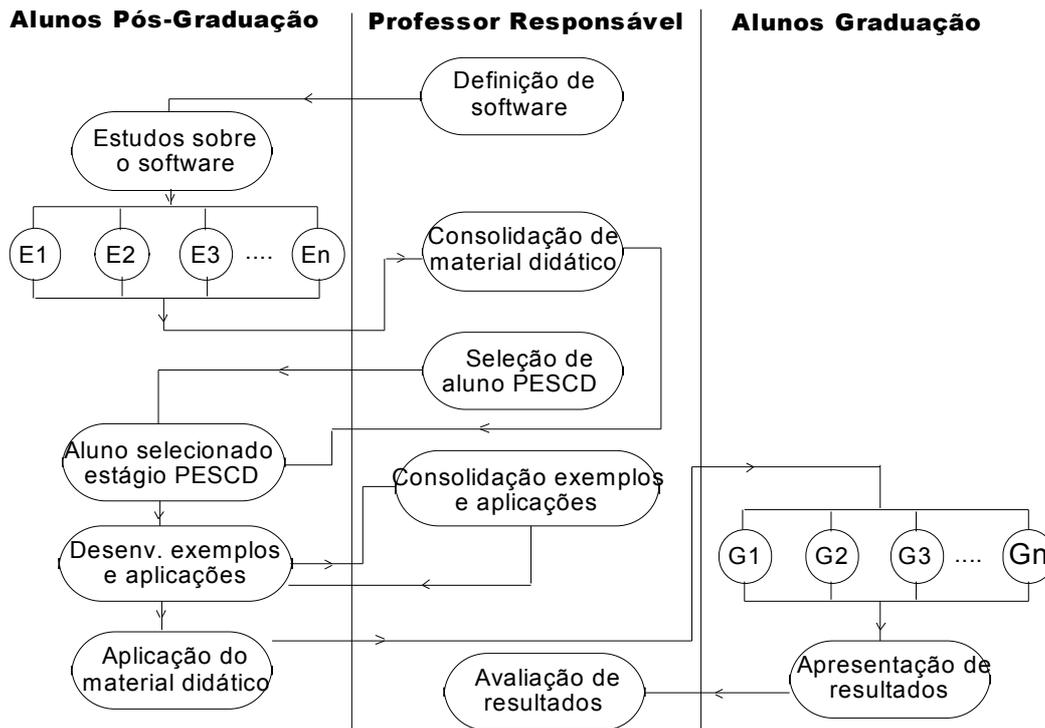


Figura 1 -- Esquemática do Projeto USDLET

A terceira etapa constou de seleção de um desses alunos que participaram ativamente da segunda etapa, para participar do Programa PESCDD como estagiário. Este estagiário recebe do professor responsável o material didático consolidado para ser preparado para ser transmitido aos alunos de graduação. Na quarta etapa, o estagiário procura transmitir, sob a orientação do professor responsável pela disciplina Engenharia de Tráfego, TURMA 2004, na graduação, todo o material desenvolvido na segunda etapa. Na etapa subsequente, o material didático desenvolvido é apresentado ao professor e, depois de aprovado, é novamente disponibilizado ao estagiário para ser aplicado nos alunos de graduação. O *software* e suas ferramentas, bem como exemplos de aplicação foram apresentados aos alunos no Laboratório de Informática do Departamento de Engenharia Civil.

Em etapa a seguir, os alunos da graduação são agregados em Grupos de Trabalho ( $G_1, G_2, G_3...G_n$ ), para levantamento de dados de campo (cidade de São Carlos), aplicação dos dados no *Synchro* e análise dos resultados, para familiarização com o *software*. Um segundo trabalho é desenvolvido para uma aplicação de dados reais e mais complexos extraídos da cidade de Campinas. Essa aplicação é então consolidada em forma de relatório, que é inicialmente verificado pelo estagiário e, numa etapa final, é avaliado, com atribuição de nota, por parte do professor.

Os resultados finais do processo podem ser considerados excelentes, não só pelas notas atribuídas aos trabalhos finais executados pelos diversos grupos, como pela profundidade e complexidade dos cálculos e análises realizados, em tempos relativamente curtos quando comparados com aqueles que seriam gastos se os cálculos fossem realizados manualmente.

O uso da ferramenta didática despertou grande expectativa por parte dos alunos de graduação e pós, que procuravam desempenhar todas tarefas a eles atribuídas com esmero, além de demonstrarem grande interesse pelas aulas demonstrativas.

Nas aulas anteriores ao emprego do *software*, foi ministrada a esses alunos de graduação a teoria básica a respeito da utilização e cálculo de semáforos, compreendendo:

- Controle do tráfego em cruzamentos e necessidade de semáforos, com os critérios de implantação;
- Fundamentos sobre semáforos: conceitos básicos de estágios, fases e grupos focais, exemplos de operação e formas de controle em cruzamentos semaforizados (isolados, em rede, tempo fixo e por demanda de tráfego);
- Programação de semáforos de tempo fixo: definição dos parâmetros relativos ao fluxo de saturação, capacidade, tempos perdidos e tempos de verde efetivo, ciclo ótimo e demais variáveis afins.

Estes alunos ainda desenvolveram exercícios para cálculo e dimensionamento do diagrama de tempos de semáforos da forma tradicional – baseada nos Métodos de Webster e Denatran – em cruzamentos da cidade de São Carlos, cujos dados foram objeto de levantamento de campo pelos diversos grupos. Desta forma, antes do uso do programa *Synchro*, a teoria e prática do dimensionamento de semáforos já haviam sido ensinadas em seus conceitos básicos. Esta etapa não pode ser substituída pelo uso do software, nunca!

## 5 APLICAÇÃO E RESULTADOS DO *SYNCHRO*

Para ilustração da aplicação do *software Synchro* por parte dos alunos de graduação, serão apresentadas, a seguir, algumas telas que exemplificam de maneira insofismável, a potencialidade do uso da versão demo como ferramenta didática. A Figura 2 apresenta o leiaute do cruzamento (duas aproximações) formado pelas ruas dos Cravos e das Rosas (nomes fictícios) de uma interseção real da cidade de Campinas, usada no estudo.

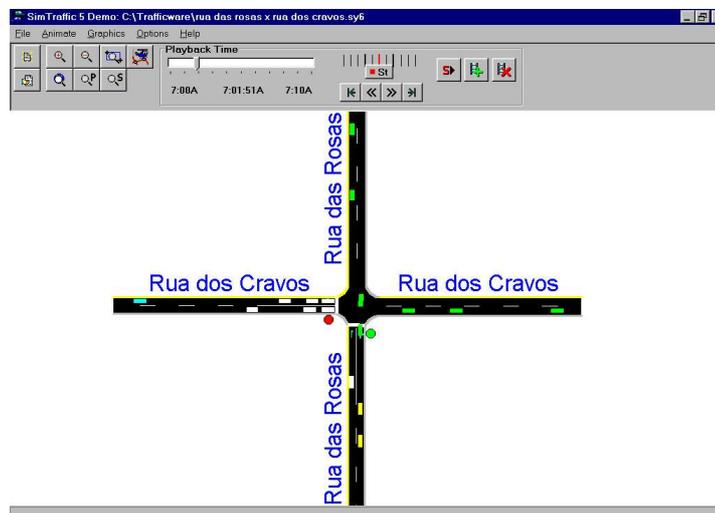


Figura 2 - Leiaute do cruzamento estudado - rua dos Cravos x rua das Rosas

A variedade de modelos (16) de interseções disponibilizadas pelo *software* demo, e que podem ser usados em aplicações didáticas, pode ser verificada na Figura 3. As interseções variam desde os tipos mais simples até os mais complexos, em termos de geometria e operação.

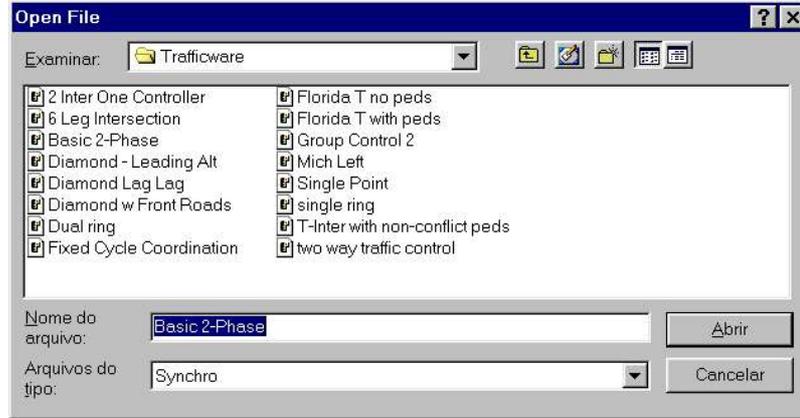


Figura 3 – Opções de 16 arquivos disponíveis de cruzamentos

A representação do cruzamento com os respectivos dados de volume de tráfego e faixas, bem como a janela de inserção de dados de uma determinada aproximação é apresentada na Figura 4.

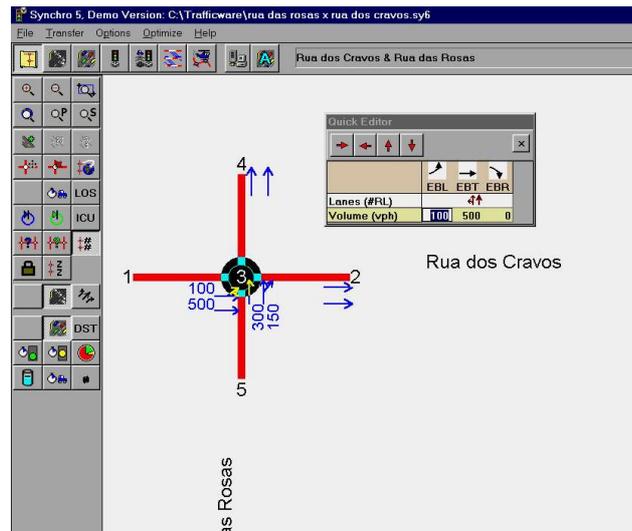


Figura 4 – Tela apresentando dados de volumes e faixas de tráfego

A inserção dos dados operacionais relacionados com a interseção em estudo, tais como o volume e composição do tráfego, conflitos com pedestres e bicicletas, pontos de ônibus, largura da faixa, inclinação da via, existência de conversão à esquerda, fator de hora pico-FHP, presença de faixa para estacionamento, etc. podem ser introduzidos por meio de uma única janela (ver Figura 5).

Após a introdução dos dados de volume, pode-se obter os resultados detalhados do processo de otimização da programação semafórica, conforme mostra a Figura 6.

Uma ferramenta bastante usada na programação semafórica é o diagrama de fases, normalmente feito manualmente, mas que tem papel importante na análise da programação de tempo. Um exemplo está mostrado na Figura 7.

Synchro 5, Demo Version: C:\Trafficware\rua das rosas x rua dos cravos.sy6

File Transfer Options Optimize Help

Rua dos Cravos & Rua das Rosas

VOLUME WINDOW	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Traffic Volume (vph)	100	500	0	0	0	0	0	300	150	0	0	0
Conflicting Peds. (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Conflicting Bikes (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peak Hour Factor	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	No											
Parking Maneuvers (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Traffic from mid-block (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Link OD Volumes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adjusted Flow (vph)	111	556	0	0	0	0	0	333	167	0	0	0
Lane Group Flow (vph)	0	667	0	0	0	0	0	500	0	0	0	0

Figura 5 – Janela de inserção de dados operacionais da interseção

Synchro 5, Demo Version: C:\Trafficware\rua das rosas x rua dos cravos.sy6

File Transfer Options Optimize Help

Rua dos Cravos & Rua das Rosas

Options >	PHASING WINDOW	
	2-EBTL	8-NBT
Controller Type:	4.0	4.0
Pretimed	20.0	20.0
Maximum Split (s)	20.0	20.0
Yellow Time (s)	3.5	3.5
All-Red Time (s)	0.5	0.5
Lead/Lag	--	--
Allow Lead/Lag Optimize?	--	--
Vehicle Extension (s)	3.0	3.0
Minimum Gap (s)	3.0	3.0
Time Before Reduce (s)	0.0	0.0
Time To Reduce (s)	0.0	0.0
Recall Mode	Max	Max
Pedestrian Phase	No	No
Walk Time (s)	--	--
Flash Dont Walk (s)	--	--
Pedestrian Calls (#/hr)	--	--
90th %ile Green Time (s)	16 cd	16 mr
70th %ile Green Time (s)	16 cd	16 mr
50th %ile Green Time (s)	16 cd	16 mr
30th %ile Green Time (s)	16 cd	16 mr
10th %ile Green Time (s)	16 cd	16 mr

Options >

Controller Type:

Pretimed

Cycle Length: 40.0

Actuated Cycles

90th %: 40.0

70th %: 40.0

50th %: 40.0

30th %: 40.0

10th %: 40.0

Quick Reports:

Green Times

Starts

Details

Figura 6 – Janela *Phasing Window* com o detalhamento da programação semafórica

Uma das ferramentas mais interessantes e didaticamente atraentes são as telas que apresentam animações de simulações da circulação de veículos no cruzamento em estudo. A tela apresenta os veículos em movimento, apresentando, por exemplo, os movimentos realizados na interseção (em frente, conversões à direita e à esquerda), filas, etc. Assim, durante a simulação, pode-se verificar visualmente o que ocorre quando se processa modificações na operação do cruzamento. Uma destas telas está mostrada na Figura 8. Tantas outras telas poderiam ser aqui apresentadas para se demonstrar os bons resultados obtidos, não só tecnicamente, com relação aos estudos de Engenharia de Tráfego, mas sobre tudo do papel didático-pedagógico proporcionado pelo uso deste software demo.

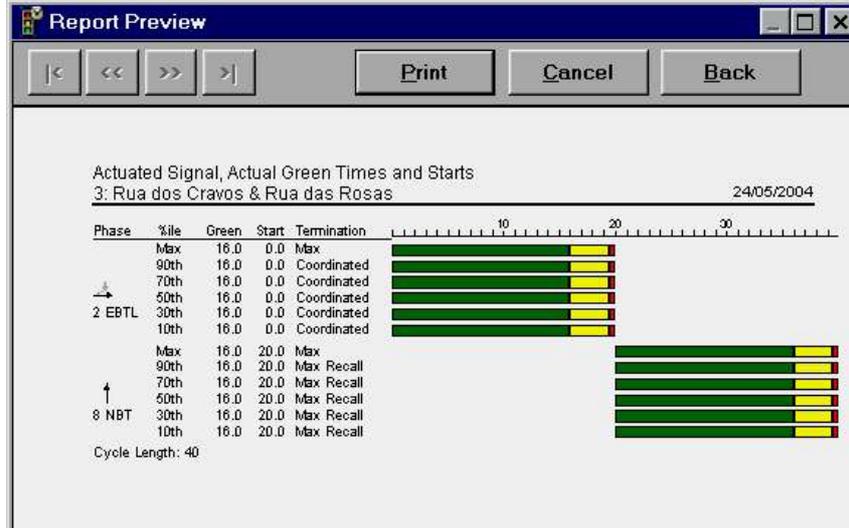


Figura 7 – Relatório contendo o Diagrama de Fases

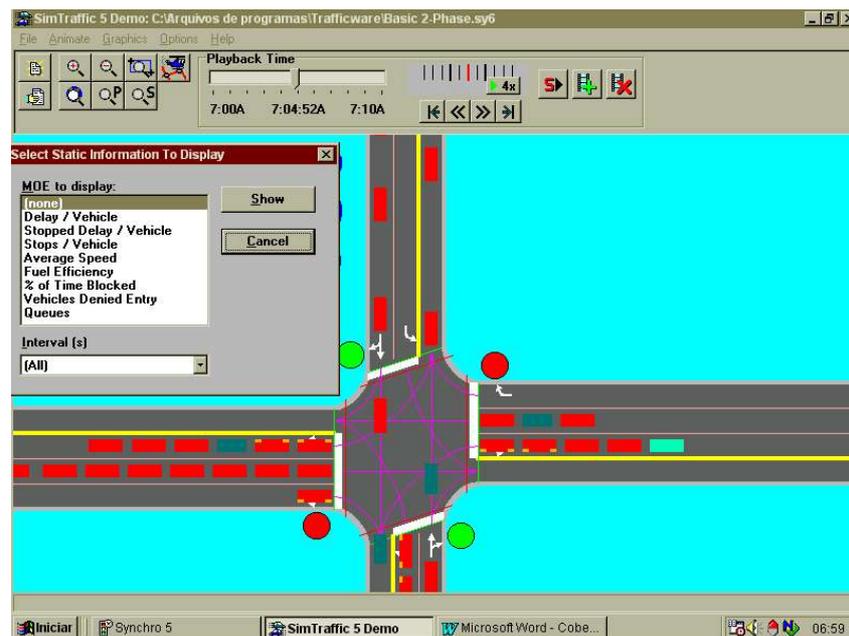


Figura 8– Tela de simulação dos movimentos no cruzamento

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de *software* demo para o ensino de Engenharia de Tráfego, neste caso específico, o *Synchro 5*, desenvolvido para simulação e programação semafórica, associado com o Projeto USDLET, demonstrou ser totalmente viável, como alternativa à impossibilidade de aquisição da versão *full*. O estudo semafórico, que envolve uma grande quantidade de dados, uma complexidade dos cálculos, e uma gama de alternativas razoável, quando feito manualmente, restringe, por questões de tempo, o exame de diversas possibilidades de solução. Isto faz com que o aluno não tenha a possibilidade de conhecer soluções e seus impactos em diferentes condições de operação. Diante da riqueza de detalhes disponibilizados no software, a existência de algumas restrições de manuseio, absolutamente não inviabiliza a validade desta alternativa didático-pedagógica, considerada de grande valor. O entusiasmo e dedicação por parte dos alunos, de graduação e pós, no desenvolvimento do Projeto (ciclo 2003-2004) confirma o sucesso da experiência desenvolvida, estimulando o professor responsável a continuar o projeto, usando agora um outro *software* demo, para o ciclo 2004-2005.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IPEA/ANTP. **Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas aglomerações urbanas brasileiras**. Relatório Executivo. Brasília: IPEA/ANTP, 2003.

RAIA Jr., A.A. et al. **Manual do Synchro 5**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, 2003.

RAIA Jr., A.A. et al. **Synchro 5 Demo**: demonstração prática passo a passo. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, 2003.

SILVA, A.N.R.; LIMA, R.S.; MELO, J.J.O. Introduzindo os Sistemas de Informações Geográficas no Ensino de Engenharia de Transportes. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, XI, 1997, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro: ANPET, 1997. p. 685-691.

SILVA, A.N.R.; MELO, J.J.O.; BRONDINO, M.C.M. **Uma Introdução ao Planejamento de Transportes com Sistemas de Informações Geográficas**. São Carlos: EESC/USP, 1997.

TRAFFICWARE CORPORATION. **Synchro plus SimTraffic 6**. White Paper. Albany, CA., 2004.

## **SOFTWARE DEMO USE IN THE TRAFFIC ENGINEERING TEACHING**

***Abstract:** The teaching of Traffic Engineering requests the use of computer programs, turning that more didactic, attractive practice and stimulant. The use of those programs finds serious obstacles: high costs, lack of resources in the teaching Brazilian university public. To overcome those barriers, same partially, an artifice can be used that allows to the students to know those new technologies with cost zero: the software demo, available for the developers. The software demo is produced with some restrictions that impede its full use in commercial application, as it would be the example of its use for a traffic management. But, for academic use, they produce quite satisfactory results, as it is the case of Synchro, projected for optimization and to model nets urban traffic. This paper has as main objective to present the results of the development and application of the USDLET Project, for use of the software demo in the disciplines Traffic Engineering (graduation) and Urban Traffic (masters degree) of the Civil Engineering-UFSCar. The methodology consisted of study, reflections and development of didactic material - tutorial, examples and applications - for the students course of Urban Traffic, in to masters degree, in 2003. The product was applied the students of Traffic Engineering, in 2004. After theoretical classes and oral exhibition in the Laboratory of Computer Science the students used surveys of São Carlos for training and with true data of Campinas for consolidation of the learning. The results were exciting and stimulants.*

***Key words:** Traffic Engineering, Software demo, Traffic simulation, Traffic.*