

O USO DE *SOFTWARE* DEMO NO ENSINO DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO: UMA EXPERIÊNCIA NA UFSCAR

Archimedes Azevedo Raia Junior

Heloni Maura Martorano Martinez

Universidade Federal de São Carlos-UFSCar

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana-PPGEU

RESUMO

Com o crescente desenvolvimento tecnológico e a disponibilidade de recursos informatizados para uso em Engenharia Civil e de Transportes, somente métodos tradicionais de ensino já não mais satisfazem à demanda de formação dos futuros profissionais da área. Devido ao alto custo necessário para a aquisição e manutenção de softwares específicos para Engenharia de Tráfego, a UFSCar vem desenvolvendo um projeto para utilização no ensino de softwares em versão “demo”, disponibilizados pelos seus desenvolvedores para avaliação, sem custo. Neste trabalho, é relatada a utilização no curso de graduação de Engenharia Civil de um destes softwares em versão demo, o Synchro/SimTraffic 5.0, para dimensionamento, otimização e simulação do tráfego em cruzamentos semaforizados. Este software é utilizado por universidades e órgãos gestores de tráfego americanos e, mesmo considerando suas limitações na versão demo, possibilitou um aprimoramento no ensino da área de Transportes, sem a necessidade de recursos financeiros adicionais.

ABSTRACT

Nowadays, with the advance of technologies and the full availability of computer resources, traditional methods of education only by itself are not enough to prepare futures engineers. The specific software for Traffic Engineering has a high cost license and maintenance. To get better results and improve the Traffic Engineering teaching, UFSCar has developed a project using demo versions, available for free by its developers. This paper relates a well succeed experience with Synchro/Simtraffic 5.0 software on the process of teaching Traffic Engineering at UFSCar. The mentioned software is about setting, optimization and simulation of traffic in traffic lights. Synchro/SimTraffic has already been used by American Universities and Managing Traffic Agencies. Considering its limitations since what is available is a demo version, the software has provided an improve on teaching Traffic Engineering without the need of additional financial resources.

1 INTRODUÇÃO

Os avanços da tecnologia de informação estão transformando a relação existente entre o conhecimento e os processos de aprendizagem, pois mediante os métodos informáticos os alunos aprendem de forma mais independente, fazendo com que o professor tenha um papel de despertar o pensamento no estudante. A inadequação dos métodos tradicionais de ensino de engenharia tem sido motivo de preocupação e desconforto entre os docentes, conforme podem ser constatados nos trabalhos apresentados nos congressos de ensino de engenharia (Pereira, Kuri e Silva, 2004). Esses métodos demonstram terem chagado a um nível de esgotamento enquanto modelos considerados adequados para a plena formação profissional para a dinâmica tecnológica e a diversidade das relações, segundo Bazzo (1998).

O modelo de ensino-aprendizagem vigente no Brasil, embasado quase que prioritariamente nas aulas expositivas, demonstrações e resolução de exercícios, parecem não mais permitir que o estudante se responsabilize por sua própria aprendizagem e desenvolvimento; ao contrário, restringe sua liberdade de buscar informações, construir e reconstruir seus conhecimentos, resolver problemas à sua própria maneira, de forma independente e criativa (Pereira, Kuri e Silva, 2004).

Mais especificamente, os professores da área 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 voltados para a área são muito caros, praticamente inviabilizando a sua aquisição por parte das escolas superiores de engenharia, principalmente as públicas (Raia Jr. *et al*, 2004). Quanto ao uso de *softwares* de simulação de tráfego, citam Egami e Setti (2002) que, apesar de uma certa complexidade inerente a esse tipo de abordagem, a simulação possui vantagens que nenhum outro método traz, como permitir a análise de situações que dificilmente seriam observadas em uma situação real.

Por outro lado, o uso de *softwares* para dimensionamento e simulação do tráfego em vias e cruzamentos semaforizados no ensino já é largamente empregado nos cursos de Transportes e Engenharia de Tráfego nas universidades americanas. 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, direcionado para a demonstração da ferramenta e aplicação em situações concretas.

Em vista disso, este trabalho tem como objetivo principal o de apresentar uma experiência com o uso do *software* Synchro, versão demo, através do Projeto USDLET, no ensino de Engenharia de Tráfego, na Universidade Federal de São Carlos. Espera-se, como contribuição, apresentar uma solução alternativa aos cursos de engenharia que tenham, igualmente, dificuldades financeiras para a aquisição deste programa em sua versão completa.

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 *UFOSNET* tem sido utilizada com sucesso na disciplina Engenharia de Transportes e SIG, do Curso de Engenharia Civil da UFSCar e nos Cursos de Especialização em Geoprocessamento, ministrados pelo Núcleo de Geoprocessamento da UFSCar, há anos.

Raia Jr. *et al* (2004) relatam, ainda, a experiência do uso do *software* Synchro 5 demo no ensino de Engenharia de Tráfego, na UFSCar, que “demonstrou ser totalmente viável, como alternativa à impossibilidade de aquisição da versão *full*. (...) 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”.

3 O SOFTWARE SYNCHRO

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, evitando os riscos e a interrupção, proporcionados pelo demorado campo da experimentação. O modelo de simulação *Synchro* melhora o processo de tomada de decisão do engenheiro de tráfego. A simulação usando o *software* permite, segundo TRAFFICWARE (2004): i) projetar o tráfego potencial futuro; ii) avaliar e priorizar as alternativas de planejamento operacional; iii) melhorar o projeto e avaliar os tempos e custos associados; iv) desenvolver combinações múltiplas ou outros cenários complexos em um tempo relativamente curto; e v) dispor de animações gráficas que podem ser usadas na apresentação de diferentes cenários, etc.

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. 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: i) facilidade de uso; ii) ampliação do gerenciamento e produtividade no uso; iii) aumento na economia; iv) melhoria na qualidade do ar e consumo de combustível; v) redução do congestionamento e o tempo perdido no tráfego; e vi) redução de acidentes e comportamento agressivo de motoristas (TRAFFICWARE, 2004).

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

- *Análise da Capacidade* - utiliza métodos do Manual de Capacidade Rodoviária (HCM 2000). Além do cálculo de capacidade, ele otimiza os comprimentos de ciclos e estágios, eliminando a necessidade de tentar encontrar um ótimo plano de tempos múltiplos.
- *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.
- *Semáforos Atuados* - *software* interativo para modelagem de semáforos atuados, podendo realizar a modelagem sem intervalos, aplicando a informação para modelagem de atrasos.
- *Diagrama Espaço-Tempo* - os estágios e defasagens podem ser alterados diretamente no diagrama. Tem 2 estilos de diagramas espaço-tempo: faixa e fluxo de veículos (veículos individuais que param, se enfileiram, e então partem).
- *Pacotes de Engenharia de Tráfego* - o *software* possui pré-processadores, tais como: HCS-Highway Capacity Software, Transyt-7F, e o CORSIM.

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” intersecções, 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 intersecções 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 único usuário do *Synchro plus SimTraffic 6*, tanto para versão acadêmica como comercial, está cotada em US\$3.100 (R\$7.335, em valores de julho de 2005). 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 maior 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 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 PESCD 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 da Universidade.

O diagrama esquemático 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 consta na identificação, pelo professor responsável, de um *software* demo que venha a atender às necessidades das disciplinas nos dois níveis. Na experiência relatada, o *Synchro 5*. O *software* é, então disponibilizado, aos alunos de Tráfego Urbano (PGGEU), divididos em Equipes ($E_1, E_2, E_3...E_n$). Eles estudam, aprofundam e criam exemplos detalhados de aplicação. Esse produto é apresentado ao professor responsável e aos demais alunos em seminário da disciplina Tráfego Urbano (Etapa 2). Posteriormente, há a seleção de um desses alunos para participar do Programa PESCD, como estagiário. O aluno consolida o material didático e o transmite aos alunos de graduação, sob a orientação do professor responsável, em aulas no Laboratório de Informática do Departamento de Engenharia Civil. Finalmente, os graduandos 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*. A partir daí, fazem uma série de simulações.

Os resultados finais do processo podem ser considerados excelentes, não só pela qualidade dos trabalhos 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.

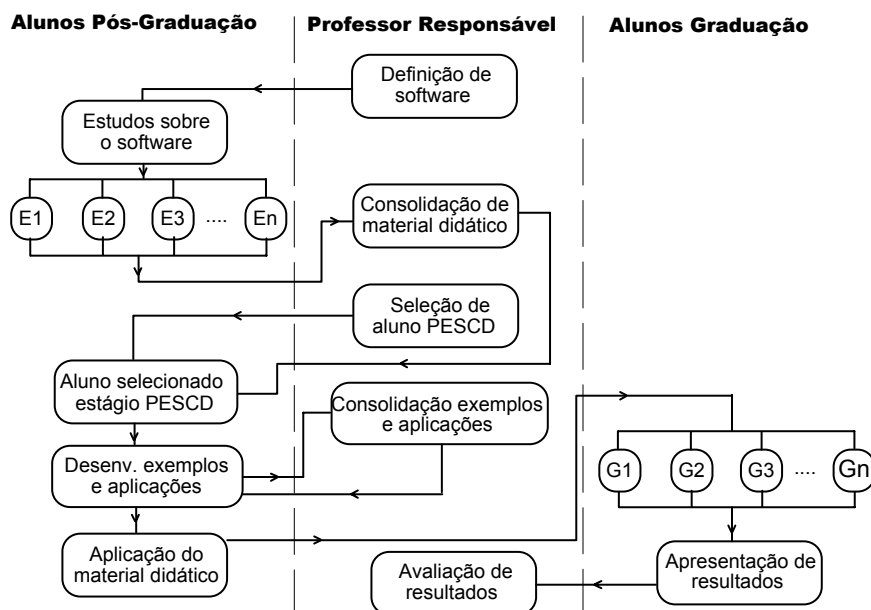


Figura 1 - – Diagrama esquemático do Projeto USDLET

5 USO DO *SYNCHRO DEMO*

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

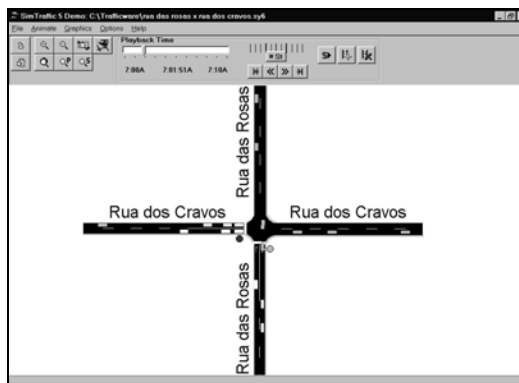


Figura 2 - Leiaute do cruzamento estudado - rua dos Cravos x rua das Rosas

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

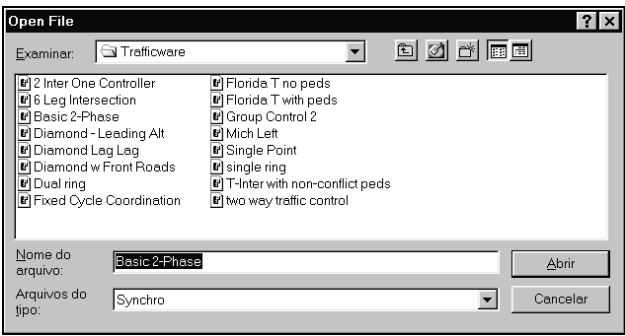


Figura 3 – Opções de 16 arquivos disponíveis de cruzamentos

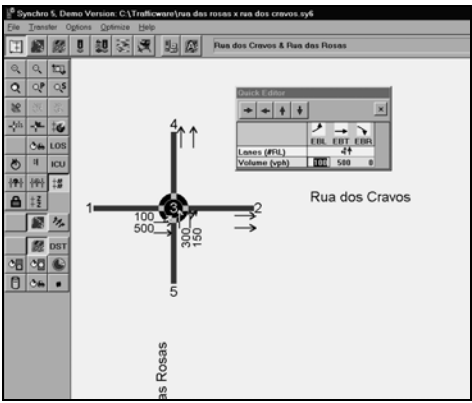


Figura 4 – Tela apresentando dados de volumes e faixas de tráfego

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

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 | No | No | No | No | No | No | No | No | No | No | 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

Após a introdução dos dados de volume, pode-se obter os resultados detalhados do processo de otimização da programação semafórica (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, como mostra o exemplo da Figura 7. 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.

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 >

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

PHASING WINDOW

| | 2-EBTL | 8-NBT |
|--------------------------|--------|-------|
| Minimum Initial (s) | 4.0 | 4.0 |
| Minimum Split (s) | 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 |

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

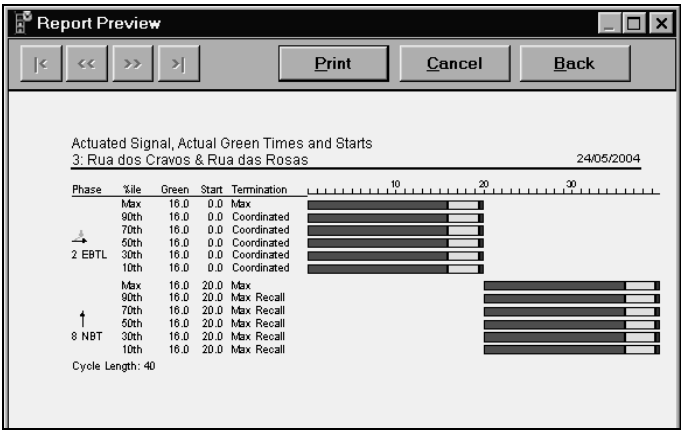


Figura 7 – Relatório contendo o Diagrama de Fases

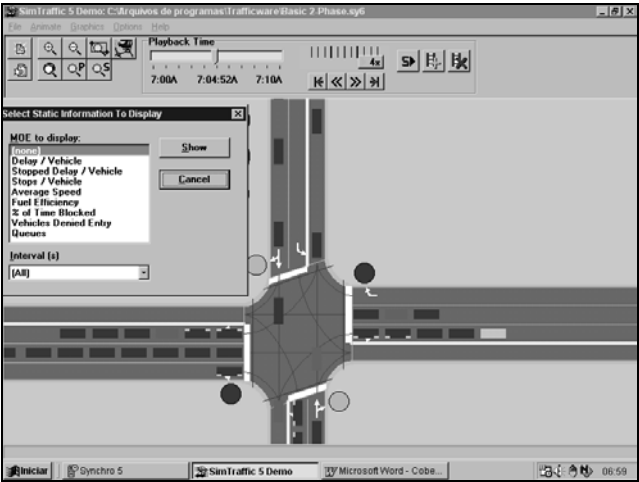


Figura 8– Tela de simulação dos movimentos no cruzamento

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 demonstrados pelos alunos, de graduação e pós, no desenvolvimento do Projeto, confirmam o sucesso da experiência desenvolvida, estimulando o professor responsável a continuar o projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bazzo, W.A. (1998) Ciência, Tecnologia e Sociedade e o contexto da educação tecnológica. Florianópolis, Editora da UFSC.
- Egami, C.Y.; Setti, J.R. (2002) *A Recalibração do Modelo TRARR para Simulação de Rodovias de Pista Simples no Brasil*. In: Transporte em Transformação V. CNT/MAKRON, São Paulo. p.31-46.
- Pereira, M.A.; Kuri, N.P.; Silva, A.N.R. (2004) *Os estilos de aprendizagem e o ensino de engenharia de transportes*. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, Florianópolis, v.II, p.1529-1540.
- Raia Jr., A.A.; Martinez, H.M.M.; Gonçalves, J.A.S.; Mon-Ma, M.M. (2004) *O Uso do Software Demo no Ensino da Engenharia de Tráfego*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, COBENGE 2004, Brasília.
- Silva, A.N.R.; Lima, R.S.; Melo, J.J.O. (1997) Introduzindo SIGs no Ensino de Engenharia de Transportes. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, XI, Rio de Janeiro. Anais. p.685-691.
- Silva, A.N.R.; Melo, J.J.O.; Brondino, M.C.M. (1997) Uma Introdução ao Planejamento de Transportes com Sistemas de Informações Geográficas. São Carlos: EESC/USP.
- TRAFFICWARE CORPORATION (2004) *Synchro Plus SimTraffic 6*. White Paper. Albany, CA.

Archimedes Azevedo Raia Junior (raiaajr@power.ufscar.br)

Heloni Maura Martorano Martinez (martmart@directnet.com.br)

Universidade Federal de São Carlos-UFSCar

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana-PPGEU

Departamento de Engenharia Civil-DECiv

Via Washington Luis, km 235 Cx.P. 676

13565-905 - SÃO CARLOS - SP - BRASIL