

# Aplicação do micro-simulador de tráfego DRACULA em Porto Alegre

*Cristiano Dela Giustina (PPGEP - UFRGS)*

*Érico Reis Guzen (PPGEP - UFRGS)*

*Davi Ribeiro Campos de Araújo (PPGEP - UFRGS)*

*Helena Beatriz Bettella Cybis (PPGEP - UFRGS)*

## Resumo

*Este trabalho aborda a aplicação do modelo de micro-simulação DRACULA em estudos de tráfego em Porto Alegre. O objetivo do modelo é proporcionar apoio a processos decisórios de caráter tático em gerenciamento de tráfego. O texto apresenta as aplicações e as vantagens da utilização do modelo DRACULA na avaliação de esquemas de tráfego. Como estudo de caso, propõe-se a utilização do micro-simulador na análise da rede constituída pelo Novo Terminal Triângulo da Avenida Assis Brasil.*

*Palavras chave: Micro-simulação, alocação de tráfego, simulação de tráfego, modelagem.*

## 1 Introdução

O avançado crescimento das cidades e, como conseqüência, o aumento no congestionamento das vias urbanas faz necessária a utilização de ferramentas de previsão e gerenciamento de trânsito. Dentre os possíveis instrumentos existentes destacam-se os modelos de alocação e simulação de tráfego. Estes utilizam uma estrutura formada basicamente por uma rede constituída de arcos e nós, e uma Matriz Origem-Destino, que representa a demanda de viagens entre as zonas de tráfego. O DRACULA (Dynamic Route Assignment Combining User Learning and Microsimulation) (Liu, 2000), desenvolvido pelo *Institute for Transport Studies* da Universidade de Leeds, é um modelo de micro-simulação de tráfego. Ao contrário dos modelos macroscópicos, representa o tráfego de maneira mais detalhada (veículo a veículo).

## 2 Modelo microscópico DRACULA

Modelos de tráfego são geralmente classificados quanto ao nível de agregação com que representam o tráfego. Os modelos macroscópicos tratam o tráfego na forma de fluxos, e, por este motivo, são direcionados a estudos de planejamento em que a representação agregada do tráfego torna-se uma hipótese satisfatória (Araújo e Cybis, 2002). Já os modelos microscópicos representam os veículos individualmente, incorporando uma dimensão a mais na modelagem ao considerarem os efeitos das interações entre os mesmos.

O modelo de tráfego DRACULA é um modelo microscópico, estocástico, discreto no tempo e contínuo no espaço, que representa veículos através de rotas pré-especificadas.

A distribuição da geração de tráfego em cada origem é dada por taxas médias equivalentes à demanda pré-especificada (distribuição aleatória de *headways*). Cada veículo possui características próprias, definidas aleatoriamente por parâmetros informados (tipo, comprimento, aceleração e desaceleração máxima e normal e velocidade desejada em fluxo livre) e suas respectivas variâncias.

A evolução dos veículos através da rede é estimada a partir de três modelos, considerando o comportamento desejado dos motoristas e o controle das interseções:

- **Car-following**: modelo que determina a velocidade e a aceleração em função da distância ao veículo da frente. Os veículos obedecem aos limites de aceleração informados, buscando atingir a velocidade desejada;
- **Lane-changing**: baseado na aceitação de brechas, o modelo rege as mudanças de faixa dos veículos ao longo dos arcos.
- **Gap-acceptance**: modelo responsável pela simulação das interseções prioritárias. O *gap* aceitável em interseções prioritárias depende de cada indivíduo e pode decrescer com o aumento do tempo de espera.

Maiores detalhes sobre a simulação podem ser encontrados em Liu (1994).

O *software* apresenta uma estrutura composta de dois modelos: um de oferta, outro de demanda. O modelo de

oferta simula o comportamento dos veículos através da rede ao longo da jornada. Já o modelo de demanda responde pelo processo de escolha de rotas dos veículos; para isso, o modelo possui um sub-modelo de aprendizado, que utiliza as informações referentes à percepção dos motoristas sobre a rede para modelar o comportamento seguinte.

Cabe salientar que a utilização do modelo de demanda ainda é foco de pesquisas experimentais, e, portanto, não será abordado no presente estudo.

### 3 Utilização conjunta entre os modelos SATURN e DRACULA

Convenientemente, o modelo DRACULA possui uma estrutura computacional que possibilita a troca de dados com o modelo macroscópico SATURN (Van Vliet e Hall, 2000), de vasta utilização em estudo de redes abrangentes em Porto Alegre. Esta utilização conjunta tem sido utilizada em diversos estudos de caso e trabalhos de pesquisa (Aden, 1995; Liu *et al.*, 2001).

O uso conjunto dos modelos SATURN e DRACULA permite o aproveitamento da descrição da rede viária e a exportação de fluxos gerados com base na alocação de tráfego do SATURN. Nesta transferência de informações, deve-se garantir a equivalência entre os modelos codificados.

Os modelos, apesar de utilizarem a mesma plataforma de dados, apresentam algumas divergências conceituais importantes. Estas divergências podem levar a diferenciações no que diz respeito à entrada e à saída de dados. A seguir são apresentadas as diferenças conceituais entre os modelos.

- **Velocidade no arco:** No SATURN, o valor informado é adotado como velocidade de cruzeiro. No DRACULA, corresponde à velocidade média desejada pelos motoristas ao longo do arco;
- **Atrasos e tempo de cruzeiro:** No SATURN, tempo de cruzeiro corresponde ao percurso ao longo do arco inteiro, e atraso corresponde ao tempo perdido na interseção (filas, espera por *gaps*, etc). No DRACULA, os atrasos são computados a partir de velocidades inferiores a 0,5 m/s, independentemente da localização no arco. Regimes acima desta velocidade são considerados tempo de cruzeiro;
- **Aceitação de brechas (*gaps*):** Além de diferenças na modelagem, os valores *default* assumidos são diferentes. No SATURN, o valor do *gap* é fixo e igual a 5,0 s. O DRACULA é capaz de modelar o decréscimo do *gap* à medida que o tempo de espera nas interseções aumenta;
- **Modelagem do fluxo efetivo de veículos:** No SATURN, o usuário define o fluxo de saturação e o modelo calcula a capacidade em função do controle da interseção. No DRACULA, o fluxo máximo é função de parâmetros microscópicos;
- **Representação do tráfego:** No modelo SATURN, os veículos são quantificados em UVPs (Unidades de Veículo Padrão). No DRACULA, os veículos são representados conforme o tipo (automóvel, lotação, ônibus, etc).

### 4 Dados de saída do modelo

As medidas de performance da rede, tais como: tempo máximo de viagem, velocidade, tamanho de filas, consumo de combustível e emissão de poluentes, são disponibilizadas em forma de relatórios ao final da simulação.

O DRACULA possui um módulo gráfico animado, onde é possível visualizar o que realmente está ocorrendo na rede durante o período de simulação. Este módulo facilita a calibração do modelo, uma vez que se percebe o comportamento da rede.

### 5 Estudo de caso

O estudo de caso refere-se à modelagem da rede composta pelo Novo Terminal Triângulo da Avenida Assis Brasil e vias adjacentes de maior hierarquia. Este estudo faz parte de um projeto entre a Empresa Pública de Transporte e Circulação de Porto Alegre e o Laboratório de Sistemas de Transportes (LASTRAN-UFRGS).

A região de estudo localiza-se na zona norte da cidade de Porto Alegre, caracterizando-se como rota de acesso a municípios da região metropolitana que possuem uma grande concentração industrial. Por este motivo, a demanda de tráfego é constituída por viagens a trabalho deslocando-se entre os extremos da rede, que levam à região central da cidade de Porto Alegre e aos municípios da região metropolitana.

A principal característica da rede é a grande quantidade de linhas de ônibus que utilizarão o terminal. No total, serão 28 linhas urbanas e 11 metropolitanas. Estas linhas causam uma grande perturbação no tráfego da região, sendo o DRACULA um simulador adequado para a análise destes conflitos.

As principais alterações previstas para o local correspondem à implantação de um terminal de ônibus no entroncamento das avenidas Assis Brasil e Baltazar de Oliveira Garcia; à implantação de corredores de ônibus na Avenida Baltazar de Oliveira Garcia e Joaquim Silveira e alterações na rede viária do entorno.

A região de estudo foi dividida em 22 zonas de tráfego particularizadas pelos critérios de uso do solo e demanda por viagens. Dentre estas, destacam-se a zona do Terminal Triângulo e as zonas que representam as viagens geradas na região central de Porto Alegre e nas cidades vizinhas.

A rede modelada é composta por 69 nós e 174 arcos, resultando em um comprimento total de 21,71 km. Existem 26 interseções semaforizadas e 23 prioritárias. A velocidade média dos veículos na rede, para o período de pico, entre as 18:00 e as 19:00, é de 18,5 km/h, de acordo com os relatórios do modelo SATURN. Sobre o transporte público, a rede possui 22 paradas e 3 corredores de ônibus. Estes localizados nas avenidas Assis Brasil, Baltazar de Oliveira Garcia e Joaquim Silveira.

A figura 1 ilustra a rede modelada. A via que se estende desde a aresta esquerda da figura até o vértice superior direito constitui a Avenida Assis Brasil, que liga à região central de Porto Alegre aos municípios da região metropolitana, respectivamente. A bifurcação vista na figura representa o Terminal Triângulo, e marca o início da Avenida Baltazar de Oliveira Garcia, que liga o centro de Porto Alegre ao município de Alvorada.



**Figura 1:** rede no módulo gráfico do DRACULA.

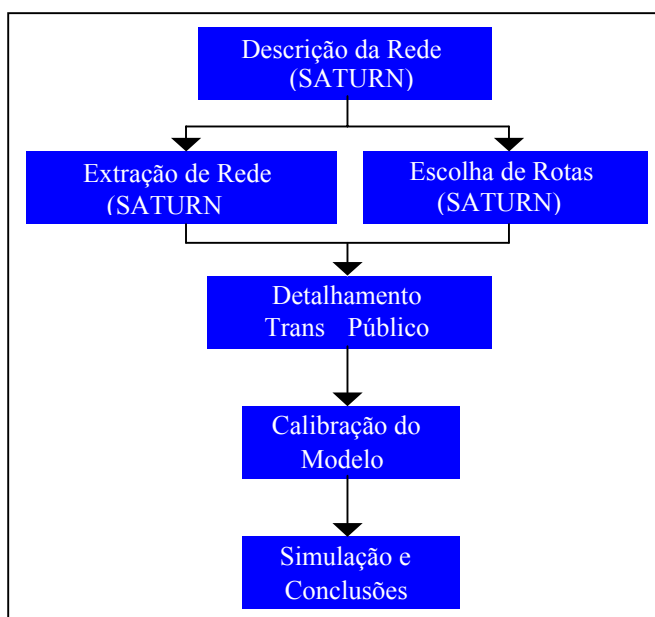
## 6 Objetivos do estudo de caso

Os objetivos do estudo de caso compreendem a avaliação do impacto gerado no tráfego pela implantação do terminal e possíveis modificações na circulação viária no entorno do terminal, bem como a identificação dos conflitos existentes nas interseções devido ao aumento de tráfego. Além disso, é prevista a simulação da circulação dos ônibus no interior do terminal.

## 7 Etapas do estudo

O estudo é composto por uma etapa onde a rede viária é modelada através do modelo SATURN e outra onde se utiliza o micro-simulador DRACULA.

A figura 2 ilustra as etapas da utilização conjunta entre os modelos SATURN e DRACULA.



**Figura 2:** etapas da utilização conjunta SATURN-DRACULA

Na primeira etapa, a rede de tráfego é codificada e as rotas são escolhidas. Estes dados são então exportados para o DRACULA.

A segunda etapa inclui a caracterização dos veículos que utilizarão a rede. No DRACULA esta caracterização é feita através da porcentagem de veículos de passeio, lotações e ônibus presentes na rede, diferentemente do SATURN, que representa fluxos na forma de UVPs.

Uma atividade importante é a codificação do transporte público no DRACULA. Nesta etapa, é feita a codificação das linhas de ônibus que trafegarão pela rede, a inserção das paradas de ônibus e a calibração do modelo de embarque e desembarque de passageiros e do tempo de parada.

O DRACULA faculta a utilização da mesma estrutura de dados das linhas de ônibus utilizada no SATURN. Porém, o modelo de embarque e desembarque de passageiros, o tempo de parada e as paradas de ônibus são desagregações particulares do modelo DRACULA.

O modelo de embarque e desembarque modela o volume de passageiros nas paradas e os atrasos gerados. A calibração destes modelos é feita a partir de dados coletados em campo.

As paradas de ônibus são descritas a partir de uma série de dados que as caracterizam quanto ao tipo, ao arco que as contém, à localização em relação a este, ao comprimento, à posição e à taxa média de chegada de passageiros nas paradas.

A etapa seguinte do estudo compreende a calibração do modelo construído. Esta etapa é constituída por uma série de ajustes nas características da rede e dos veículos, e pelo ajuste dos parâmetros microscópicos e dos *gaps* nas interseções prioritárias, com vistas a garantir o fluxo efetivo de veículos.

Concluída a etapa de calibração do modelo, será possível realizar-se uma análise minuciosa dos parâmetros de saída comumente estimados por simuladores de tráfego tais como fluxos, tamanho de filas, atrasos e velocidades, a fim de se verificar a operacionalidade do sistema viário e os prováveis pontos críticos existentes.

## 8 Considerações finais

Neste estudo, as vantagens da utilização do modelo microscópico DRACULA vão além das facilidades geradas pela sua utilização conjunta com o SATURN. A grande quantidade de linhas de ônibus e a necessidade de uma análise minuciosa das interações entre os veículos na rede constituem um cenário propício à modelagem através do modelo microscópico DRACULA.

O desempenho da rede modelada no DRACULA é significativamente afetado pelas linhas de transporte público que utilizarão o terminal, e, por esta razão, os dados referentes a elas devem ser obtidos com o máximo grau de

acurácia. Dados como itinerários, tempos de permanência nas paradas, número total de passageiros em situação de embarque e desembarque e a localização das paradas de ônibus, conferem ao modelo gerado uma representação mais aproximada da realidade.

Uma vez que o DRACULA é um modelo microscópico, o grau de detalhamento exigido para os dados de entrada é bem maior. Desta maneira, a coleta de dados é mais complexa e onerosa, se comparada à necessária aos modelos macroscópicos. Verifica-se, então, que uma maior estruturação com relação a organização da coleta é necessária, para que os resultados obtidos com modelo sejam confiáveis.

Cabe ressaltar ainda os devidos cuidados na modelagem conjunta entre os modelos SATURN e DRACULA, pois, se por um lado utilizam uma plataforma comum de dados, por outro, assumem algumas premissas diferentes na manipulação dos mesmos. Deste modo, é importante que os usuários conheçam o embasamento teórico que fundamenta os dois modelos.

### Referências bibliográficas

- ADEN, T. S. (1995). Variability studies using SATURN and DRACULA. Msc Thesis. Institute for Transportation Studies, University of Leeds. Leeds, England.
- ARAÚJO, D. R. C., CYBIS, H. B. B. (2002). Aplicação do simulador de tráfego DRACULA em Porto Alegre – Análise comparativa com o modelo SATURN. In: Congresso da ANPET, XXI, 2002, Natal. Anais... Natal: ANPET, 2002b. v. I, p. 341-352.
- LIU, R. (1994). DRACULA Microscopic Traffic Simulator. *ITS Working Paper 431*. Institute for Transportation Studies, University of Leeds.
- LIU, R. (2000). DRACULA Traffic Simulation Model – A User Guide. *Technical Note 407*. Institute for Transportation Studies, University of Leeds.
- LIU, R., SHEPHERD, S., SCCHMÖCKER, J. (2001). Results of micro-simulation applied to the simple network and to the Minicam network. Technical Report of DETR Project PPAD/9/84/30: Analysis of congested Networks – Annex C from Deliverable no 5/6. [on line] Disponível na Internet via WWW. URL: <http://www.dtf.gov.uk/itwp/economic/> Arquivo capturado em maio de 2002.
- TIMMS, P., WATLING, D., LIU, R. (1997). A Calibration manual for DRACULA. *ITS Working Paper 478*. Institute for Transportation Studies, University of Leeds. Leeds, England.
- VAN VLIET, D., HALL, M. (2000). *SATURN 10.1 – User Manual*. Leeds: Institute for Transport Studies, University of Leeds.