

# **SIMULAÇÃO DO ESCALONAMENTO DE HORÁRIO EM UM CAMPUS UNIVERSITÁRIO**

**Márcio Saueressig**

**Helena B.B.Cybis**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Laboratório de Sistemas de Transportes (LASTRAN)

## **RESUMO**

O artigo apresenta uma forma de mitigar o congestionamento provocado por viagens ao campus universitário da PUC-RS, através de uma medida de Gerenciamento da Demanda de Viagens. Mais especificamente, se testou a utilidade do escalonamento do horário de entrada dos alunos do turno da noite, utilizando-se um modelo de micro-simulação (TSIS/NETSIM). Foram simulados cenários de escalonamento de diferentes cursos agrupados por afinidade. Os indicadores testados na comparação entre os cenários foram a velocidade média e o tempo de atraso médio. A partir da simulação, obteve-se o cenário que mais benefícios trouxe a rede viária de entorno ao campus.

## **ABSTRACT**

The paper presents a way to minimize the traffic jam due to PUC-RS campus's trips, using a Travel Demand Management measure. More specifically, it's tested the utility of the staggering night shift student's entrance, using a computer simulation model (TSIS/NETSIM). It's simulated staggered class hours scenarios of different graduated courses grouped together by affinity. The indicators tested along the scenarios comparison were the mean speed and the mean delay time. From the simulation, it's obtained the scenario which yielded the most benefits to the campus's road network.

## **1. INTRODUÇÃO**

Nas áreas urbanas, o sistema de transporte se constitui numa rede de ligação entre bens e pessoas, proporcionando o desenvolvimento das atividades sociais e econômicas de nossa sociedade. Nas médias e grandes cidades, observa-se o aumento considerável dos problemas relacionados ao tráfego. O crescimento da frota de automóveis, a falta de qualidade do transporte público e a impossibilidade de aumentar a oferta viária através de obras podem ser consideradas como as principais causas do aumento dos congestionamentos de nossas cidades.

Devido aos altos custos das obras viárias e à crescente conscientização sobre o impacto do tráfego no meio ambiente, o tratamento do congestionamento através do aumento da oferta viária tem sido substituído por medidas de gerenciamento da demanda. Devido à sua natureza, estas medidas interferem nos hábitos das pessoas e normalmente não são bem aceitas pela população. É essencial, portanto, que projetos de gerenciamento de demanda sejam bem avaliados antes de sua implantação.

Diversas medidas de gerenciamento da demanda têm sido consideradas para redução do congestionamento nos horários de pico. Estas ações podem ser agrupadas entre, as que restringem o uso do automóvel através do controle físico e tarifário; as que procuram reduzir a demanda por automóveis através do incentivo ao uso de modais alternativos e ao uso mais racional do automóvel; e, finalmente, medidas que procuram dispersar o período de pico das viagens, que incluem ações como a semana comprimida, o horário flexível, o tele-trabalho e o horário escalonado. Este último grupo de medidas de gerenciamento da demanda procura diluir a demanda do período de pico, de forma a torná-la mais homogênea e menos concentrada. Parte da

demanda seria deslocada para fora do período de pico, ocupando, muitas vezes, uma oferta viária ociosa, obtendo-se assim, um uso mais racional da rede viária instalada. Essas medidas vêm sendo aplicadas, principalmente, para diminuir a concentração de viagens cujo principal motivo é o trabalho, entretanto, podem ser utilizadas para minimizar a concentração de viagens por outros motivos, como por exemplo, estudo. Campi universitários, por serem grandes pólos, atraem muitas viagens. Quando a rede viária no entorno de um campus serve de ligação também para outras zonas da cidade, podem surgir congestionamentos temporais, que causam transtornos generalizados para os diversos usuários, que se destinam ou não ao campus.

O trabalho não se propõe a avaliar um campus universitário como um pólo gerador de tráfego. A Universidade escolhida como estudo de caso já é uma instituição estabelecida há décadas, com uma demanda consolidada. Esse trabalho visa estudar o provável impacto da aplicação do escalonamento do horário de aula na rede viária adjacente a um campus universitário, tendo como estudo de caso a Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS).

## **2. GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE VIAGENS (GDV)**

O gerenciamento da demanda faz parte de um enfoque mais amplo de medidas que visam manipular os padrões de viagens de uma população. O conjunto de medidas nele inserido busca melhorar o sistema de transporte urbano, reduzindo a necessidade de pesados investimentos em oferta viária.

As medidas GDV ganharam destaque na década de 70, principalmente devido à crise do petróleo e às exigências dos programas de defesa ambiental americano (Mierzejewski, 1991). Para Fish (1980), os planejadores de transporte comprometem-se cada vez mais com abordagens equilibradas, visando uma utilização mais racional dos equipamentos existentes.

Após revisão bibliográfica, verificou-se que os diversos autores pesquisados agrupam as medidas de gerenciamento da demanda em três grandes estratégias. A primeira, que visa restringir o uso do automóvel através do controle físico e tarifário (cobrança viária, redução da oferta de vagas de estacionamento e restrição a circulação de automóveis) é discutida por Taylor et al (1997), Mierzejewski (1991) e por Rosenbloom (1978). A segunda estratégia, abordada por Fish (1980), Rosenbloom (1978), Mierzejewski (1991), Koppelman et al (1993) e Taylor et al (1997), busca restringir o uso do automóvel através do incentivo ao uso de modais alternativos e ao uso mais racional do automóvel (estacionamentos dissuasórios, modais não motorizados, transporte público, carona programada, faixas de alta ocupação e planejamento urbano). A terceira estratégia visa dispersar temporalmente a demanda do período de pico (horário escalonado e flexível, semana comprimida e tele-trabalho), sendo abordada por autores como Rosenbloom (1978), Taylor et al (1997), Koppelman et al (1993), Fish (1980), Mierzejewski (1991) e TMIP (1999).

A idéia de implementar medidas que dispersem o tráfego no período de pico visa, acima de tudo, aliviar o congestionamento durante períodos de concentração da demanda. A concentração de viagens, constituindo picos de demanda se dá, usualmente, em virtude da rigidez dos horários de entrada e saída dos trabalhadores em geral. Para Selinger (1977), as medidas de dispersão da demanda no período de pico são uma das abordagens mais promissoras no tratamento da

demanda de transporte, já que, geralmente, são mais eficientes, de rápida implementação, de maior aceitação popular, envolvendo benefícios sociais não relacionados ao transporte. Dentre as medidas desse tipo de estratégia, destacam-se: tele-trabalho, semana comprimida, horário flexível e escalonado de trabalho.

O tele-trabalho possibilita o desenvolvimento de atividades durante alguns dias da semana em casa ou em centros de trabalho próximos à residência (Stanek, 1995). Essa medida ainda carece de estudos comprovando os reais impactos sobre a distribuição de viagens do tele-trabalhador, pois é difícil estabelecer seu padrão de viagem (Mokhtarian et al, 1995). Segundo os autores, as distancias médias de viagem desse tipo de trabalhador são maiores e o numero total de viagens e as viagens por automóvel também. Entretanto, os deslocamentos adicionais seriam realizados no período fora do pico, aliviando o sistema viário.

A semana comprimida, normalmente objetiva concentrar as horas de trabalho em menos de cinco dias por semana ou em menos de 10 dias num período de duas semanas (Fish, 1980). Os efeitos no transporte dependem do tipo de esquema adotado pela empresa, mas tendem a reduzir, assim como o tele-trabalho, as viagens no período de pico.

O horário flexível permite que o trabalhador defina sua jornada dentre um conjunto de alternativas (Fish, 1980). O trabalhador escolhe o horário de início, devendo permanecer no serviço um número de horas pré-definido. O horário de saída dependerá da entrada. A consequência para o sistema viário, seria a redução de viagens no período de pico, normalmente associado ao horário de entrada pela manhã.

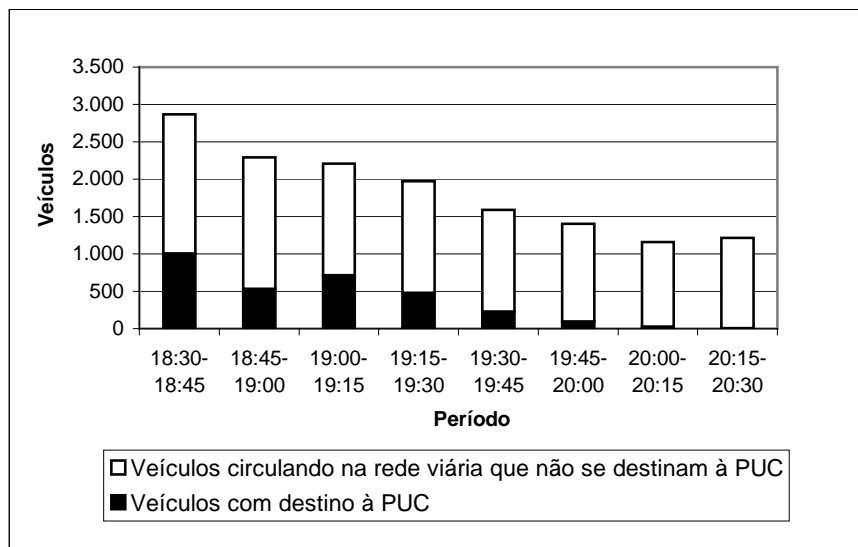
No horário escalonado a definição do período de trabalho é tarefa do empregador, que irá impor horários de entrada diferenciados por grupo de trabalhadores, evitando, com isso, a concentração de viagens. Para FTA (1992), a implantação dessa medida no centro de Honolulu, Havaí (EUA), resultou em reduções significativas no tempo de viagem durante o período de pico. As reduções no tempo de viagem foram de aproximadamente 18%, dependendo da rota, porém, houve ganhadores e perdedores sob essa medida. Os trabalhadores que tiveram seus horários de entrada antecipados reduziram seu tempo de viagem, em contrapartida, os que tiveram horários postergados, passaram a viajar dentro do novo período de pico.

### **3. ESTUDO DE CASO**

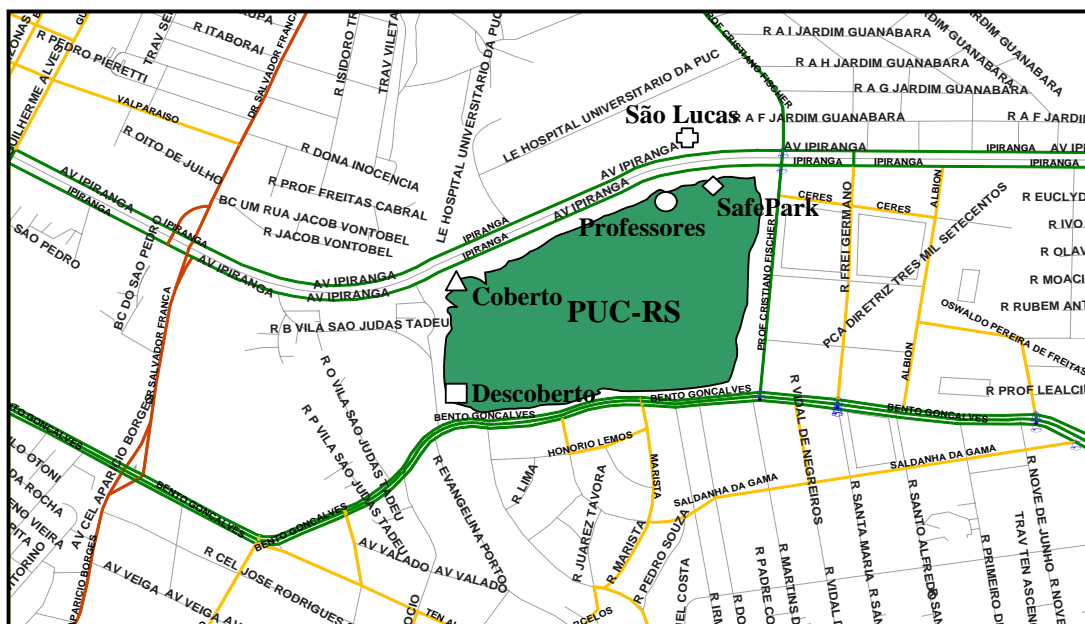
Este artigo apresenta um estudo de caso que avalia a possibilidade de implantação do escalonamento dos horários das aulas do turno noturno da Pontifícia Universidade Católica de Porto Alegre (PUC-RS). Como delimitação do trabalho, a demanda de alunos por ônibus foi mantida fixa, desconsiderando-se o possível efeito da modificação dos horários de entrada sobre as frequências das linhas de ônibus que passam pelas entradas do campus. A única e principal preocupação foi a variação da demanda por automóveis, já que esse meio de transporte causa maior impacto sobre o sistema viário, do ponto de vista da sua taxa de ocupação.

A PUC-RS, situada a leste de Porto Alegre, é limitada por duas vias arteriais que constituem as principais alternativas de acesso para alunos, professores e funcionários. A rede viária no entorno do campus, composta pelas avenidas Ipiranga e Bento Gonçalves (arteriais) e pelas avenidas

Cristiano Fischer e Salvador França (coletoras), bem como pela rua Marista, que liga a região Sul ao campus, e a via de acesso ao estacionamento Descoberto, entre as avenidas Ipiranga e Bento Gonçalves, tem seu pico de demanda entre 18:30 e 19:30 horas (Figura 1). O turno noturno, que apresenta o maior pico de demanda, concentra um grande número de alunos, usuários de automóveis, que se destinam aos quatro estacionamentos disponíveis do campus: Descoberto, Coberto, SafePark e São Lucas (Figura 2). Neste período de pico, a rede viária fica congestionada e os estacionamentos mais demandados têm sua capacidade rapidamente esgotada, formando-se filas por falta de vagas. Estas filas interferem no tráfego de passagem, gerando transtornos aos alunos e outros usuários do sistema viário.



**Figura 1:** N° de veículos trafegando na rede viária do entorno do campus entre 18:30 e 20:30



**Figura 2:** Mapa da rede viária de entorno ao campus da PUC-RS com seus estacionamentos

### 3.1. Metodologia para análise

Como proposta para solucionar o problema do pico de chegadas ao campus, entre 18:30-18:45, foram consideradas medidas de escalonamento do horário de entrada dos alunos. Através do modelo de micro-simulação TSIS/NETSIM (FHA, 1999), foram testados diversos cenários. A análise foi realizada através de dois indicadores de desempenho: o tempo de atraso médio e a velocidade média.

O período de análise foi delimitado entre 18:30h e 20:30h, permitindo que os cenários de escalonamento fossem testados dentro do intervalo de 19:00 e 20:00. Isso foi determinado, pois permitiria escalonar os horários de entrada dos alunos e simular o impacto que isso teria em até 30 minutos antes das 19:00 e depois das 20:00, ou seja, dentro do intervalo de análise.

Para possibilitar a criação dos cenários, agruparam-se os cursos em cinco grandes grupos: FACE, DIREITO, ENGENHARIAS, C.SOCIAL e DEMAIS. O primeiro, envolve os alunos dos cursos das Faculdades de Administração, Economia e Ciências Contábeis, o segundo, da Faculdade de Direito, o terceiro das Faculdades de Engenharia (Civil, Mecatrônica, Química, Elétrica, Eletrônica e Aeronáutica), o quarto das Faculdades de Comunicação Social (Jornalismo, Publicidade/Propaganda, Relações Públicas). O último grupo seria formado por todas as demais Faculdades da PUC-RS, que na época do estudo tinha 23 cursos de graduação. Os cursos foram assim agrupados por sugestão da Reitoria, segundo critério de afinidade entre disciplinas comuns.

### 3.3. Coleta de dados

Os dados exigidos pelo modelo foram divididos em: dados preliminares, dados necessários para construção do modelo e dados sobre preferências e hábitos dos alunos, obtidos através de questionário aplicado com os alunos da PUC-RS. Para representar a demanda por viagens na rede modelada, foram construídas duas matrizes: matriz de veículos de passagem, quantificando as viagens que não se destinavam ao campus, e matriz de veículos de alunos, quantificando as viagens somente por automóvel dos alunos que se destinavam aos estacionamento do campus. Cabe ressaltar, que a demanda por viagens de ônibus foi considerada fixa, pois interessavam somente as viagens de alunos por automóvel.

O levantamento dos dados preliminares foi realizado com o objetivo de conhecer a distribuição de alunos por grupo de cursos, estimar o tamanho da amostra para as entrevistas e o fator de expansão amostral de cada grupo de cursos (Tabela 1). Para isso, foi necessário obter dados de distribuição modal dos alunos do campus. Esses dados foram obtidos junto a Empresa Carris S.A, para o planejamento operacional das suas linhas de ônibus que circulam no entorno do campus (Tabela 2).

**Tabela 1:** População média de cada grupo de cursos e seu fator de expansão

Grupos	FACE	DIREITO	ENGE.	C.SOCIAL	DEMAIS	TOTAL
População Média(a)	3.411	2.190	1.722	745	1.967	10.036
Alunos de automóvel(b)	1.061	681	536	232	612	3.121
Alunos Entrevistados (c)	243	173	107	81	147	751
Fator de Expansão (b/c)	4,37	3,94	5,01	2,86	4,16	4,16

**Tabela 2:** Pesquisa de divisão modal na PUC-RS

<u>Divisão modal</u>	<u>%</u>
Dirigindo automóvel	31,10
Carona	1,70
Lotação	0,50
Ônibus	64,62
Integração ônibus/trem	0,03
A pé e bicicleta	2,05
Total	100,00

Os dados necessários para construção do modelo foram obtidos a partir de pesquisas de campo e banco de dados existente na EPTC (Empresa Pública de Transporte e Circulação de Porto Alegre). Os dados coletados em campo incluíram a geometria viária (número de faixas, distâncias entre paradas de ônibus, posições dessas paradas em relação à interseção, largura das faixas e localização dos estacionamentos), os tempos médios de permanência dos ônibus nas paradas e a contagem classificada de veículos para determinar a matriz de viagens dos automóveis que passam pela PUC-RS.

A pesquisa para levantamento dos tempos médios de permanência dos ônibus nas paradas foi realizada em junho de 2000, antes do final do primeiro semestre. Os dados foram coletados nas duas principais paradas da PUC-RS, na Av.Ipiranga, em ambos os sentidos (Centro-Bairro e Bairro-Centro). A contagem classificada de veículos, para a elaboração da matriz dos veículos de passagem foi realizada em julho de 2000 por corresponder ao período de férias dos alunos. Utilizou-se um intervalo de contagem de 15 minutos que também foi empregado no escalonamento, simplificando a acumulação das estatísticas geradas pelo modelo. Como a quantidade de motos e caminhões foi insignificante, desconsideraram-se esses dois tipos de veículos na construção da matriz de veículos de passagem. Os dados geométricos não coletados em campo foram obtidos a partir de um banco de dados geo-referenciados do sistema viário de Porto Alegre, construído a partir do software MAPTITUDE (Caliper, 1995). O modelo exigiu ainda o levantamento da frequência dos ônibus, das coordenadas das interseções da rede modelada e da programação semaforica.

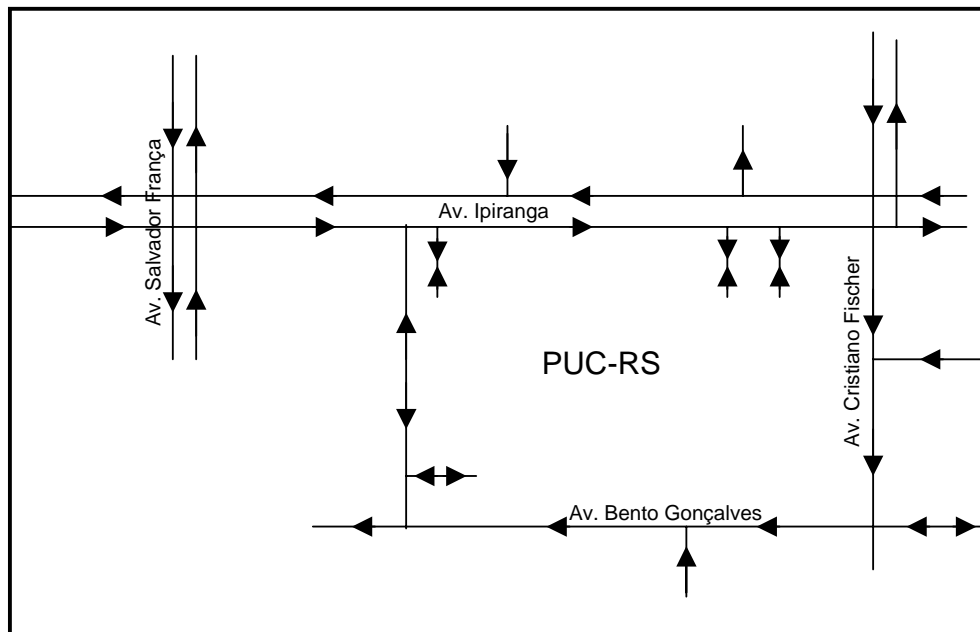
A partir da aplicação do questionário junto aos alunos da PUC-RS foram obtidos os dados de origem e destino dos alunos por grupo, seus horários de chegada e a aceitação dos mesmos pelo escalonamento do horário de entrada, através da escolha de intervalos de chegada. As origens foram representadas pelas principais aproximações de chegada ao campus, enquanto que os destinos foram definidos como sendo os quatro estacionamentos para alunos. Obtiveram-se também os horários usuais de chegada dos alunos aos estacionamentos. Estes dados permitiram a construção da matriz das viagens dos alunos ao campus. Essa matriz, somada à anterior, gerou a matriz total de viagens que circula pela rede viária no entorno da PUC-RS. A partir da matriz de viagens dos alunos e das suas escolhas por horários alternativos para início das aulas, foi possível criar os diversos cenários.

O tamanho mínimo da amostra foi definido em 270 entrevistas, com um nível de significância de 95% e um erro amostral de 1%, considerando-se os três dias típicos de pesquisa. Na prática, porém, foram realizadas 751 entrevistas para se obter um número significativo de entrevistas ao longo de todo o período de análise (18:30-20:30). Dessa forma, o erro da amostra baixou de 1% para 0,06%. Cabe ressaltar, que a média de alunos que utilizavam automóvel diariamente era 3.410 alunos, com desvio padrão 285. Dessa forma, foram entrevistados cerca de 22% do total de alunos que utilizavam os quatro estacionamentos do campus. O fator de expansão utilizado para a construção da matriz de viagens de alunos está apresentado na Tabela 1.

### 3.4. Construção e calibração do modelo

A rede modelada foi composta pelas principais vias arteriais e coletoras que formam a malha viária no entorno do campus e seus estacionamentos: Av. Ipiranga e Av. Bento Gonçalves (arteriais), e Av. Cristiano Fischer e Av. Salvador França (coletoras). Foram modeladas também, a via de acesso ao estacionamento Descoberto, a rua Marista e uma via, representando as viagens dentro do Bairro, à Leste, e que entram na Av. Cristiano Fischer. A Figura 3 apresenta um esquema da rede modelada. A codificação do modelo obedeceu a seguinte seqüência: coordenadas das interseções; geometria viária; tempos semafóricos; dados sobre os ônibus; fluxo de entrada e saída na rede, percentuais de conversão nas interseções; e representação da entrada/saída dos estacionamentos.

O modelo trata cada entrada de dados através de registros. Os registros que representavam a demanda dos veículos, automóveis e ônibus, variavam ao longo do tempo simulado. A construção do cenário de referência serviu de base para a construção dos demais cenários. Como o escalonamento de horário visa uma alteração da demanda e não da oferta, apenas os registros relativos à demanda foram modificados nos diversos horários.



**Figura 3:** Representação esquemática da rede modelada

O processo de calibração foi responsável pelo ajuste de diversos detalhes no cenário de referência. Como o modelo utilizado não permitia a representação direta dos fenômenos de formação de filas na entrada dos estacionamentos, foram utilizados artifícios, através de recursos do próprio modelo. A formação de filas na entrada dos estacionamentos do campus ocorria por dois motivos: pagamento ou retirada do tíquete na entrada, e à falta de vagas em dois estacionamentos (Descoberto e Coberto). O período de permanência dos veículos na fila, em virtude da falta de vagas, foi calibrado através de pesquisas de campo adicionais. O tempo que os veículos levavam para entrar em condições normais nos estacionamentos foi representado através de um semáforo. O tempo devido à falta de vagas foi representado através de um artifício permitido pelo modelo: bloqueio das faixas de acesso aos estacionamentos durante um intervalo definido. A duração deste período foi baseada no tempo médio de permanência dos veículos em fila, e foi ajustado em sucessivos testes.

### 3.5. Geração dos cenários para teste

A partir do cenário de referência, foram construídos os demais cenários que simulariam o escalonamento dos horários das aulas. Para isso, foram considerados dois princípios: cenários escolhidos pelos alunos através das entrevistas, denominados de cenários do tipo 2; e cenários concebidos com o objetivo de minimizar o congestionamento do sistema viário adjacente ao campus, denominados de cenários do tipo 3. Os cenários do tipo 2, foram concebidos a partir dos resultados das entrevistas (Tabela 3).

**Tabela 3:** Escolha dos horários de entrada dos alunos da PUC-RS

Cursos	Horários Escalonados				
	19:00-22:15	19:15-22:30	19:30-22:45	19:45-23:00	20:00-23:15
Comunicação Social	11%	12%	42%	22%	12%
Demais	22%	17%	53%	3%	5%
Direito	19%	15%	48%	11%	7%
Engenharias	29%	8%	49%	8%	6%
FACE	21%	16%	51%	7%	5%

Com base na Tabela 3, percebe-se que os alunos da PUC-RS preferem permanecer com o atual horário de entrada e saída de aula (19:30-22:45). Portanto, resolveu-se testar o escalonamento do horário de entrada, a partir da segunda preferência dos alunos, para cada um dos grupos, determinando-se o seguinte horário (Tabela 4).

**Tabela 4:** Novos horários de entrada dos alunos da PUC-RS

Cenários	Grupo com horário alterado	Novo Horário de Entrada
Cenário 2.1	C.SOCIAL	19:45-23:00
Cenário 2.2	DEMAIS	19:00-22:15
Cenário 2.3	DIREITO	19:00-22:15
Cenário 2.4	ENGE	19:00-22:15
Cenário 2.5	FACE	19:00-22:15

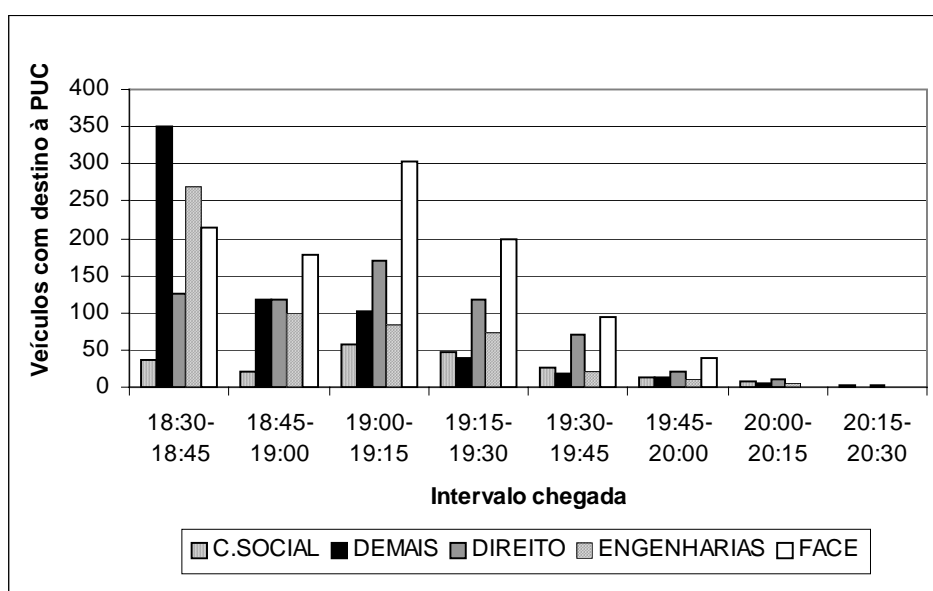
Os cenários do tipo 3 foram concebidos segundo percepção de que a entrada dos alunos deveria ser postergada para além das 19:30h. Com base no gráfico de pico de veículos de alunos por



intervalo de chegada ao campus (Figura 4), determinaram-se os grupos com maior número de chegadas dentro do período crítico (18:30-19:30). Estas informações foram utilizadas na priorização de grupos para concepção dos cenários do tipo 3. Os cenários criados são apresentados abaixo (Tabela 5). Eles tiveram o horário de entrada postergado em 15min. Foi também criado um cenário que escalonou os alunos de todos os grupos para as 20:00h. Esse cenário foi denominado do tipo 1 ou drástico, pois segundo a Reitoria da PUC-RS dificilmente seria aceito pelo corpo docente e discente.

**Tabela 5: Novos horários de entrada dos alunos da PUC-RS**

Cenários	Grupo com horário alterado	Novo horário de entrada/saída
3.1	Todos os grupos	19:45-23:00
3.2	FACE, ENGENHARIAS, DIREITO E C.SOCIAL	19:45-23:00
3.3	DIREITO E FACE	19:45-23:00
3.4	DEMAIS	19:45-23:00



**Figura 4:** Intervalos atuais de chegada dos alunos ao campus

Além desses cenários, outros foram criados. Percebeu-se que o cenário atual era afetado pela falta de vagas nos estacionamentos Coberto e Descoberto, gerando filas que se expandiam até as avenidas Ipiranga e Bento Gonçalves. Dessa forma, concebeu-se um cenário que considerasse solucionado tal problema, denominado de cenário 4 ou sem restrições de estacionamento. Foi concebido também um cenário que combinava a solução da falta de vagas nos estacionamentos com o escalonamento do cenário 3.2 (cenário que apresentou a melhor performance dentre os cenários do tipo 2 e 3). Esse cenário foi denominado de 3.24. O último cenário concebido foi o que testou a rede viária em período de férias dos alunos, denominado cenário sem aulas, permitindo identificar o máximo benefício que a rede poderia obter.

### 3.6. Teste e análise dos resultados

Conforme mencionado anteriormente, a análise dos resultados foi baseada em dois indicadores: velocidade média e tempo de atraso médio (Tabela 6).

**Tabela 6:** Resultados Gerais da Rede Viária de entorno ao campus da PUC-RS

Cenários	Atraso médio (s/veic/viagem)	Velocidade média (Km/h)	Variação	
			Atraso médio	Velocidade média
Referência	92,40	30,90		
1	84,00	32,37	-9%	5%
2.1	94,20	30,41	2%	-2%
2.2	106,20	28,61	15%	-7%
2.3	139,20	24,36	51%	-21%
2.4	127,80	25,83	38%	-16%
2.5	117,60	26,98	27%	-13%
3.1	78,60	33,35	-15%	8%
3.2	72,00	34,66	-22%	12%
3.3	76,20	33,68	-18%	9%
3.4	111,60	27,96	21%	-10%
4	74,40	34,34	-19%	11%
3.24	57,60	38,10	-38%	23%
s/aula	49,80	41,20	-46%	33%

A partir da análise dos resultados constatou-se que o cenário 3.2 obteve os melhores resultados dentre as alternativas que aplicaram somente o escalonamento de horário das aulas (redução de 22% no tempo de atraso médio e aumento de 12% na velocidade média da rede). Entretanto, a combinação desta política de escalonamento com uma ação que solucionasse a falta de vagas nos estacionamentos (Cenário 3.24) foi ainda mais benéfica (redução de 38% no tempo de atraso médio e aumento de 23% na velocidade média da rede modelada).

Conforme esperado, os cenários concebidos a partir das escolhas dos alunos (tipo 2), à exceção do cenário 2.1, pioraram o desempenho da rede. Isso ocorreu porque, de maneira geral, os alunos preferiram antecipar o início das aulas, coincidindo com o período de pico.

Já o cenário drástico (cenário 1), obteve bons resultados, dentre as alternativas que escalonaram para mais tarde o início das aulas, porém abaixo das expectativas. Foi observado que seria possível obter resultados significativos apenas solucionando-se o problema da falta de vagas de estacionamento (cenário 4), atingindo-se uma redução de 19% no tempo de atraso médio e um aumento de 11% na velocidade média da rede.

O melhor desempenho possível da rede (cenário sem aula) apresentou redução de 46% no tempo de atraso médio e aumento de 33% na velocidade média da rede viária em relação ao cenário de referência.

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho apresenta uma avaliação dos prováveis impactos de uma política de escalonamento de horário sobre a demanda das principais vias de acesso ao campus da PUC-RS na cidade de

Porto Alegre. Esta política tem por objetivo diluir a demanda de tráfego, reduzindo seus picos e tornando-a mais uniforme, sendo parte de um conjunto de medidas integrante da estratégia de gerenciamento da demanda de viagens. Neste trabalho foi utilizado um modelo de micro-simulação (TSIS/NETSIM), comparando a situação da rede de tráfego no ano 2000 com diversos cenários. Estes cenários foram criados levando em consideração: as preferências dos alunos por horários alternativos de início de aula; e a busca pela minimização do congestionamento no sistema viário adjacente ao campus.

Os cenários gerados segundo a escolha dos alunos, que em sua maioria preferiram antecipar o início das aulas, pioraram o desempenho da rede viária, em relação ao cenário de referência. Já as alternativas geradas com base na análise prévia da demanda, e que postergaram o início das aulas, tiveram um desempenho melhor do que o cenário de referência. O cenário que considerou solucionado apenas o problema da falta de vagas em dois dos quatro estacionamentos, obteve um desempenho satisfatório quando comparado ao cenário de referência. Foi observado também que seria possível obter benefícios significativos através da combinação entre política de escalonamento e uma ação que solucionasse o problema da falta de vagas de estacionamento. O cenário 3.24, em relação ao cenário de referência, conseguiu reduzir em 38% o tempo de atraso médio e aumentar em 23% a velocidade média. Mesmo quando comparado às condições de melhor funcionamento da rede (cenário sem aula) seu desempenho se mostrou satisfatório.

A abordagem sistemática utilizada neste estudo permitiu uma melhor compreensão do problema e possibilitou a identificação de soluções alternativas. O modelo de simulação se constituiu numa boa ferramenta de teste para os diferentes cenários, fornecendo subsídios sólidos para a solução do problema.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caliper (1995) *Maptitude Geographic Information System for Windows*. User's Guide, 493p, EUA
- Federal Highway Administration (1999) *Traffic Software Integrated System (TSIS)*, User's Guide. Version 4.3
- Fish, P.F. (1980) Alternative Work Schedules: Impacts on Transportation. *Transportation Research Board*, v.73, nov. 1980.
- FTA – Federal Transit Administration (1992) Variable Work Hours. United States Department of Transportation . TDM Status Report. <http://www.fta.dot.gov/>
- Koppelman, F.S.; R.Bhat, C.; L.Schofer, J. (1993) Market Research Evaluation Of Actions To Reduce Suburban Traffic Congestion: Commuter Travel Behavior And Response To Demand Reduction Actions. *Transportation Research –A*, v.27A, n.5, p.383 – 393.
- Mierzejewski, E.A. (1991) Transportation-Demand Management For Quality Development. *Journal of Urban Planning and Development – ASCE*, v.117, n.3, p.77 – 84.
- Mokhtarian, P.L.; S.L. Handy; I. Salomon (1995) Methodological Issues in the Estimation of the Travel, Energy and Air Quality Impacts of Telecommuting. *Transportation Research – A*, v.29A, n.4, p.283 – 302.
- Rosenbloom, S. (1978) Peak-Period Congestion: A State-Of-The-Art Analysis And Evaluation Of Effective Solutions. *Transportation*, v.7, p.167 – 191.
- Selinger, C. S. (1977) Managing Transportation Demand by Alternative Work Schedule Techniques. *Transportation Research Board*, Special Report 172 on Transportation System Management, p.67 – 72.
- Stanek, D.M. (1995) Modeling Perceptions and Preference of Home-based and Center-based Telecommuting, University of California, Davis, <http://www.engr.ucdavis.edu/~its/telecom/r11>.
- Taylor, C.J.; L.K. Nozick; A.H. Meyburg (1997) Selection and Evaluation of Travel Demand Management Measures. *Transportation Research Record*, v.1598, p. 49 – 69.
- TMIP (1999) Time-of-Day Modeling Procedures: State-of-the-Practice, State-of-the-Art. <http://www.bts.gov/tmip/papers/triptabl/Time-Day/toc.htm>