

ESTUDO DA SUPERPOPULAÇÃO DE VEÍCULOS NA FACAMP

FREDERICO DE MELO TEIXEIRA SPENGLER*, SÉRGIO LUIZ
WAITMAN FILHO & THIAGO SANTANA LEAL

Faculdade de Engenharia Mecânica – FEM – Unicamp

*e-mail do autor correspondente: spengler@gmail.com

RESUMO: A excessiva frota de veículos no campus universitário (devido em parte pelo alto número de veículos com apenas um ocupante) gera desconforto, aumenta os gastos relativos ao deslocamento de todos que frequentam o campus e tem impactos ambientais consideráveis. No presente artigo analisamos a situação atual da frota de veículos acessando a Facamp e criamos dois cenários hipotéticos para aumentar o número de ocupantes por veículo. Quantificamos o consumo de combustível, as emissões de gases poluentes, a área necessária para estacionamentos e o tempo perdido em congestionamentos; chegando a uma redução de quase 60% nas emissões e consumo de combustível em nosso cenário mais otimista. O espaço liberado seria suficiente para 3 quadras de tênis e cada pessoa deixaria de passar quase 10 minutos diários em congestionamento. Discute-se que esse problema já foi identificado por instituições nos EUA e Europa, e que medidas severas levaram à melhora da qualidade de vida em seus campi. Essas medidas incluem incentivo ao sistema de caronas, uso de bicicletas e vans, distribuição de bônus em dinheiro e políticas rígidas de controle da entrada de veículos.

PALAVRAS-CHAVE: Congestionamento, poluentes, stress, desenvolvimento sustentável, eco-responsabilidade.

STUDY OF THE VEHICLE SUPER-POPULATION AT FACAMP

ABSTRACT: Excessive fleet of vehicles on campus (due in part by the high number of vehicles with only one occupant) produces discomfort, increased expenses related to the displacement of all who attend the campus and has considerable environmental impacts. In this paper we analyze the current situation of the fleet of vehicles accessing the Facamp and created two hypothetical scenarios to increase the number of occupants per vehicle. We quantify fuel consumption, emissions of greenhouse gases, the area needed for parking and the time lost in congestion, reaching a nearly 60% reduction in emissions and fuel consumption in our most optimistic scenario. The freed space would be enough for 3 tennis courts and let each person spending almost 10 minutes daily in congestion. It is argued that this problem has already been identified by institutions in the U.S. and Europe, and that severe measures led to improved quality of life on their campuses. These measures include encouraging carpooling, use of bicycles and vans, distributing cash bonuses and strict policies to control the entry of vehicles.

KEYWORDS: Traffic jam, pollutants, stress, sustainability, eco-responsibility.

INTRODUÇÃO

Todos os dias pode-se observar um grande fluxo de veículos de estudantes da FACAMP que passam pelo campus da Unicamp, Campinas, SP no horário de início das atividades no período da manhã. O número de veículos é grande ao ponto de gerar congestionamentos,

perturbando o tráfego na região e gerando desconforto não só aos alunos da FACAMP mas também à população da Unicamp. Nota-se ainda que a grande maioria desses veículos é ocupada apenas pelo condutor. Esta situação foi igualmente identificada em outras instituições de ensino superior no Brasil (FUMEC, 2012) e

principalmente nos Estados Unidos, outro país fortemente dependente de uma frota veicular (UNIVERSITY OF YORK, 2006). Pelo exemplo destas instituições vemos que é possível implementar políticas de transportes e estacionamento no campus de forma a aumentar o número de ocupantes por veículo e consequentemente reduzir o número de veículos acessando a faculdade. Isto resulta em uma redução na emissão de poluentes, economia de combustível, economia do espaço reservado para estacionamentos e possivelmente a eliminação dos congestionamentos e desconfortos associados, além de outras vantagens.

O presente artigo quantifica as reduções em emissão de poluentes, consumo de combustível, tempo de deslocamento e espaço dedicado a bolsões de estacionamento em função da redução da frota de veículos acessando diariamente a FACAMP. Analisamos ainda qualitativamente o estresse e a poluição sonora associados a esta superpopulação de veículos atualmente observada.

Como proposta para futuros projetos direcionados a atacar o problema quantificado

neste artigo, apresentaremos o resultado do estudo de uma situação semelhante na Princeton University, bem como projetos e políticas implementadas por outras instituições (FUMEC, University of York, University of New England) para a resolução deste problema.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a concretização deste estudo foi necessário realizar um trabalho de campo para levantar informações sobre a frota de veículos utilizada pela população da FACAMP, em Campinas, SP para se deslocar até a faculdade. Acompanhou-se o fluxo de veículos na entrada da FACAMP durante os 5 dias úteis da semana do 11 ao 15 de junho de 2012, das 07h30 às 08h10, levantando a frequência de veículos de acordo com o número de ocupantes (de 1 a 5). Os resultados obtidos se encontram na Tabela 1. Em média, foi observado um afluxo de 344 pessoas acessando o campus da FACAMP em cerca de 209 veículos.

Tabela 1 - Frequência de veículos por número de ocupantes observada no período de pico da manhã acessando o campus da Facamp (Campinas, SP).

Nº. de ocupantes	11-jun		12-jun		13-jun		14-jun		15-jun		MÉDIA	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1	132	55,7	126	54,1	111	57,8	127	56,2	93	59,6	117,8	56,4
2	72	30,4	67	28,7	59	30,7	63	27,9	35	22,4	59,2	28,3
3	22	9,3	27	11,6	19	9,9	27	11,9	15	9,6	22	10,5
4	7	2,9	10	4,3	3	1,5	7	3,1	9	5,8	7,2	3,4
5	4	1,7	3	1,3	0	0,0	2	0,9	4	2,5	2,6	1,2
TOTAL	237		233		192		226		156		208,8	

Após o levantamento da frequência de veículos, definimos quatro indicadores para quantificar a situação atual e poder compará-la com diferentes cenários hipotéticos futuros. São eles: Consumo de combustível *per capita*; Emissões de NMHC, CO, NO_x e CO₂ *per capita*; Área necessária para bolsões de estacionamento; e Tempo gasto em congestionamento.

O consumo de combustível de um veículo varia consideravelmente de acordo com seu peso e parâmetros do motor. Durante as observações na FACAMP foi constatada uma grande variedade de marcas e modelos cobrindo várias categorias, portanto foi utilizado para os cálculos a média aritmética dentre todas as entradas das categorias sub-compactos, compactos, médios e grandes das Tabelas de consumo e eficiência energética divulgadas pelo INMETRO (2012). Visto que atualmente mais de 70% da frota dos carros flex utilizam a gasolina como combustível (ROTAENERGIA, 2012), utilizamos para fins de simplificação, somente os valores de consumo para gasolina, cuja média é então de **10,85 km/L** ou **9,22 L/100km**. Para definir o consumo de combustível *per capita*, basta então dividir este valor pelo bom número de ocupantes do veículo.

Para a obtenção de dados representativos da emissão de poluentes foram selecionados três veículos de cada uma das categorias previamente mencionadas. Seus níveis de emissões foram consultados no sistema digital de consulta de emissões de veículos novos brasileiros do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e de

Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 2012). Assim, pudemos estimar a emissão média (em g/km) de hidrocarbonetos não metano (NMHC), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x) e dióxido de carbono (CO₂), como visto na Tabela 2.

Tabela 2 - Emissões médias de carros brasileiros (valores em g/km) (IBAMA, 2012).

Sub-compactos	NMHC	CO	NO_x	CO₂
Fiat 500 Cult 1.4 8V	0,027	0,525	0,040	66,200
Ford KA 1.0 8V	0,027	0,227	0,041	68,943
Renault Clio 1.0 16V	0,040	0,210	0,080	67,943
	0,031	0,321	0,054	67,695
Compactos				
Honda Fit 1.5 16V	0,038	0,165	0,039	70,123
Peugeot 207 HB XS 1.4 8V	0,040	0,509	0,020	77,165
Volkswagen Gol 1.0 8V	0,031	0,210	0,080	70,901
	0,036	0,295	0,046	72,730
Médios				
Ford Fiesta 1.6 16V	0,035	0,383	0,015	65,963
Honda City 1.5 16V	0,033	0,192	0,015	67,132
Volkswagen Voyage 1.6 8V	0,033	0,770	0,050	67,568
	0,034	0,448	0,027	66,888
Grandes				
Ford Fusion 2.5 16V	0,018	0,175	0,009	103,196
Renault Megane GT 1.6 16V	0,000	1,100	0,080	92,685
Toyota Corolla XLI 1.6 16V	0,032	0,162	0,021	74,276
	0,017	0,479	0,037	90,052
Média	0,030	0,386	0,041	74,341

Para o cálculo do espaço necessário para bolsões de estacionamento (para fins de simplificação, foi desconsiderado o

estacionamento nas vias), foram utilizados os parâmetros otimizados divulgados pela BRASILPARK (2012) baseados em estudos da Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo (CET). Tais parâmetros – ilustrados na Figura 1 – indicam que a área necessária para um veículo é de **18,4 m²**, sendo esta ainda uma medida conservadora, pois desconsidera espaços verdes comumente presentes em estacionamentos para diminuir seu impacto no ambiente onde estão inseridos.

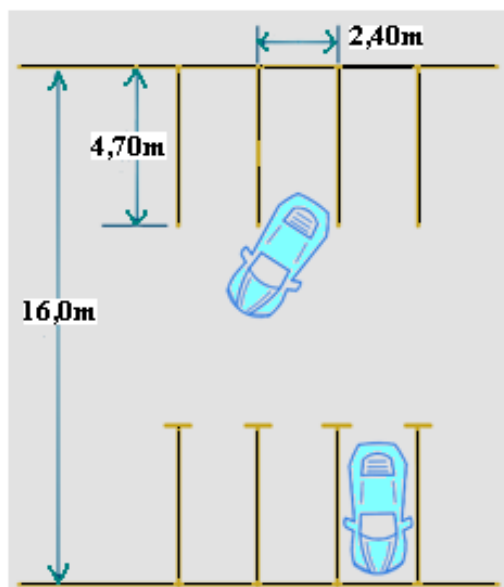


Figura 1 - Parâmetros de espaço para bolsões de estacionamento

A posse desses dados permite que seja estudada a situação e que diferentes cenários possam ser elaborados a fim de explicitar a melhoria que poderia ser obtida em termos de consumo de combustível, emissão de poluentes, espaço para estacionamentos e tempo perdido no congestionamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observando os dados coletados na entrada da FACAMP durante o período de uma

semana notamos a grande preponderância (**84,77%**) de veículos com menos de 2 ocupantes, validando a hipótese inicial do estudo. Através destas observações e dos valores médios de consumo de combustível e emissão de poluentes, podemos estimar o consumo médio de combustível *per capita* e a emissão média de CO₂, CO, NO_x e NMHC *per capita*, como dados na Tabela 3.

Tabela 3 - Consumo de combustível e emissões médias *per capita* dos alunos da Facamp

Consumo de combustível: 5,59 L/100km
Emissão de CO: 0,2343 g/km
Emissão de CO ₂ : 45,12 g/km
Emissão de NO _x : 0,0249 g/km
Emissão de NMHC: 0,0182 g/km

Para estudar as melhorias que poderiam ser obtidas com um aumento do número de ocupantes por veículo e a consequente redução do número de veículos, foram traçados dois cenários hipotéticos. No cenário 1, mais realista, é suposto que os atuais condutores consigam se organizar em duplas ou trios para partilhar o trajeto até a faculdade, diminuindo assim o número de veículos de 1 ocupante e aumentando a frequência de veículos com 2 e 3 ocupantes. Já no cenário 2, é suposto que um projeto de conscientização e incentivo a um sistema de caronas seja posto em prática e que com isso consiga-se que os atuais condutores se organizem em grupos maiores, de 4 ou 5 pessoas para compartilhar o trajeto. Definimos assim um cenário a curto prazo (cenário 1) e um cenário a longo prazo (cenário 2).

As frequências hipotéticas de veículos por número de ocupantes foram definidas em valores absolutos através da redistribuição do número total médio de 344 pessoas por dia acessando atualmente a FACAMP por meio de veículos. As proporções estão ilustradas em base percentual na Figura 2.

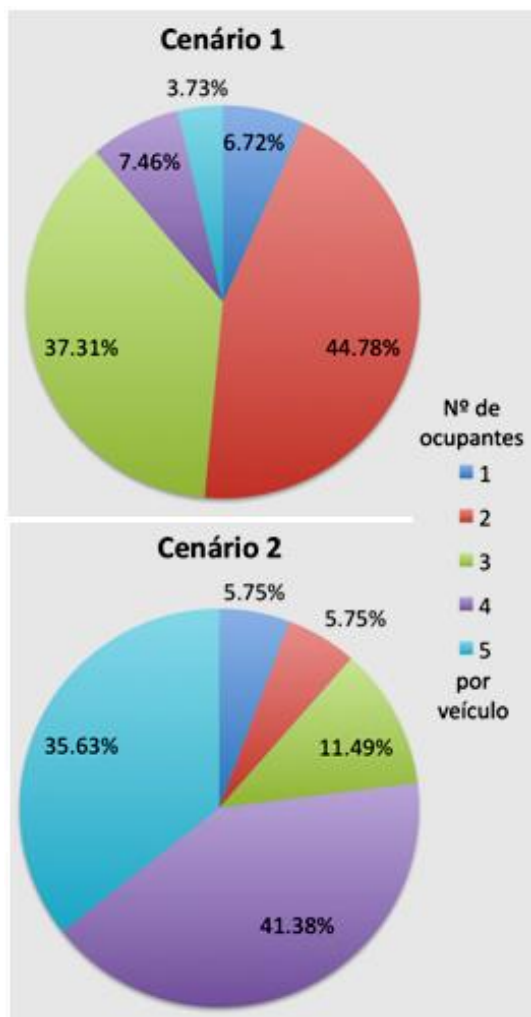


Figura 2 - Proporções de veículos por nº de ocupantes nos dois cenários hipotéticos

Comparando os indicadores definidos anteriormente na situação atual e nos cenários hipotéticos 1 e 2, observamos uma redução de **35,82%** de emissões poluentes e de consumo de combustível no cenário 1, e uma redução ainda

mais drástica de **58,33%** para o cenário 2, como mostrado na Figura 3.

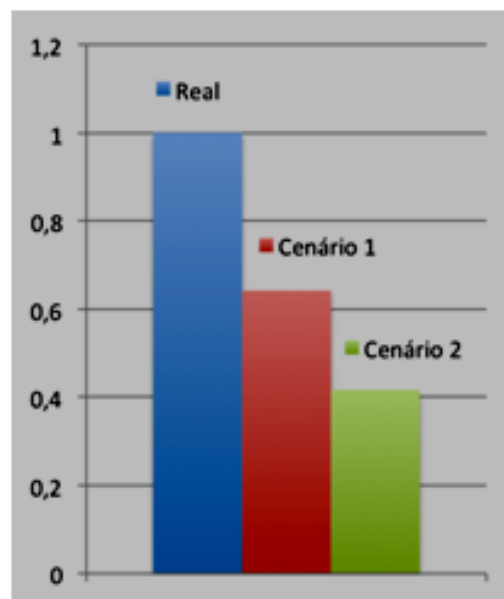


Figura 3 - Consumo de combustível e emissões de poluentes normalizadas com base na situação atual

Em números absolutos o número de veículos acessando a FACAMP cairia da média atual de 209 veículos para 134 no Cenário 1 e somente 87 no Cenário 2. Em termos de área, desocupar-se-iam $1.380m^2$ e $2.245m^2$ respectivamente, ou o equivalente de aproximadamente duas quadras de tênis no cenário 1 e quase 3 quadras e meia no Cenário 2.

Se considerarmos um percurso médio de 6km (ida e volta) entre o domicílio dos alunos e a FACAMP, com 20 dias letivos por mês durante 8 meses de aula, observamos que a adoção dos Cenários 1 e 2 evitaria a queima de 6.618,25l e 10.776,77l de combustível por ano, respectivamente. Consequentemente, 5,34 tCO₂/ano deixariam de ser emitidas no cenário 1 e 8,69 tCO₂/ano no Cenário 2. Além disso, seriam reduzidas também as emissões de

NMHC, CO e NO_x, que apesar de não contribuírem diretamente para o efeito estufa, têm uma participação indireta e também causam um impacto ambiental.

N.B. Não existe atualmente um consenso na comunidade internacional sobre o GWP (Global Warming Potential) destes gases (VAN HAM, J. 2000) e portanto não foi possível realizar o cálculo da sua redução em toneladas de CO₂ equivalentes.

Quanto ao tempo gasto em deslocamento, foram observados congestionamentos de, em média, 800m percorridos a uma velocidade média de 5 km/h. Considerando o limite de velocidade de 40km/h, o tempo médio de deslocamento aumenta de cerca de 9 min apenas neste pequeno trecho. Além disso, este congestionamento chega a afetar alunos da Unicamp.

No que diz respeito à poluição sonora, a Diretiva europeia sobre ruído ambiente (European Environmental Noise Directive), adotada em 2002 para guiar atividades no combate ao ruído ambiental em seus Estados membros, informa que a poluição sonora em cidades aumenta em 3% o risco de pressão alta e complicações cardíacas, além de reduzir o conforto da população (SILENCE, 2002). A conclusão é que, embora carros em alta velocidade façam mais barulho, este é mais constante e portanto é menos notado pela população em volta. A intensidade sonora de congestionamentos é extremamente incômoda, por sua descontinuidade e altos valores de pico.

Diversas outras instituições já se depararam com o mesmo problema, e desenvolveram estudos e projetos interessantes que podem servir de inspiração para faculdades como a FACAMP.

A Princeton University de New Jersey, Estados Unidos, desenvolveu um plano de sustentabilidade em 2008 e desde então vem realizando relatórios anuais para medir a sua concretização nas várias frentes de sua estratégia. Na área de transportes, o objetivo é reduzir o número de veículos acessando o campus em 10% até 2020 através de um programa de Gerenciamento da Demanda de Transportes. Segundo o relatório de 2011, mais de 700 pessoas já participam de alguma iniciativa do programa (PRINCETON UNIVERSITY, 2011). Este número ainda é pequeno perto dos 7783 estudantes e 1152 docentes da universidade, mas vem crescendo cada vez mais. Segundo o mesmo relatório, houve um aumento de 98% do número de participantes entre 2010 e 2011. Também foram registrados aumentos no uso do transporte coletivo interno e no uso de bicicletas.

Dentre outros exemplos de medidas que podem ser tomadas para atingir esses cenários, podemos citar: Reforçar a colaboração com as autoridades locais e com o provedor de transporte público para oferecer alternativas de transporte sustentáveis e de qualidade (UNIVERSITY OF YORK, 2012). Criar sistemas de incentivo à carona solidária e ao compartilhamento de vans (FUMEC, 2012) e

(PRINCETON UNIVERSITY, 2010). Implantar políticas de distribuição de “vale abastecimento” e “vale troca de óleo” para alunos que aderirem ao projeto de redução da frota veicular (PRINCETON UNIVERSITY, 2010). Implantar uma rígida política de estacionamentos, erigindo uma barreira concreta ao uso de veículos (UNIVERSITY OF NEW ENGLAND, 2010).

Observamos neste estudo que com mudanças de hábitos relativamente simples pode-se melhorar consideravelmente a situação da FACAMP. Os resultados mostram que mesmo para o cenário 1, onde os condutores se organizam em grupos de apenas 2 ou 3 pessoas, a economia de combustível e a redução na emissão de poluentes já é significativa em relação à situação atual. As melhorias obtidas com o cenário 2 são ainda mais substanciais. Finalmente, os exemplos mostrados indicam também que projetos de conscientização vem sendo implementados em instituições semelhantes e dando resultados bastante satisfatórios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASILPARK, 2012. Parâmetros de vagas de estacionamento. Disponível em: <http://www.brasilpark.com.br/padraovaga.asp> Acesso em: 16 de junho de 2012.
- FUMEC, 2012. Transporte solidário. Disponível em: <http://fumec.br/transportesolidario/> Acesso em: 30 de maio de 2012.
- IBAMA, 2012. Consulta dos níveis de emissão dos veículos novos brasileiros. Disponível em: http://servicos.ibama.gov.br/ctf/publico/sel_marca_modelo_rvep.php Acesso em: 16 de junho de 2012.
- INMETRO, 2012. Tabelas de consumo / eficiência energética – Veículos automotores leves, de 13 de março de 2012. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/veiculos_leves_2012.pdf Acesso em: 16 de junho de 2012.
- PRINCETON UNIVERSITY, 2011. Report on sustainability 2011 - Transportation. Disponível em: <http://www.princeton.edu/reports/2011/sustainability/greenhouse/transportation/> Acesso em: 30 de maio de 2012.
- ROTAENERGIA, 2012. Petrobras: gasolina participará com 74% na frota flex, de 25 de abril de 2012. Disponível em: <http://rotaenergia.wordpress.com/2012/04/25/petrobras-gasolina-participara-com-74-na-frota-flex/> Acesso em: 30 de maio de 2012.
- SILENCE, 2002. Practitioner Handbook for Local Noise Action Plans. Disponível em: http://www.silence-ip.org/site/fileadmin/SP_J/E-learning/Planners/SILENCE_Handbook_Local_noise_action_plans.pdf Acesso em: 30 de maio de 2012.
- UNIVERSITY OF NEW ENGLAND, 2010. Department of Safety and Security - Parking Policies 2010-2011. Disponível em: <http://www.une.edu/studentlife/security/upload/Parking-Policies-2010-11.pdf> Acesso em: 30 de maio de 2012.
- UNIVERSITY OF YORK, 2006. Travel Survey, Executive Summary. Disponível em: <http://www.york.ac.uk/admin/estates/transport/policies/travelsurvey2006.html> Acesso em: 30 de maio de 2012.
- VAN HAM, J., Non-CO2 Greenhouse Gases: Scientific Understanding, Control, and Implementation. Noordwijkerhout, Springer, 2000. 604 p.