

ANÁLISE DE PERCURSOS COMUNS A ESTUDANTES DA FEM – UNICAMP UTILIZANDO DIFERENTES MEIOS DE TRANSPORTE

ARIELA PIZZOL BUSATO, FELIPE CARLOS BEIRÃO, JOÃO LUIS BALDO MARTINS
& MARCOS LIGNANI DE MIRANDA HERINGER*

Graduandos em Engenharia de Controle e Automação – FEM/UNICAMP.

*E-mail do autor correspondente: marcoslmheringer@gmail.com

RESUMO: O presente projeto avaliou o melhor meio de transporte que um aluno da Unicamp pode utilizar para deslocar-se dentro do campus. Tomando como base um estudante de Engenharia de Controle e Automação, que necessita locomover-se entre diversos institutos e faculdades, foi feito um estudo em cima dos quatro principais meios de transporte: carro, ônibus, bicicleta e a pé, de modo a selecionar aquele que apresenta o melhor custo/benefício, que gere o menor impacto ambiental e que seja mais benéfico à saúde. Para isso, foi feita uma avaliação do tempo gasto por cada um deles durante horários de pico viário no campus em conjunto com os impactos causados ao ambiente e à saúde. A partir de análise das amostras obtidas, foi constatado que a bicicleta é o melhor meio de transporte que um estudante pode utilizar para locomover-se dentro do campus da Unicamp. Discute-se a estrutura que a universidade oferece para viabilizar o ciclismo.

PALAVRAS-CHAVE: Deslocamento, ciclismo, tempo, danos ao ambiente, saúde.

ABSTRACT: This project evaluated the best mode of transport that a Unicamp student can choose for his displacement inside the campus. Taking as basis a Control and Automation Engineering student, who constantly needs to move from various institutes and faculties, a study was made using the four main modes: car, bus, bicycle and on foot, in order to select the one which presents best cost/benefit relation, the less environmental harm and is most beneficial to health. So, the time that took for each student, during the “rush hour”, to go from two determined places was measured and this information was gathered with the impacts to the environment and to the student’s health. From the analysis of the data collected, we noticed that the bicycle is the best way to move around the campus. Due to the results, a discussion about the structure that the university offers to enable cycling was made.

KEYWORDS: displacement, cycling, time, environmental harm, health

INTRODUÇÃO

De acordo com o anuário estatístico de 2011 da Unicamp (AEPLAN UNICAMP, 2012), há 44.519 alunos, levando em conta graduação, pós e alunos especiais e, segundo a prefeitura do campus e a vigilância, há um fluxo diário de cerca de 30.000 veículos na universidade. O ambiente acadêmico é estruturado de forma a

suportar este fluxo intenso e, portanto, oferece algumas facilidades que viabilizam a locomoção, tais como: ciclovias em alguns pontos, estacionamentos para veículos e bicicletas, ônibus circulares, calçadas e faixas de pedestre em bom estado.

Mesmo assim, há horários em que o trânsito em demasia nos faz perguntar se não seria melhor ter caminhado até o destino. Dessa forma, ao longo do primeiro semestre de 2012, foi desenvolvido um projeto que visa servir como base para que os alunos da Unicamp escolham a maneira mais viável para se deslocarem no campus, além de propor melhorias no sistema viário da universidade.

Os estudos de viabilidade foram realizados com os meios de transporte mais comuns aos estudantes, isto é: Automóveis, Ônibus, Bicicletas, Caminhada.

A proposta deste trabalho é fazer uma análise das opções mais viáveis de transporte que analisará positiva e negativamente alguns aspectos mensuráveis e de impacto imediato (aqueles em que o cidadão tem contato primário), tais como: tempo despendido, encargos financeiros, emissão de poluentes, gastos calóricos. Alguns fatores como o *stress* causado pelo tráfego não foram levados em conta por se tratarem de dados subjetivos.

Além disso, foram feitos comentários, baseados em observações, acerca de melhorias que podem ser garantidas para aprimorar a circulação interna.

Os trajetos escolhidos para as medições foram determinados com base na árvore de graduação de um estudante de Engenharia de Controle e Automação, pois ela abrange diversas áreas do conhecimento, de forma que os deslocamentos são aplicáveis aos demais estudantes, e também com relação a lugares

importantes, como: Centro de Saúde da Comunidade, Restaurante Universitário e Biblioteca Central, doravante denominado *CECOM*, *RU* e *BC*, respectivamente. Os horários escolhidos foram aqueles em que os autores notaram picos de concentração viária.

MATERIAL E MÉTODOS

Para cumprir com a proposta, foram utilizados os seguintes materiais e meios de transporte: Circular interno Unicamp; Bicicleta convencional; Automóvel 1.8 à gasolina, modelo Honda Civic ano 2006 e Cronômetros. Durante os meses de maio a junho/2012 e de acordo com a disponibilidade de dias dos autores, os seguintes percursos foram realizados: FEM-BC/RU; FEM-IB; FEM-FEEC; FEM-IC; FEM-CECOM; FEM-CB e BC-MORADIA.

Cada autor ficou responsável por um meio de transporte e, durante a disponibilidade, fez os percursos nos horários determinados, cronometrando o tempo gasto, desde a saída de sua origem, até o seu destino. Cada percurso foi feito de modo a apresentar uma boa amostragem de dados, garantindo que as médias dos tempos representem a realidade da maneira mais fiel possível. A fim de alcançar o objetivo acima, cada percurso foi feito dez vezes, os tempos foram marcados e as médias foram calculadas pela equação: $M = \sum T/n$ (Equação 1: Cálculo da média de tempos. onde "T" é o tempo e "n" é o total de amostras).

Para o gasto calórico ou energético (G.E.) da caminhada, temos a seguinte equação: **G.E.**

$(kcal) = 6,5 \times M (kg) \times T (min.) / 60min.$
 (Equação 2: Gasto Energético (G.E) da caminhada em função da massa (M) e tempo (T)).

Por exemplo, considerando uma pessoa com massa de 60kg, o gasto calórico em meia hora de caminhada é de 195 kcal ou 226,785 kWh. Usando a bicicleta, com esforço moderado,

o gasto calórico é dado por: $G.E (kcal) = 0,0175 \times M (kg) \times 8 \times T$ (Equação 3: Gasto energético (G.E) do ciclismo em função da massa (M) e tempo (T)).

Para a mesma situação do exemplo anterior, o gasto calórico no mesmo tempo de ciclismo seria de 252kcal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando-se as equações propostas, pudemos calcular as médias dos tempos amostrados chegando aos valores apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3. Valores com “X” são

aqueles que não foram levados em conta pelo estudo, ora por indisponibilidade do serviço (como ônibus entre FEM e IB) e ora por não ser o mais viável (ônibus da FEM à FEEC, por exemplo).

Tabela 1: Tempos obtidos no horário entre às 7h e 8h

| 7h às 8h | FEM-BC/RU | FEM-IB | FEM-FEEC | FEM-IC | FEM-CECOM | FEM-CB | BC-MORADIA |
|------------------|-----------|---------|----------|---------|-----------|---------|------------|
| Carro | 3min | 1min50s | 1min50s | 2min17s | 4min30s | 1min50s | 9min |
| Bicicleta | 2min34s | 1min39s | 1min10s | 2min12s | 4min49s | 1min18s | 6min41s |
| Ônibus | X | X | X | 3min16s | 11min55s | X | 8min51s |
| A pé | 8min24s | 5min16s | 4min38s | 5min55s | 22min30s | 4min4s | X |

Tabela 2: Tempos obtidos no horário entre às 11h e 12h

| 11h às 12h | FEM-BC/RU | FEM-IB | FEM-FEEC | FEM-IC | FEM-CECOM | FEM-CB | BC-MORADIA |
|------------------|-----------|---------|----------|---------|-----------|---------|------------|
| Carro | 5min5s | 1min52s | 2min06s | 2min11s | 5min20s | 1min | 7min |
| Bicicleta | 2min39s | 1min44s | 1min12s | 2min14s | 4min51s | 1min16s | 6min55s |
| Ônibus | X | X | X | 3min53s | 12min43s | X | 10min12s |
| A pé | 8min24s | 5min16s | 4min38s | 5min55s | 22min30s | 4min4s | X |

Tabela 3: Tempos obtidos no horário entre às 17h30 e 18h

| 17h30 às 18h | FEM-BC/RU | FEM-IB | FEM-FEEC | FEM-IC | FEM-CECOM | FEM-CB | BC-MORADIA |
|------------------|-----------|---------|----------|---------|-----------|---------|------------|
| Carro | 3min18s | 1min19s | 1min37s | 2min21s | 3min41s | 1min35s | 9min |
| Bicicleta | 2min42s | 1min37s | 1min14s | 2min13s | 4min47s | 1min14s | 7min2s |
| Ônibus | X | X | X | 2min02s | 12min33s | X | 10min |
| A pé | 8min24s | 5min16s | 4min38s | 5min55s | 22min30s | 4min4s | X |

Fazendo-se as médias entre os tempos cronometrados nos três horários de pico,

chegamos a uma compilação geral, que pode ser avaliada na Tabela 4.

Tabela 4: Tempos médios para cada trajeto.

| Tempo (min) | Carro | Bicicleta | A pé | Ônibus |
|-------------|-------|-----------|------|--------|
| FEM-BC | 3,71 | 2,63 | 8,27 | X |
| FEM-CB | 1,47 | 1,26 | 4,06 | X |
| FEM-IC | 2,27 | 2,21 | 5,91 | 3,58 |
| FEM-IB | 1,66 | 1,64 | 5,25 | X |
| FEM-CECOM | 4,50 | 4,81 | 22,5 | 12,24 |
| FEM-FEEC | 1,84 | 1,19 | 4,63 | X |
| CB-MORADIA | 8,00 | 6,87 | X | 8,85 |

Os dados apresentados na Tabela 5 foram ainda colocados em forma de gráfico na Figura 1, para melhor visualização:

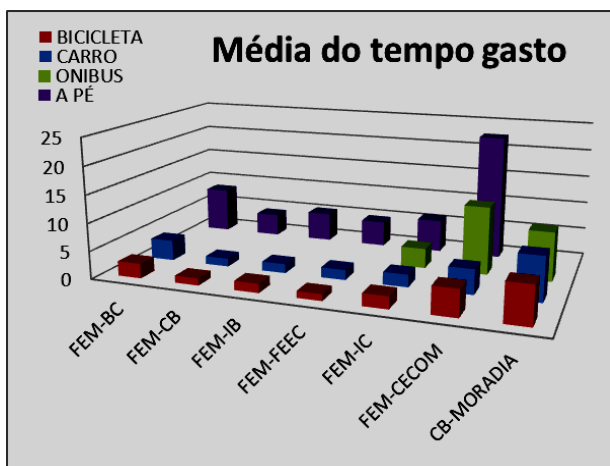


Figura 1: Tempos médios por diferentes formas de transporte e trajetos.

Vale a pena ressaltar a igualdade dos tempos medidos na modalidade a pé. Foi constatado pelo estudo que não haveria a necessidade de fazer três medições diferentes, uma vez que uma pessoa a pé não depende do tráfego interno da Unicamp, sendo, qualquer tipo de atraso, desconsiderado devido à baixa influência no resultado final.

Dos dados obtidos, foi possível estimar os gastos calóricos envolvidos nos percursos

feitos a pé e de bicicleta. Apesar de que o gasto energético de uma mesma pessoa em um mesmo intervalo é maior para o ciclismo, nas circunstâncias analisadas, principalmente em função do tempo gasto, o consumo calórico foi muito maior para as caminhadas, como se pode observar na tabela e gráfico abaixo.

Tabela 5: Comparativo de gastos calóricos para diferentes formas de transporte.

| Gasto Calórico (Kcal) | Bicicleta | A pé |
|-----------------------|-----------|--------|
| FEM-BC | 22,092 | 54,925 |
| FEM-IB | 13,692 | 34,125 |
| FEM-FEEC | 10,08 | 30,095 |
| FEM-Cecom | 40,32 | 146,25 |
| FEM-IC | 18,564 | 38,350 |
| FEM-CB | 10,332 | 26,000 |

A partir dessa tabela podemos tirar o seguinte gráfico comparativo na Figura 2, de acordo com a equação de Gasto Calórico ou Gasto Energético (G.E.) do modo de locomoção em função da massa (M) e tempo (T).

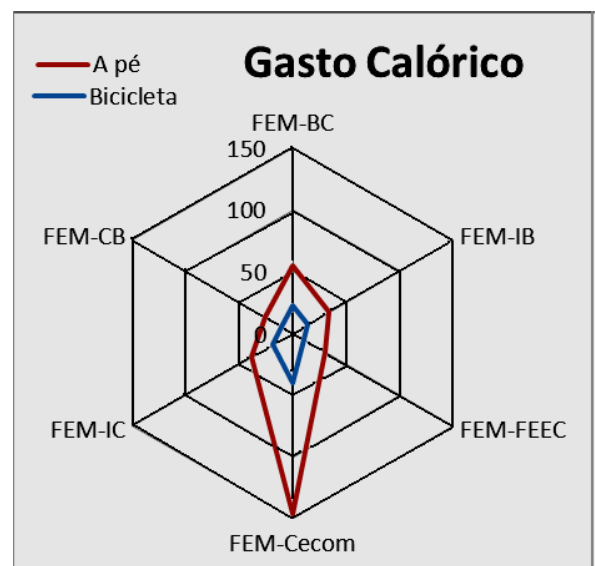


Figura 2: Gasto calórico comparativo entre bicicleta e a pé.

Feita a comparação do gasto calórico nos percursos, podemos também analisar o impacto ambiental gerado pelos meios de transporte utilizados. Já que a bicicleta e a caminhada não geram poluentes, fizemos uma comparação entre o ônibus e o carro.

Foi realizada, então, uma pesquisa referente aos novos combustíveis que estão sendo utilizados atualmente na frota de ônibus em Campinas (EMDEC,2012).

A medida reforça o esforço da Empresa Municipal de Desenvolvimento de Campinas (EMDEC) em reduzir ao máximo a poluição do ar na cidade, conforme estabelece o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama).O órgão federal publicou em 2002 a Resolução 315 que dispõe sobre as etapas do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve) a serem cumpridas, em caráter nacional (INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2012).

De acordo com a Resolução 315, a partir deste ano de 2012, todos os motores de veículos a diesel fabricados no Brasil contarão com tecnologias como EGR (Sistema de Recirculação de Gases), DPF (Filtro de Particulados de Diesel) ou SCR (Redução Catalítica Seletiva) para o controle de emissões.

A frota de ônibus urbanos de Campinas já utiliza combustível menos poluente desde janeiro do ano passado. Há um ano, as empresas VB Transportes e Turismo, Expresso Campibus, Itajaí Transportes Coletivos, Coletivos Pádova e Onicamp Transporte Coletivo (que são

concessionárias do transporte coletivo urbano de Campinas) começaram a utilizar nos ônibus de suas frotas o Diesel S-50, que emite apenas 50 partes por milhão (ppm) de enxofre (S) após a queima no motor.

No Rio de Janeiro, após quatro meses de uso deste combustível, foi verificada redução de 15% nos níveis de emissão de fumaça dos ônibus por meio do teste do opacímetro, um aparelho que mede a fração visível dos gases de escapamento. Dessa forma, serão avaliados nos próximos meses os níveis de poluentes e de desgastes no motor e nos componentes do ônibus em Campinas, com o uso de um novo motor. Já a gasolina utilizada nos motores é constituída quase exclusivamente por hidrocarbonetos. Devido aos diferentes graus de petróleo em bruto utilizado e dos aditivos sintéticos, contém também enxofre, chumbo ou outros compostos em pequenas porcentagens. A gasolina é também muito volátil e evapora em temperaturas ambientes. O consumo de combustível nos carros a gasolina também é maior, logo irá originar mais poluição.

A partir da análise das tabelas e dos gráficos, podemos observar que o veículo mais rápido na maioria dos percursos é a bicicleta. Quando comparada ao carro, segundo mais rápido, a bicicleta faz tempos aproximadamente iguais.

Quanto ao gasto calórico, nosso parâmetro para o benefício à saúde, o melhor modo de se deslocar é a pé, tendo grande vantagem sobre a bicicleta. Ônibus e carro não

foram mencionados no cálculo uma vez que seu gasto calórico é ínfimo, quando comparado aos outros.

Tanto a bicicleta quanto a caminhada não emitem poluentes. Relacionando o carro com o ônibus, podemos observar a vantagem do uso do ônibus em contrapartida ao uso do carro, uma vez que as emissões geradas por ele são menores e menos prejudiciais ao ambiente.

Em conclusão, o projeto aponta a bicicleta como o veículo ideal para a locomoção dos estudantes dentro do campus da Unicamp. Ela é um meio de transporte tão rápido quanto um carro para o deslocamento no campus, não gera poluentes e propicia ao usuário um exercício diário e um gasto calórico, que, embora seja menor do que o da caminhada é compensado pela economia de tempo.

Tendo constatado que a bicicleta é o meio de transporte com melhores resultados para os percursos selecionados, pesquisou-se acerca da estrutura disponível no campus para os ciclistas. O primeiro destaque a ser feito é sobre o programa Mobilidade Intercampus (MOBIC UNICAMP, 2012), a implementação deste projeto na Unicamp e em outras universidades paulistas deve servir como referência nacional, pois facilita e estimula o ciclismo. Entretanto, há ainda alguns pontos que devem ser aprimorados, como o aumento de pontos de aluguel e devolução, de maneira que não restrinja a locomoção do aluno pelo campus. Outro aspecto percebido foi a má distribuição de ciclo faixa, retratado na figura 3 abaixo.

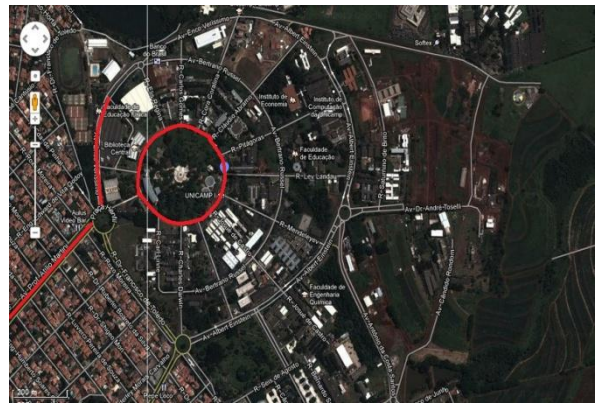


Figura 3: Distribuição das ciclo faixas na Unicamp em vermelho. Mapa obtido pelo Google Maps.

Na Figura 3 os locais que apresentam esta faixa adicional foram destacados em vermelho. Percebe-se claramente que o espaço destinado ao tráfego de bicicletas em segurança é escasso. Além disso, na área circular, que envolve o Ciclo Básico, a pista é muito estreita, pois é dividida para comportar carros estacionados a 45°, carros em trânsito e ciclistas, desrespeitando as normas do Código de Trânsito Brasileiro, Art. 201: “Art. 201. Deixar de guardar a distância lateral de um metro e cinquenta centímetros ao passar ou ultrapassar bicicleta”: (DENATRAN, 2008). Diante disso, sugere-se que a Unicamp amplie as áreas destinadas ao ciclismo, para garantir segurança ao ciclista que precisa se deslocar, por exemplo, do *Ciclo Básico* ao *CECOM*. Entretanto, não basta apenas destinar o espaço, deve-se fazer a medição correta de modo a assegurar a distância mínima estabelecida pela legislação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AEPLAN UNICAMP, ASSESSORIA DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO DA UNICAMP.

Anuário estatístico de 2012. Disponível em: <http://www.aeplan.unicamp.br/anuario_estatistico_2012/index_arquivos/marcador2012_port.pdf> Acesso em 28 de maio de 2012

DENATRAN, DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO, 2008. Código de trânsito brasileiro e legislação complementar em vigor, de dezembro de 2008. Disponível em:

<http://www.denatran.gov.br/publicacoes/download/CTB_E_LEGISLACAO_COMPLEMENTAR.pdf> Acesso em 27 de junho 2012.

EMDEC, EMPRESA MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO DE CAMPINAS, 2012. Informações sobre os combustíveis nos ônibus de Campinas. Disponível em:

<http://www.emdec.com.br/eficiente/sites/portal_emdec/pt-br/site.php?secao=noticiasgerais&pub=6594>.

Acesso 27 de junho 2012.

GDE UNICAMP, 2012. Árvore do curso de Engenharia de Controle e Automação – Unicamp. Disponível em: <http://grade.daonline.unicamp.br/cache/arvores/arvore_j9hZoz6.png>. Acesso em 29 de junho 2012.

INEA, INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE, 2012. Informações sobre o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE. Disponível em:

<<http://www.inea.rj.gov.br/fma/proconve-promot.asp>>. Acesso em 28 de maio 2012.

MERLI, F. F. M.; ALVES, F. R. & LOURENÇO, J. C., 2006. Comparação entre carro e bicicleta num percurso urbano. Revista Ciências do Ambiente On-Line. Vol.2, No 1 – Ano 2006.

MOBIC UNICAMP. Página principal do Projeto Mobilidade Intracampus – Unicamp, 2012. Disponível em: <<http://www.sae.unicamp.br/mobic/>>. Acesso em 29 de junho 2012.