

ESTUDO COMPARATIVO DA PEGADA DE CARBONO DOS HABITOS DE TRANSPORTE DE ESTUDANTES DA UNICAMP

CARYL ANDRE BARQUERO SCHUTZE & CLARA REIS PINTO*

Curso de Graduação – Faculdade de Engenharia Mecânica / UNICAMP

*Email do autor correspondente: clara.reis.p@gmail.com

RESUMO: O objetivo deste estudo foi comparar os hábitos de transporte entre três perfis distintos de estudantes da Unicamp quanto à sua moradia para avaliar sua pegada de carbono, indicada por toneladas liberadas por aluno por semestre. Foram avaliados os usos de meios de transporte particulares ou de massa como avião, ônibus, carro, moto, metrô, etc. apenas nas situações de deslocamento diário para a universidade ou de viagens para as residências originais de cada estudante. Concluiu-se que o grupo que emite a maior quantidade de CO₂, chegando a quase 50% do total, é composto por estudantes de outros estados, em grande parte devido ao uso mais frequente por sua parte de transporte aéreo, enquanto que os demais grupos apresentaram emissões totais similares.

PALAVRAS-CHAVE: transporte; moradia; emissões de gás carbônico; efeito estufa.

A COMPARATIVE STUDY OF UNICAMP STUDENTS' TRANSPORTATION HABITS AND THEIR CARBON FOOTPRINT

ABSTRACT: The main objective of this study was to compare the transportation habits of three different profiles of students at the State University of Campinas (UNICAMP), separated merely by the places of residence, and their offset carbon footprint. Both private and public forms of transportation, i.e. travel by plane, bus, car, motorcycle, subway, etc, were compared and calculated by their everyday and sporadic use in the case of out-of-state students. It was concluded that those students that did not reside originally in the State of São Paulo emitted the biggest carbon footprint, almost 50% of all CO₂ production, mostly because of their frequent use of plane travel. On the other hand, the remaining groups, composed of students that live in the Greater Campinas region or in the State of São Paulo, presented similar results of CO₂ emissions.

KEY WORDS: transportation; housing; carbon dioxide emissions; greenhouse effect.

INTRODUÇÃO

Sabe-se que a Unicamp é uma universidade que, devido à sua localização, próxima à região metropolitana do estado de São Paulo, se torna uma escolha comum de ingresso entre vestibulandos de fora de Campinas. Entretanto, a extensão, localização e infraestrutura de transportes da cidade implicam na necessidade de estudantes ingressantes, residirem perto da universidade durante o

período letivo, mesmo aqueles de cidades próximas do estado de São Paulo. Essa mudança, feita por uma grande parte dos estudantes da universidade, é intrinsecamente associada aos seus hábitos de transporte, que, no ato de residir próximo à Unicamp, se distinguem dos de estudantes com residência fixa, podendo ser mais ou menos impactantes do ponto de vista ambiental.

Uma grande parte dos estudantes da Unicamp é oriunda das regiões metropolitanas

de Campinas e São Paulo, e entre eles é comum a prática de se residir próximo à Unicamp apenas durante os dias úteis seja em repúblicas, pensionatos, *kitnets* ou outros tipos de moradia, para assim retornar nos finais de semana e feriados para suas residências originais – frequentemente fazendo uso de ônibus ou carro para tanto. Já estudantes de localidades mais afastadas, que também residem temporariamente próximo à universidade, tendem a voltar menos vezes para suas casas, comumente restringindo-se a viajar apenas em feriados ou no início e término do período letivo. Para estes, torna-se mais conveniente o uso de transporte aéreo associado a outros meios de transporte. Por fim, estudantes com residência permanente em Campinas e arredores apresentam forte dependência meios de transporte como ônibus e carro para se deslocar para a Unicamp, dada a extensão da região de Campinas, apresentando assim maiores tempos de locomoção do que os demais grupos de estudantes.

Segundo a EPA_2 (2013), cerca de 28% das emissões de gases de efeito estufa nos Estados Unidos provém do setor de transportes. Sendo, portanto, relevante, deseja-se assim entender essa mudança de hábitos de transporte por parte dos estudantes a partir do ponto de vista ambiental, através da análise da emissão de gases de efeito estufa relativa ao transporte dos mesmos exclusivamente entre suas residências originais, suas residências em Campinas e a Unicamp. Foram estabelecidas duas situações de locomoção dos estudantes: Deslocamento diário

para a Unicamp, mais frequente, e viagem para a residência original dos estudantes, menos frequente, no caso de estudantes que residem próximo à Unicamp apenas durante o período letivo.

Para se estudar essas mudanças, pretende-se então analisar a pegada de carbono (padronizada em toneladas de CO₂ emitidos) relativa a esses hábitos de transporte para três perfis distintos de estudantes da Unicamp: Estudantes com residência permanente em Campinas e arredores (grupo A), estudantes oriundos de outras cidades do estado de São Paulo (grupo B) e estudantes de outros estados (grupo C), sendo que os dois últimos grupos são compostos de estudantes que residem em Campinas apenas durante o período letivo.

De acordo ainda com EPA_3 (2013), a queima de combustíveis no setor de transportes libera quantidade relativamente pequena de outros compostos agravantes do efeito estufa, como metano e óxido nitroso, e certos compostos, como hidrofluorcarbonetos, provêm do uso de refrigeração nesses meios de transporte. Sendo assim, por simplificação, neste estudo consideraram-se apenas as emissões advindas dos meios de transportes em toneladas de CO₂. Também não são considerados hábitos de transporte que não sejam relacionados ao deslocamento dos estudantes para a Unicamp e seus arredores (utilização de transporte para lazer e trabalho, entre outras atividades).

MATERIAL E MÉTODOS

Aplicou-se um questionário online por meio da ferramenta online *Google Drive* para recolhimento de dados relativos aos hábitos de transporte nas situações descritas anteriormente. Inicialmente, o estudante se identificou com uma das três classificações (grupos) mencionadas: Para estudantes do grupo A, foram feitas perguntas apenas relativas ao deslocamento diário para a Unicamp, e para os demais grupos, foram feitas também perguntas relativas aos seus trajetos de viagem para suas residências originais, mais afastadas de Campinas.

Quanto ao deslocamento diário, o questionário pediu a localização aproximada (bairro ou rua / avenida) de onde o estudante partia todos os dias para ir para a universidade. Essa informação serviu para fazer um cálculo aproximado da distância percorrida em km com auxílio da ferramenta online *Google Maps*, a partir da distância média da localização de partida fornecida pelo estudante até a Unicamp. Depois disso, recolheu informações quanto à frequência de uso de meios de transporte como carro, moto, ônibus e van, levando em consideração se o estudante divide seu meio de transporte particular com mais de uma pessoa. Foi considerado um período letivo de 16 semanas, com 5 dias de aula por semana, para fins de cálculo das emissões de CO₂.

Já para o cálculo do carbono emitido em viagens para residências originais, o questionário aborda outra maneira de se estimar a distância percorrida pelo estudante em cada meio de

transporte, sendo esta a partir de estimações, da parte do estudante, de médias do tempo de viagem e da velocidade do trânsito no seu trajeto. Neste segundo caso de deslocamento, além dos já citados, incluíram-se os meios de transporte avião, metrô, trem e táxi, e para os três primeiros a abordagem para cálculo da distância percorrida foi feita de forma diferente: Para o caso de transporte aéreo, o estudante forneceu os nomes dos aeroportos que mais frequentava, incluindo conexões, em cada viagem; para o caso de metrô e trem, o estudante forneceu os nomes das estações e cidades nas quais embarcaram e desembarcaram mais frequentemente ao utilizar esses meios de transporte. Com isso, as distâncias percorridas em km para esses meios de transporte puderam ser estimadas a partir de ferramentas de mapas e localização online, como no caso anterior.

Recolhidos os dados, restou transformar as distâncias percorridas e frequências de utilização dos meios de transporte em CO₂ emitido por estudante por semestre. Para isso, em cada tipo de transporte analisado foi necessário fazer certas considerações quanto à quantidade de CO₂ liberada por km percorrido, das quais foram utilizadas aproximações mencionadas em CARBON FOOTPRINT (2013); DOE (2013); EPA_1 (2013); GHG (2013) e WIKIPEDIA (2013).

Para deslocamento por avião, utilizou-se a ferramenta disponibilizada em CARBON FOOTPRINT (2013) para se calcular as toneladas de carbono em um percurso de ida

dados o aeroporto de partida (Viracopos - VCP, em Campinas), o aeroporto de conexão e o aeroporto de destino. Com a frequência de utilização de avião por semestre fornecida pelo estudante, calculou-se então sua pegada de carbono relativa a esse meio de transporte por semestre.

Para deslocamento por trem, metrô, ônibus e van, transportes de massa, utilizou-se os valores de $58\text{gCO}_2/\text{km}$, $80\text{gCO}_2/\text{km}$, $110\text{gCO}_2/\text{km}$ e $200\text{gCO}_2/\text{km}$, respectivamente, para a quantidade em gramas de CO_2 liberada por km rodado, baseados em considerações obtidas a partir das fontes mencionadas anteriormente. Para deslocamento por carro e táxi, foram adotados respectivamente os valores de $180\text{gCO}_2/\text{km}$ e $160\text{gCO}_2/\text{km}$, considerando-se a utilização de carros de pequeno a médio porte de 1.4l a 1.8l de cilindrada, mais utilizados no país, sem fazer distinção quanto ao tipo de combustível utilizado devido à alta variabilidade de consumo de acordo com as especificações de cada automóvel – ilustrada em DOE (2013). O transporte por moto também seguiu considerações semelhantes e estabeleceu-se para este um valor de $120\text{g CO}_2/\text{km}$ de emissões.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram recolhidos os dados de 173 estudantes da Unicamp quanto a seus hábitos de transporte no deslocamento diário para a

Universidade e na viagem para suas residências originais. Calculou-se então a quantidade de toneladas de carbono emitidas por cada estudante num período de um semestre de acordo com a metodologia descrita anteriormente, e por fim fez-se um balanço médio de emissões para cada um dos três grupos de estudantes a serem analisados.

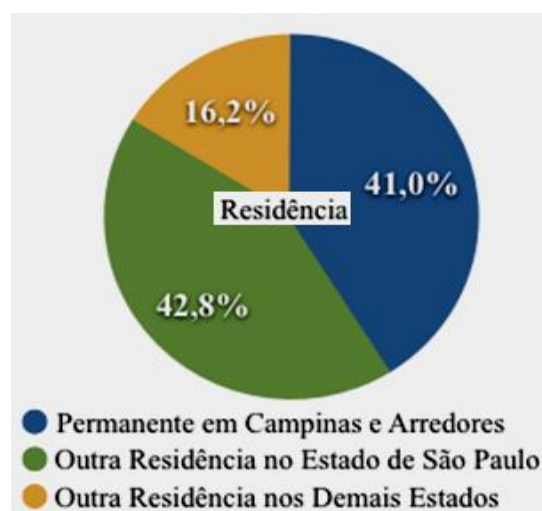


Figura 1. Distribuição de Estudantes conforme suas residências.

Dos 173 estudantes analisados, 28 eram de outros estados (grupo C), e os outros grupos tiveram um número aproximadamente igual de integrantes (71 e 74). A distribuição foi ilustrada na figura acima.

Inicialmente, analisou-se o impacto de cada meio de transporte na emissão total de gás carbônico para cada tipo de deslocamento e grupo de estudante, como segue nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Balanço de Emissões de CO₂ (em Toneladas de CO₂ emitidas / Aluno / Semestre) para cada Grupo de Estudantes e por Meio de Transporte.

	Grupo A			Grupo B			Grupo C		
	Desl. Diário	Viagem	Total	Desl. Diário	Viagem	Total	Desl. Diário	Viagem	Total
Carro	0,1982	-	0,1982	0,0916	0,1284	0,2200	0,0199	0,0335	0,0534
Moto	0,0014	-	0,0014	0,0009	0,0000	0,0009	0,0000	0,0067	0,0067
Ônibus	0,0562	-	0,0562	0,0046	0,0808	0,0854	0,0006	0,1586	0,1592
Van	0,0141	-	0,0141	0,0000	0,0002	0,0002	0,0000	0,0069	0,0069
Táxi	-	-	-	-	0,0000	0,0000	-	0,0116	0,0116
Metrô	-	-	-	-	0,0011	0,0011	-	0,0001	0,0001
Trem	-	-	-	-	0,0004	0,0004	-	0,0001	0,0001
Avião	-	-	-	-	0,0011	0,0011	-	0,3089	0,3089

Tabela 2. Balanço Geral de Emissões de CO₂ por Semestre para cada Tipo de Transporte (Toneladas de CO₂ emitidas / Aluno / Semestre).

Meio de Transporte	Deslocamento Diário para a Unicamp	Viagem para Residência Original	Total
Carro	0,1237	0,0604	0,1841
Moto	0,0010	0,0011	0,0021
Ônibus	0,0251	0,0602	0,0853
Van	0,0058	0,0012	0,0012
Táxi	-	0,0019	0,0019
Metrô	-	0,0005	0,0005
Trem	-	0,0002	0,0002
Avião	-	0,0505	0,0505

A Tabela 2 indica a média, dentre os 173 estudantes analisados, de emissões de CO₂ para cada tipo de transporte utilizado, cujas distribuições são ilustradas a seguir.

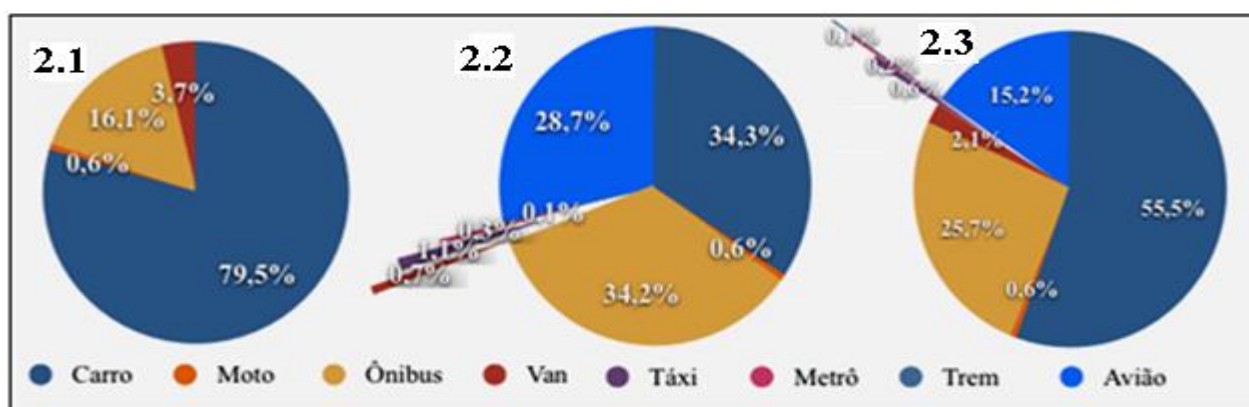


Figura 2. Parcela de CO₂ Emitida por Meio de Transporte no 2.1.- Deslocamento Diário para a Unicamp. 2.2- Viagem para Residência Original e 2.3.- Total Emitida por Meio de Transporte

Como se pode observar na Figura 2, no deslocamento diário para a universidade predominam as emissões advindas do uso de carro e ônibus. Já nas viagens para as residências originais dos estudantes, devido à sua natureza, o transporte aéreo despontou como o grande contribuidor para emissões de CO₂, embora apenas o menor grupo de estudantes, o grupo C, o utilize, e ainda bastante infrequentemente. Ao todo, destacam-se carro, ônibus e avião como os meios de transporte de maior contribuição para a emissão de CO₂, com destaque para os dois primeiros, devido à sua popularização e facilidade de acesso crescentes nos últimos anos.

Tabela 3. Balanço Total de Emissões de CO₂ (em Toneladas de CO₂ emitidas / Aluno / Semestre).para cada Grupo de Estudantes(A: Residência Permanente em Campinas e Arredores; B: Outra Residência no Estado de São Paulo e C: Outra Residência nos Demais Estados).

Grupo	N	Deslocamento		Total
		Diário para a Unicamp	Para Residência Original	
A	71	0,2698	-	0,2698
B	74	0,0972	0,2122	0,3094
C	28	0,0208	0,5263	0,5471
Total	173	0,1557	0,1759	0,3316

De acordo com a Tabela 3, a média de CO₂ emitido entre todos os 173 estudantes analisados foi de 0,3316ton por aluno por semestre, sendo 0,1557ton emitida no deslocamento diário para a universidade e 0,1759ton nas demais viagens.

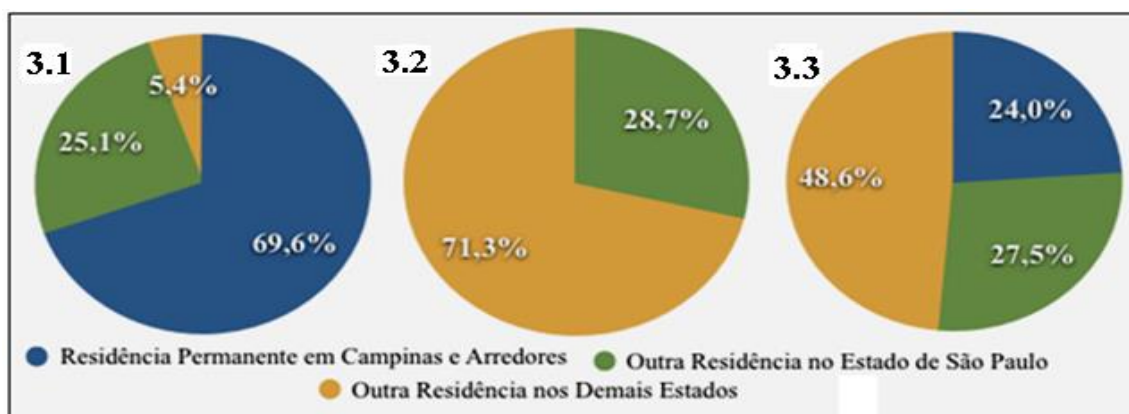


Figura 3. Parcela de CO₂ Emitida no Deslocamento: 3.1.- Diário para a Unicamp; 3.2.- Viagem para Residência Original e 3.3.- Total .

De acordo com a Tabela 3 e Figura 3 notam-se características peculiares de cada grupo de estudantes quanto a seus hábitos de transporte. Conclui-se que estudantes de outros estados (grupo C) emitem uma parcela

significativamente menor de emissões de CO₂ no seu deslocamento diário para a Unicamp, o que é indicativo de que eles tendem a morar muito próximo à Universidade para não depender de condução para frequentá-la. Isso também se alia

ao fato de que para este grupo é mais complicado obter um meio de transporte motorizado particular, como carro ou moto, do que para os demais grupos, por não estarem em seus estados de origem. Ao contrário, o grupo A indicou maior dependência em condução para poder frequentar a universidade, devido à maior distância média entre suas casas e a Unicamp e à grande extensão da região de Campinas.

A partir da Figura 3.2. observa-se que, embora o grupo C viaje muito infreqüentemente para suas residências originais, ele acaba emitindo quase duas vezes e meia a quantidade de CO₂ que o grupo B emite em um semestre, devido em grande parte ao uso de transporte aéreo, seguido de ônibus e carro (Tabela 1).

A Figura 3.3., por sua vez, responde à pergunta inicial quanto a qual grupo de estudantes emite a maior quantidade de CO₂ em seus hábitos de transporte entre Campinas, a Unicamp e sua residência original. Esse grupo é o C, composto de estudantes de outros estados, em razão dos fatores já discutidos anteriormente. Nota-se também que os demais grupos tiveram emissões médias totais aproximadas, embora estas tenham sido bem distintas para cada tipo de deslocamento.

AGRADECIMENTOS: Vão para todos os 173 participantes da enquete que abriram mão de alguns minutos de seu tempo para contribuir para o sucesso deste trabalho, em especial aos colegas da Turma de 2010 da Engenharia Mecânica da Unicamp.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARBON FOOTPRINT LTD, 2013. Emissions Factors for Carbon Life Cycle Assessments. Disponível em <http://www.carbonfootprint.com/factors.aspx>. Acesso em 27/06/2013.
- DOE - U.S. DEPARTMENT OF ENERGY, 2013. Fuel Economies of Hybrids, Diesels, And Alternative Fuel Vehicles. Disponível em <http://www.fueleconomy.gov/feg/alternatives.shtml>. Acesso em 01/07/13.
- EPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY _1, 2013. Greenhouse Gas Equivalencies Calculator. Disponível em <http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-resources/calculator.html>. Acesso em 27/06/2013.
- EPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY _2, 2013. U.S. Greenhouse Gas Inventory Report. Disponível em <http://www.epa.gov/climatechange/ghgemissions/usinventoryreport.html>. Acesso em 29/06/2013.
- EPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY _3, 2013. Transportation Sector Emissions. Disponível em <http://www.epa.gov/climatechange/ghgemissions/sources/transportation.html>. Acesso em 27/06/2013.
- GHG - GREENHOUSE GAS PROTOCOL, 2013. Calculation Tools. Disponível em <http://www.ghgprotocol.org/calculation-tools>. Acesso em 27/06/2013.
- WIKIPEDIA, 2013. - Environmental Impact of Transport. Disponível em http://en.wikipedia.org/wiki/Environmental_impact_of_transport. Acesso em 29/06/2013.