

**PROGRAMAÇÃO LINEAR APLICADA À MOBILIDADE URBANA: ANÁLISE DO
TRAJETO DA RESIDÊNCIA À ESCOLA DE ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS**

**LINEAR PROGRAMMING APPLIED TO URBAN MOBILITY: ANALYSIS OF THE
PATH FROM THE RESIDENCE TO THE SCHOOL OF UNIVERSITY STUDENTS**

Recebimento: 29/08/2018 - Aceite: 28/06/2019 - Publicação: 31/07/2019

Processo de Avaliação: Double Blind Review

Jonatas Gomes ¹

Tecnólogo em Logística

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - Campus Suzano

jonatashistoria@gmail.com

Ed Carlos Mariz

Tecnólogo em Logística

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - Campus Suzano

edcarlosmarizn@gmail.com

Adriano Maniçoba da Silva

Doutor em Administração pela Fundação Getúlio Vargas

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - Campus Suzano

adriano_m_s@hotmail.com

Luiz Teruo Kawamoto Júnior

Doutor em Engenharia Biomédica pela Universidade Mogi das Cruzes

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - Campus Suzano

luizteruo@hotmail.com

¹ Autor para correspondência: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo:
Av. Mogi das Cruzes, 1501 - Parque Suzano, Suzano - SP, Brasil, CEP: 08673-010.

RESUMO

O crescente aumento demográfico aumentou a necessidade gerencial do transporte de passageiros em algumas regiões brasileiras, caso que ocorre na região Sudeste, mais precisamente na região metropolitana da grande São Paulo. Assim, as metrópoles passaram a sofrer com problemas no trânsito, transportando passageiros em veículos lotados gerando reflexos diretos na mobilidade urbana. O presente estudo teve como objetivo aplicar a programação linear para análise do trajeto da residência à escola de estudantes universitários na análise da origem e destinos. A metodologia utilizada foi a pesquisa descritiva por meio da coleta de dados de trajeto e modalidades de transporte de 50 estudantes. Foi desenvolvido um modelo de programação linear que considerou três variáveis de decisão, transporte público, automóvel particular e transporte por aplicativo. Os resultados demonstraram ser o automóvel particular a melhor opção de escolha, seguido do transporte por aplicativo e transporte público.

Palavras chaves: programação linear, mobilidade urbana, pesquisa operacional, transporte de passageiros.

ABSTRACT

The growing demographic increase has amplified the managerial need for passenger transportation in some Brazilian regions, in the case of the Southeast region, more precisely the metropolitan region of Greater São Paulo. Thus, the metropolises suffered from traffic problems, transporting passengers in crowded vehicles, generating direct reflexes in urban mobility. The present study had as objective to apply the linear programming for the analysis of the route of the residence to the school of university students, in the analysis of the origin and destinies. The methodology used was the descriptive research, through the data collection of travel and transport modalities of 50 students. A linear programming model was developed that considered three variables of decision, public transport, private car and transport by application. The results showed that the private car was the best choice, followed by transportation by application and public transportation.

Key words: linear programming, urban mobility, operational research, passenger transport.

1. INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana no século XXI é um assunto que está constantemente em pauta e que gera debate acerca de quais ações e futuras melhorias equalizariam o deslocamento de pessoas. Inúmeras são as indagações a respeito da temática.

Atualmente, as grandes capitais mundiais sofrem com problemas de superlotação afetando diretamente a mobilidade urbana, tema que alcançou repercussão nacional com o debate sobre as tarifas no transporte público (CHAUÍ, 2013). As más condições do transporte público, somadas às dificuldades no trânsito e longas distâncias, configuram um dos motivos para a evasão nas universidades e na educação de forma geral, sem contar a questão da criminalidade que tem afetado cada vez mais as cidades, diminuindo a quantidade de alunos formados nos últimos anos.

Schargel e Sminck (2002) descrevem que os principais problemas da evasão no ensino superior geralmente são causados por questões psicológicas, sociológicas, organizacionais, interacionais e econômicas, elencando ainda questões de mobilidade e valores despendidos com transporte.

Questões como estas estão cada vez mais em pauta, e as possíveis soluções se mostram cada vez mais intangíveis, em virtude do debate. A programação linear tem se mostrado uma alternativa cada vez mais eficaz na de problemas que envolvem a otimização de recursos escassos.

O aumento da exclusão social e da desigualdade com a expulsão dos moradores das regiões favorecidas pelas grandes especulações imobiliárias e o conseqüente aumento das periferias, das camadas mais pobres da cidade geram graves problemas para a população, e a mobilidade fica longe de ser resolvida, ou ao menos, prioridade nas políticas governamentais.

Chauí (2013) aborda que São Paulo possuía uma previsão de 450 quilômetros de vias do Metrô até 1990 e até o momento, em 2018, não está nem próximo desta meta. Além disso, a frota de trens metroviários não foi ampliada, está envelhecida e malconservada; há atrasos constantes por quebra de trens e dos instrumentos de controle das operações. O mesmo pode ser dito dos trens da CPTM (Companhia Paulista de Trens Metropolitanos) que também são de responsabilidade do governo estadual.

A região do Alto Tietê, cidade de Suzano, é perpassada pela linha 11 Coral da CPTM e compreende o trecho entre Luz e a estação Estudantes (Mogi das Cruzes). É conhecida pelo expresso leste (Luz – Estudantes). Uma das linhas mais saturadas, e com sérios problemas (LUZ, 2010).

Considerando a problemática descrita e as condições da linha 11 Coral da CPTM, o presente estudo busca propor soluções para o problema de mobilidade entre estudantes, de qual seria a melhor alternativa de transporte no traslado entre residência e escola. Com isso, o objetivo deste estudo foi modelar e resolver, com programação linear, o problema do trajeto residência-escola de estudantes universitários de uma instituição pública no município de Suzano de forma a otimizar a escolha dos recursos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 TRANSPORTE DE PASSAGEIROS

Em período anterior ao século XVII, as pessoas somente se locomoviam a pé ou utilizando-se da tração animal. Algumas famílias ricas utilizavam carruagens, muito comuns no período em cidades como Londres e Paris. Foi somente em 1662 que o Matemático francês Blaise Pascal organizou o primeiro serviço regular de transporte público, realizado por carruagens puxadas por cavalos. Decorrente da Revolução Industrial (século XIX), surgem simultaneamente em algumas cidades, originando assim, os primeiros bondes, veículos movidos sobre trilhos – puxados por animais, geralmente cavalos ou burros (TORRES, 2004).

Durantes os anos que se seguiram, inúmeras foram as tentativas de criar-se bondes com tração mecânica. Somente em 1883, em São Francisco, Estados Unidos, surge o primeiro bonde movido a cabo, e depois se espalha pelas demais cidades estadunidenses, possuindo velocidades em torno de 15 (km/h). No final do século XIX, surge o bonde por motor elétrico, na cidade de Richmond. Aproximadamente em 1890, surgem os primeiros ônibus movidos a gasolina sendo simultaneamente utilizados em cidades da Alemanha, França e Inglaterra (TORRES, 2004).

A partir de 1920, passaram a operar ônibus movidos a diesel, as rodas eram de borracha maciça, com pneus e câmaras, período em que o ônibus substituiu os bondes em trechos urbanos.

Nos anos que se seguiram, inúmeras foram as transformações na área de transportes em que mais de 90% do transporte público é operado por ônibus.

Já o trem suburbano e o metrô têm suas origens no século XIX, justamente no período em que algumas cidades ao redor do mundo já eram consideravelmente grandes. Começaram a ser utilizados mais precisamente em 1863, em Londres, com uma linha subterrânea para aliviar o trânsito. Cinco anos mais tarde, ocorreu sua inserção em Nova York, ambos os sistemas eram impulsionados por locomotivas a vapor. No final do século XIX, surgiu a locomotiva elétrica, a partir daí, multiplicam-se pelo mundo (RUBIM; LEITÃO, 2013).

2.2 MOBILIDADE URBANA

Duarte e Libardi (2012) definem mobilidade como a condição em que se realizam os deslocamentos de pessoas e cargas no espaço urbano de uma cidade, bem como suas inter-relações articuladas com questões ambientais e uso do solo e planejamento das cidades.

A crescente expansão das cidades nos últimos anos e a evolução na qualidade de vida da população fizeram as metrópoles crescerem de forma desenfreada, surgindo o termo Megacidades ou Megalópoles, porém, essa evolução não está acompanhada de soluções aos problemas urbanos, trazendo alguns aspectos negativos. A falta de infraestrutura e a ingerência do poder público, somadas ao baixo poder aquisitivo dos usuários, problemas de gestão, más condições da frota, representam um desafio para a administração pública, sendo necessária a contribuição de empresas permissionárias de serviços de transporte. No passado, o desempenho do setor de transporte era avaliado no quesito produtividade, atualmente, o foco está na eficácia e qualidade dos serviços prestados, notadamente percebida na evolução de ferramentas de qualidade, disseminação de novos modelos de gestão e modernização de empresas (VALENTE, 2010).

De acordo com Rolnik e Klintowitzk (2011), o ônibus representava um meio de transporte majoritário, pois a participação dos trens ainda era ínfima, o sistema de transporte no período era operado prioritariamente por empresas privadas, que eram responsáveis por cerca de 75%, ainda na década de 1960. Entre 1968 e 1977, enquanto a população cresceu 45% na Região Metropolitana de São Paulo, o número de viagens internas aumentou 120%, mas a mobilidade urbana está longe de ser sanada, os maiores investimentos são realizados nas áreas metropolitanas, e as áreas que margeiam as cidades sofrem graves problemas de

infraestrutura que, de modo geral, são reflexo da ingerência do estado e das instituições concessionárias de transporte.

O transporte por aplicativo é uma novidade, contudo, muito popular, essencialmente em São Paulo e nas grandes metrópoles mundiais. O principal aplicativo é denominado Uber, um aplicativo de celular criado em março de 2009, no Vale do Silício, nos Estados Unidos, o qual tem por função primordial disponibilizar motoristas particulares a clientes interessados em contratar o serviço de transporte em automóvel (VIEGAS; LETRAS, 2016). Os motoristas são empreendedores individuais que utilizam a plataforma UBER a qual otimiza o acesso e contato entre passageiros e condutores. Essa modalidade de transporte democratizou o acesso, em períodos anteriores monopolizado pelo Táxi, mas muito menos acessível em questões ligadas a custos. Muitas pessoas, com poder aquisitivo não tão elevado, afirmam ser preferível ao automóvel próprio e ao transporte público. O valor das viagens é computado com base na distância a ser percorrida e tempo de viagem, sendo as informações repassadas previamente a cada cliente. O UBER fornece uma estimativa prévia do preço ao passageiro e os pagamentos são realizados por meio de cartão de crédito, por meio do próprio aplicativo, fator muito relevante (VIEGAS; LETRA, 2016).

2.3 PROGRAMAÇÃO LINEAR

Programação Linear é uma técnica muito utilizada em Pesquisa Operacional, baseada em problemas de otimização que utilizam variáveis de decisão, função objetivo e restrições, geralmente podendo ser de maximização ou minimização. De acordo com Marins (1996), programação linear é uma área específica das ciências exatas que soluciona problemas matemáticos, objetivando encontrar uma solução ótima de maneira que haja equalização das necessidades por meio de um método científico, que consiste na descrição de um sistema organizado e, pela experimentação, descobrir a solução mais viável.

A programação linear já foi aplicada na minimização dos custos de frete na distribuição de cimento (SILVA et al., 2018). Pio, Silva e Kawamoto Júnior (2018) aplicaram a programação linear em uma indústria de móveis de aço para otimizar a produção de sistemas puxados.

Dassan et al. (2016) aplicaram a programação linear para analisar a produção de circuitos elétricos. Os autores propuseram um modelo multiobjetivo para equilibrar a produção com diferentes objetivos de maximização.

2.4 ROTEIRIZAÇÃO

A roteirização é um processo de otimização que consiste na definição de itinerários (rotas) ótimos. Com esse método, é possível estimar o menor tempo e o caminho mais curto possível de um trajeto; além de reduzir o tempo, utiliza mapas para definir as melhores rotas. Estudos são realizados para avaliar a recorrência de visita a pontos geográficos relevantes em períodos e prazos constantes, além de outras análises (CUNHA, 2000).

2.5 PESQUISAS

O uso de programação linear para roteirização já foi pesquisado em trens por Ozturk e Patrick (2018), Stoilova (2018), Tréfond et. al. (2017), Ying, Bao-Ming e Jia-Kang (2018); no transporte aéreo, por Santos et. al. (2017); e também em ônibus, por Ospina-Toro, Toro-Ocampo e Gallego-Rendón (2017), Fonseca et. al. (2018), Gkiotsalitis e Cats (2018), Kang, Chen e Meng (2019) e Xu, Yang e Zhang (2019).

3. MÉTODO

No desenvolvimento do presente artigo, foi utilizada a pesquisa descritiva para levantar os dados dos trajetos percorridos pelos estudantes no caminho residência-escola.

O estudo foi realizado de forma metodológica seguindo uma ordem, primeiramente com o levantamento bibliográfico acerca do tema. A etapa seguinte concentrou-se na coleta de dados analisados. O estudo teve como finalidade de pesquisa a mobilidade urbana a partir de três opções: o transporte público, automóvel particular e transporte por aplicativo, e, por meio da programação linear, foi verificado por meio de restrições, quais seriam os mais viáveis e que possuíam os maiores benefícios. A modelagem matemática foi desenvolvida por meio de planilhas eletrônicas, programa computacional que utiliza tabelas para a realização de

cálculos, em que o programador define suas próprias fórmulas, usando uma linguagem computacional (GURTLER, et al, 2005).

Para realizar o estudo, os dados foram coletados por meio de questionário aplicado a 50 estudantes de ensino superior de uma instituição de ensino superior pública. O questionário possuía os seguintes campos: idade, gênero, tipo de transporte utilizado, nível de conforto e endereço residencial. Com isso, foi possível entender a sistemática dos processos pertinentes à realização da modelagem matemática, assim, podendo obter as variáveis de decisão, função objetivo e variáveis de restrição.

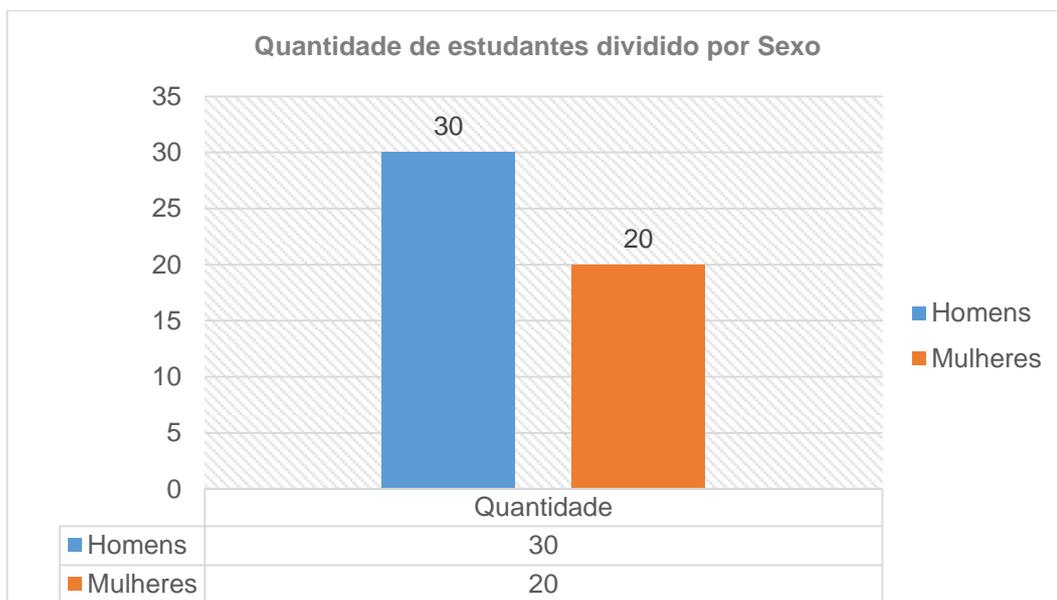
A instituição pública da qual os estudantes foram provenientes localiza-se na cidade de Suzano, região do Alto Tietê, região metropolitana da capital de São Paulo, situada a duas horas de transporte público do marco zero da capital paulistana, praça da Sé, distando média de 50 quilômetros. Essa região, em alguns horários específicos, concentra muito trânsito o que torna o trajeto bem demorado, essencialmente de ônibus.

Os coeficientes do modelo de programação linear foram computados com base na tarifa da CPTM e SPTrans; o automóvel, com base na depreciação do veículo, IPVA, seguro DPVAT, licenciamento, manutenções e trocas de óleo e seguro automotivo; já quanto ao transporte por aplicativo, os dados foram baseados no aplicativo UBER. A modelagem baseou-se nas variáveis de decisão x_1 transporte público, x_2 automóvel particular, x_3 transporte por aplicativo, função objetivo minimizar $x_1+x_2+x_3$, e as restrições custo, tempo e conforto.

4. RESULTADOS

Conforme pode-se verificar no Gráfico 1, dos 50 estudantes que participaram da pesquisa 30 eram homens e 20 eram mulheres.

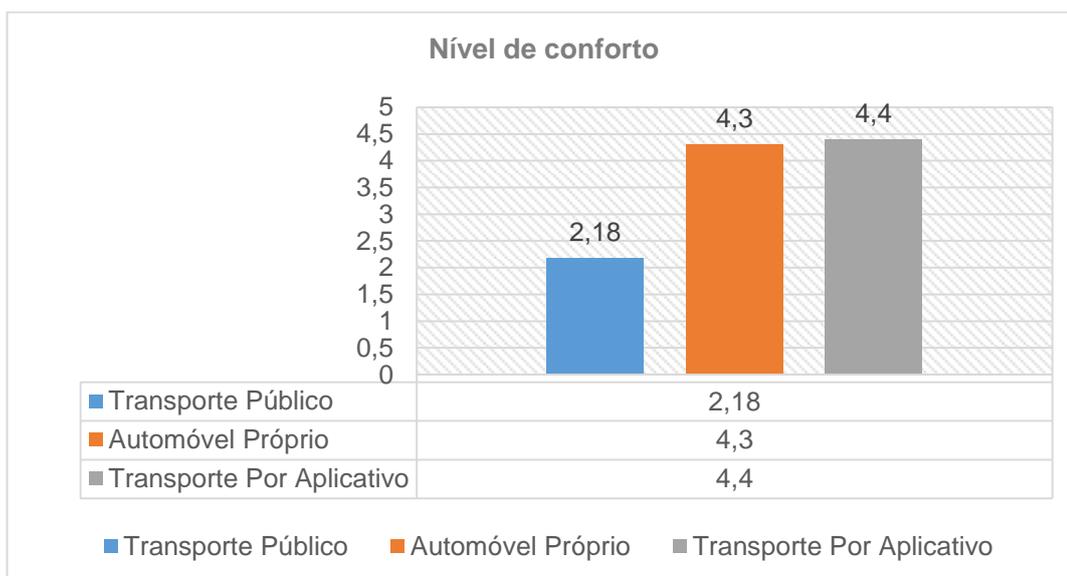
Gráfico 1 - Quantidade de estudantes dividido por sexo



Fonte: elaborado pelos autores (2018).

No Gráfico 2, registra-se a relação de conforto de cada transporte: os 50 estudantes deram uma nota de 0 a 5, o que resultou em 2,18 para o transporte público, 4,30 para o automóvel próprio e 4,40 para o transporte por aplicativo.

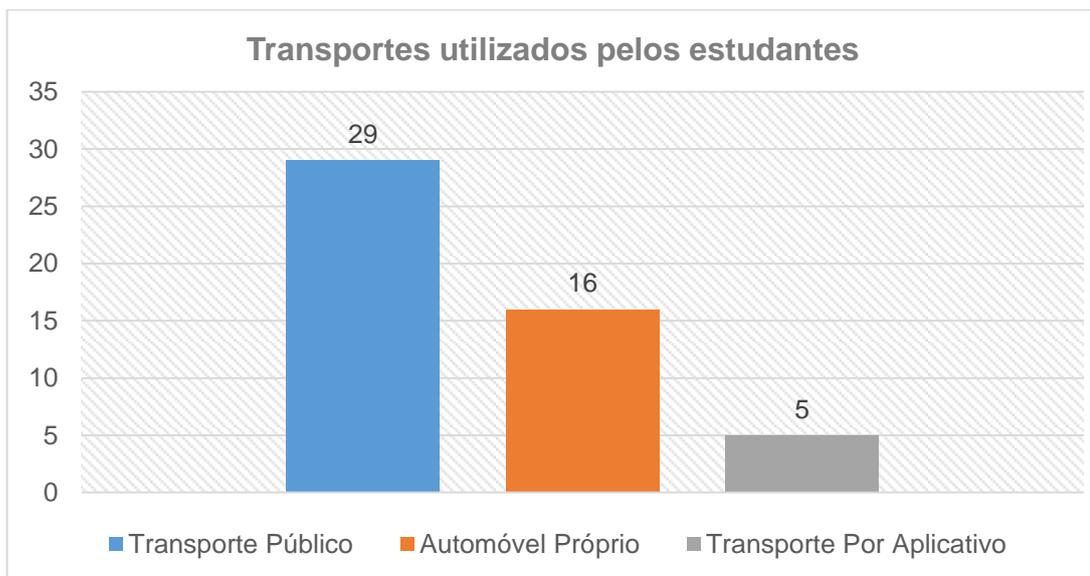
Gráfico 2 – Nível de conforto



Fonte: elaborado pelos autores (2018).

O Gráfico 3 mostra que há diversificação de transporte utilizado pelos estudantes: a barra azul mostra que 29 pessoas, que contabilizam 58% na pesquisa, utilizam transporte público, seja ele ônibus, trem ou metrô. Os outros 42% são divididos entre automóvel próprio e transporte por aplicativo: 16 pessoas utilizam automóvel próprio e 5 utilizam transporte por aplicativo.

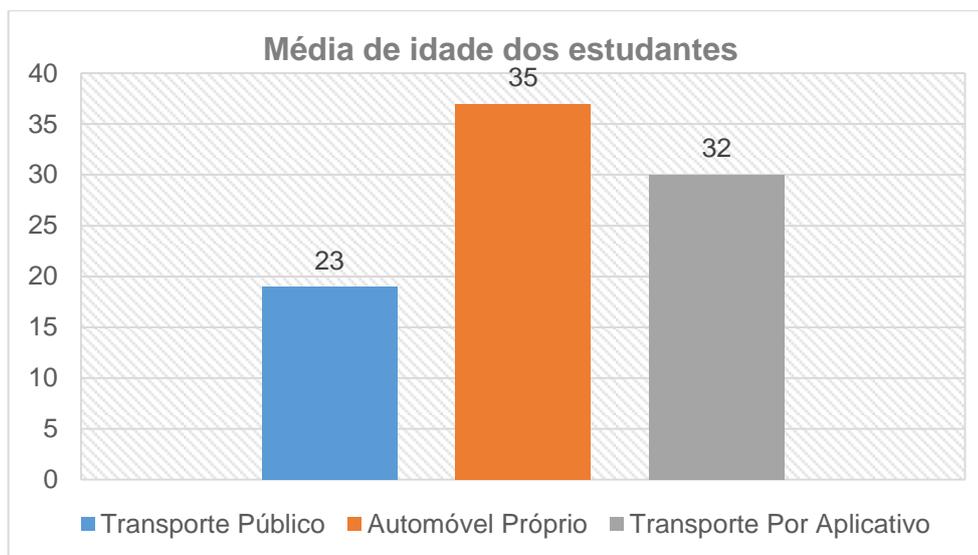
Gráfico 3 – Transportes utilizados pelos estudantes



Fonte: elaborado pelos autores (2018).

O Gráfico 4 mostra que os estudantes mais jovens, na média de 23 anos, costumam utilizar o transporte público por seu custo e por não possuírem automóvel próprio.

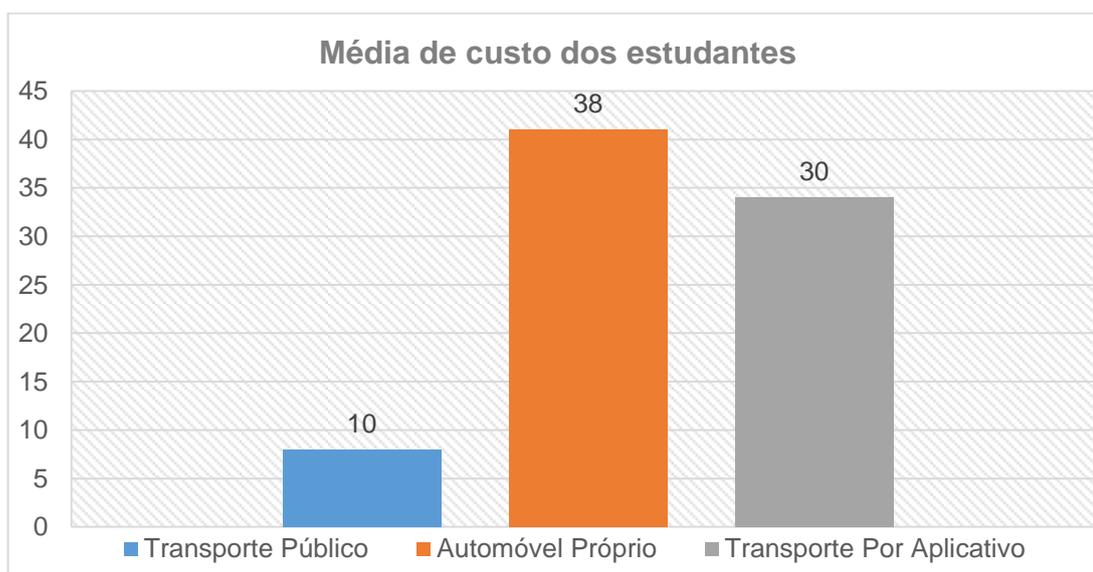
Gráfico 4 – Média de idade dos estudantes



Fonte: elaborado pelos autores (2018).

O Gráfico 5 demonstra que os maiores gastos dos estudantes são com automóvel particular, com R\$ 45,00 de custo médio, incluído nesse valor combustível e a depreciação do automóvel, seguro e IPVA, seguido do transporte por aplicativo com R\$ 30,00 de custo médio, e o transporte público com R\$ 10,00 de custo médio, sendo que no transporte público os estudantes afirmam pagar metade do valor.

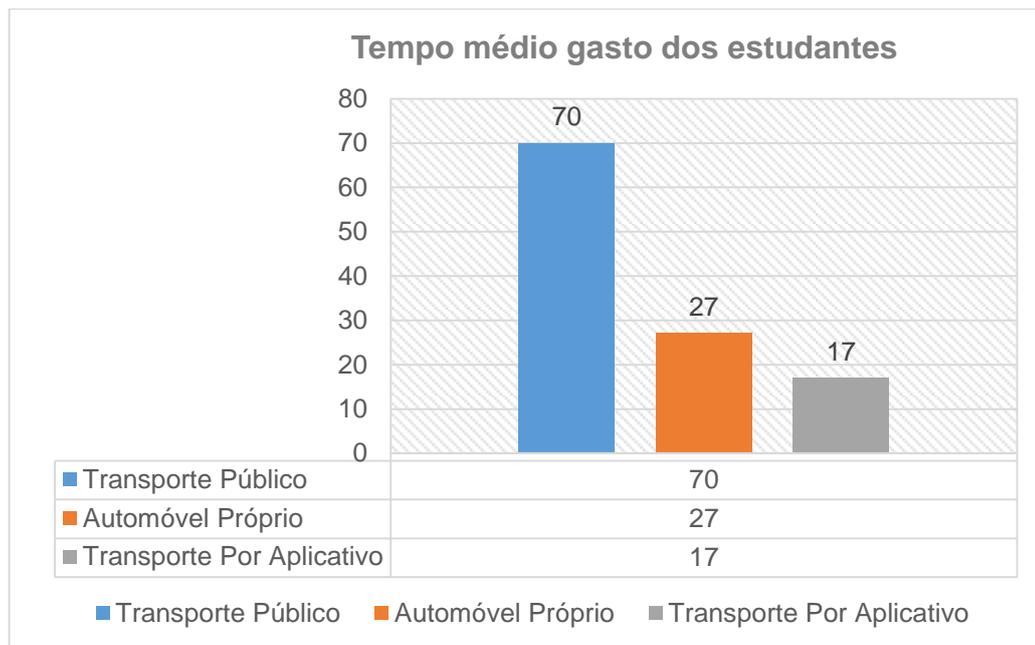
Gráfico 5 -



Fonte: elaborado pelos autores (2018).

O Gráfico 6 mostra a grande desvantagem do transporte público no quesito locomoção, elucidado no tempo gasto, pelo fato de ter uma rota fixa e os estudantes ainda precisarem fazer boa parte do caminho a pé, já com o automóvel próprio, não sofrem com esse problema. Com o transporte por aplicativo, também foi possível compreender que os estudantes que utilizam partem de um ponto de origem mais próximo da escola.

Gráfico 5 – Tempo médio gasto dos estudantes



Fonte: elaborado pelos autores (2018).

A Tabela 1 mostra, a modelagem da problemática do trabalho, as variáveis de decisão que são os transportes utilizados por meio dos estudantes, função objetivo, que representa a minimização de custo e as restrições conforme os dados coletados com os estudantes mostrados nos Gráficos 2, 5 e 6.

Tabela 1 – Modelagem do Problema

Variáveis de Decisão					
$x_1 =$	Transporte Público	$x_2 =$	Automóvel Próprio	$x_3 =$	Transporte Por Aplicativo
Função Objetivo					
Minimizar = $x_1+x_2+x_3$					
Restrições					
	x_1	x_2	x_3		Total
Custo	10	38	30	\leq	50
Tempo	70	27	17	\leq	80
Conforto	2,18	4,40	4,30	\geq	3
$x_1, x_2, x_3 \geq 0$					

Fonte: elaborado pelos autores (2018).

A Tabela 2, apresenta o resultado do modelo, onde:

X1 transporte público = 0

X2 automóvel próprio = 0,68

X3 transporte por aplicativo = 0

Resultando assim, função objetivo na soma de $x_1+x_2+x_3 = 0,68$.

Tabela 2 – Solução ótima e média dos estudantes

Solução	
x_1	0
x_2	0,68
x_3	0
Função Objetivo	0,68

Fonte: elaborado pelos autores (2018).

A variável automóvel particular tem como vantagem não somente o conforto, mas sim o tempo gasto comparado com o transporte público, em média 27 minutos de automóvel

próprio e 70 minutos de transporte público, segundo a pesquisa. Em uma matemática simples, seriam 43 minutos de ida e 43 minutos de volta o que contabiliza 1 hora e 26 minutos por dia, tempo em que o estudante poderia ocupar-se com alguma outra atividade, que não fosse o estresse da locomoção por transporte público.

A Tabela 1 mostrou detalhadamente a modelagem do problema com a média dos estudantes, já na análise dos estudantes individualmente, logo abaixo na tabela 3, há variância nos resultados por conta das notas do nível de conforto de cada um dos estudantes. Assim como foi feita a coleta de dados, para saber o nível de conforto de cada um dos transportes, também foi feito um questionamento aos estudantes de qual seria o mínimo de conforto aceitável.

O nível de conforto teve variação, mas o interessante é que essa variação está dentro de uma margem. Uma questão, a que todos os estudantes responderam, mostra que o transporte público é o que tem o menor nível de conforto, e o transporte por aplicativo está pouco abaixo do automóvel próprio, mas, levando-se em consideração todos os estudantes, o transporte por aplicativo e o automóvel próprio estão quase equiparados.

Em suma, os estudantes relataram que o automóvel não representa apenas conforto, mas sim o transporte com a maior mobilidade mediante os dados descritos no artigo.

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO

O presente estudo teve como proposta avaliar três variáveis de decisão, mensurando quais seriam as mais viáveis em quesitos específicos, e com uso da programação linear encontrar a solução ótima, sanando a problemática proposta. Os dados coletados foram fundamentais para a discussão e provaram que o transporte público está muito abaixo das outras variáveis. Os estudantes qualificaram-no com notas baixas: o quesito tempo foi o mais deficitário somando 70 minutos, contra 27 minutos do automóvel particular, e os estudantes ainda precisariam em média caminhar 25 minutos da estação da CPTM mais próxima, Estação Calmon Viana. Essas variáveis colocaram o transporte público em situação de desvantagem, apesar de os estudantes mais jovens utilizarem-no por não possuírem automóvel.

O automóvel particular, a princípio, parecia ser a opção menos vantajosa economicamente, mas, ao longo do estudo, conseguiu obter excelentes médias, com destaque

para tempo de percurso e nível de conforto: os estudantes relataram ser muito mais seguro do que o transporte público. Segundo (Peres, 2008, p, 269):

A desigualdade social e a pobreza, a ineficácia das instituições da lei e da ordem e a característica disjuntiva da democracia brasileira que se constitui, apesar da permanência de traços autoritários, podem ser consideradas as principais vias explicativas para o crescimento da violência no País.

Por isso, o automóvel acaba sendo a principal opção das classes sociais economicamente mais estáveis nas grandes cidades, mesmo despendendo altos valores, principalmente com seguros e estacionamento particulares.

O transporte por aplicativo foi uma alternativa muito pontuada, porém, perde para o automóvel por pouca diferença. Os estudantes relataram ser ótima opção e não possuir um custo elevado podendo ainda ser compartilhado com mais amigos, diminuindo os valores da corrida.

O automóvel particular representou a melhor opção em minimização de custo com função objetivo de 0,68, demonstrando ser a opção mais vantajosa. Os gastos representam um montante significativo, porém, a diferença entre o transporte por aplicativo é muito baixa, podendo ser uma alternativa, já que em alguns casos o automóvel transporta apenas o condutor, e o transporte por aplicativo é compartilhado por até 4 pessoas. Assim, o compartilhamento tanto do automóvel, quanto do transporte por aplicativo, é uma real solução para a questão da diminuição de veículos automotores nos grandes centros, corrigindo sérios problemas de mobilidade urbana.

Algumas soluções envolvem a criação de mais alternativas de deslocamentos. A questão da mobilidade vai muito além do trânsito: envolve planejamento urbano, transporte coletivo e individual, políticas públicas de saúde e tecnologia (BARCZAK; DUARTE, 2012). Soluções como hidrovias, ciclovias, além de ações que incentivem a descentralização de empreendimentos e leis mais específicas para reduzir riscos de acidentes e poluição mitigam problemas de emissões de gases, tempos da viagem, principalmente das populações mais carentes, congestionamentos, desperdício de energia, acidentes, mortes e aumento da frota de veículos particulares em circulação (BOARETO, 2008). O veículo automotor está distante de

ser a melhor alternativa para a mobilidade, como mostrado anteriormente, logo ficará para futuras pesquisas buscar a solução para problemas como o descrito.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo verificar qual seria a alternativa de transporte mais econômica para estudantes universitários no trajeto residência-escola.

Os resultados deste estudo indicam que o automóvel particular possui as maiores vantagens, obtendo um custo inferior às demais variáveis de decisão, maior conforto e menor tempo de trajeto. A pesquisa apresentou algumas fragilidades, que limitaram algumas tomadas de decisão: o questionário poderia ser estendido a todos os estudantes da instituição analisada, tornando possível identificar uma correlação entre o perfil dos estudantes dos cursos superiores e cursos técnicos, traçando a origem e destino, identificando moradores da região de Suzano e demais municípios.

O automóvel como solução ótima da pesquisa demonstra fragilidade. Atualmente, as políticas públicas buscam trocar veículos automotores por meios de locomoção com taxas menores de poluição, reduzindo o impacto ambiental e aumentando a eficiência do transporte urbano, campanhas educativas de conscientização são parâmetros importantes para as cidades e países em desenvolvimento. Medidas de gerenciamento da mobilidade incentivariam a mudança na escolha do deslocamento, criando ferramentas de informação, motivação e organização. Transportes mais limpos como as bicicletas e as bicicletas elétricas, transportes compartilhados e sistemas de informação (aplicativos que pudessem gerenciar e informar passageiros acerca das vias e seus futuros problemas) fomentariam um debate muito relevante para a questão da mobilidade.

Em suma, o artigo mostrou-se relevante, suscitando o debate sobre mobilidade urbana e transporte de passageiros no Município de Suzano, fomentando a discussão para futuras pesquisas que possam contemplar assuntos que abarquem debates acerca de questões envolvendo desenvolvimento sustentável e transportes alternativos na região do Alto Tietê.

REFERÊNCIAS

BARCZAK, R.; DUARTE, F. Impactos ambientais da mobilidade urbana: cinco categorias de medidas mitigadoras. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 4(1), p.13-32, 2012.

BOARETO, R. A política de mobilidade urbana e a construção de cidades sustentáveis. **Revista dos Transportes Públicos-ANTP-Ano**, 30, p.31, 2008.

CHAUÍ, M. As manifestações de junho de 2013 na cidade de São Paulo. **Teoria e Debate**, Ed.113, 27/06/2013.

CUNHA, C.B. Aspectos práticos da aplicação de modelos de roteirização de veículos a problemas reais. **Transportes 8**, 2, 2000.

DASSAN, E. F.; SANTOS, D.; SILVA, A. M.; KAWAMOTO JUNIOR, L. T.; RODRIGUES, E. F.. Otimização Multiobjetivo em uma Linha de Produção de Placas Eletrônicas de uma Pequena Empresa. **Espacios (Caracas)**, v. 37, p. 5, 2016.

DUARTE, F.; LIBARDI, R. **Introdução à mobilidade urbana**. Curitiba: Jurua Editora, 2012.

FONSECA, JOÃO PAIVA; VAN DER HURK, EVELIEN; ROBERTI, ROBERTO; LARSEN, ALLAN. A matheuristic for transfer synchronization through integrated timetabling and vehicle scheduling. **Transportation Research Part B**, March 2018, Vol.109, pp.128-149

GKIOTSALITIS, K.; CATS, O. Reliable frequency determination: Incorporating information on service uncertainty when setting dispatching headways. **Transportation Research Part C**, March 2018, Vol.88, pp.187-207

GURTLER, S, et al. Planilha eletrônica para o cálculo da reflectância em imagens TM e ETM+ Landsat. **Revista Brasileira de Cartografia 2**, 57, 2005.

KANG, L., CHEN, S., MENG, Q. Bus and driver scheduling with mealtime windows for a single public bus route. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, Volume 101, April 2019, Pages 145-160

LUZ, L. F. A geografia do transporte de passageiros: avaliação da modernização da CPTM e de seu papel no planejamento e na estruturação do espaço metropolitano de São Paulo. **Dissertação de Doutorado**. Universidade de São Paulo, 2010.

MARINS, F. A. S.; FILHO, C.F. Programação linear por partes: revisão teórica e aplicações. **Production 6.2**, 1996: p,146-163.

OSPINA-TORO, DANIELA; TORO-OCAMPO, ELIANA; GALLEGU-RENDÓN, RAMÓN. A methodology for creating feeding routes in mass transit systems. **Revista Facultad de Ingeniería**, 2017, Vol.26(45), pp.9-21

OZTURK, ONUR; PATRICK, JONATHAN. An optimization model for freight transport using urban rail transit. **European Journal of Operational Research**, 16 June 2018, Vol.267(3), pp.1110-1121

PERES, M.F.T., Cardia, N., Mesquita Neto, P.D., Santos, P.C.D. and Adorno, S., 2008. Homicídios, desenvolvimento socioeconômico e violência policial no Município de São Paulo, Brasil. **Revista Panamericana de Salud Publica**, 23, 2008, p.269.

PIO, A.; SILVA, A. M. ; KAWAMOTO JUNIOR, L. T. . Otimização da produção em sistemas puxados: análise em uma fábrica de móveis de aço. **Revista Científica Hermes**, v. 20, p. 62, 2018.

ROLNIK, R.; KLINTOWITZK, D. Mobilidade na cidade de São Paulo. **Estudos avançados** 25, 71, 2011: p,89-108.

RUBIM, B. and LEITÃO, S. O plano de mobilidade urbana e o futuro das cidades. **Estudos avançados**, 27.79, 2013, p.55-66.

SCHARGEL, F.P, SMINK, J. **Estratégias para auxiliar o problema de evasão escolar**. Rio de Janeiro: Dunya. 2002.

SANTOS, BRUNO F.; WORMER, MAARTEN M.E.C.; ACHOLA, THOMAS A. O.; CURRAN, RICHARD. Airline delay management problem with airport capacity constraints and priority decisions. **Journal of Air Transport Management**, August 2017, Vol.63, pp.34-44

SILVA, Igor Pereira et. al. Minimização dos custos de frete na distribuição de cimento por programação linear. **Revista ENIAC Pesquisa**, Guarulhos (SP), V.7, n.1, jan.- jun. 2018.

STOILOVA, S. An integrated approach for selection of intercity transport schemes on railway networks. **Promet - Traffic - Traffico**, August 2018, Vol.30(4), pp.367-377

TORRES, I. G. E. **Transporte público urbano**. São Paulo: Rima, p, 09-16, 2004.

TRÉFOND, S.; BILLIONNET, A.; ELLOUMI, S.; DJELLAB, H.; GUYON, O. Optimization and simulation for robust railway rolling-stock planning. **Journal of Rail Transport Planning & Management**, June-September 2017, Vol.7(1-2),

VALENTE, A. M.; PASSAGLIA, E.; CRUZ, J. A.; MELLO, J. C.; CARVLHO, N. A.; MAYERLE, S.; SANTOS, S. **Qualidade e Produtividade nos Transportes**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning Editores, p 2-4, 2010.

VIEGAS, C. M. de A. R.; LETRA, H.V da S. A licitude dos serviços de transporte prestados pelo aplicativo UBER. **Cadernos do Programa de Pós-Graduação em Direito - PPGDir./UFRGS** 11, 1, 2006.

YING WANG; BAO-MING HAN; JIA-KANG WANG. A Passenger Flow Routing Model for High-speed Railway Network in Different Transportation Organization Modes. **Promet (Zagreb)**, 01 December 2018, Vol.30(6), pp.671-682

XU, W. A. A.; YANG, L.; ZHANG, W. Evaluation of transport policy packages in the excess commuting framework: The case of Xiamen, China. **Elsevier**, Volume 87, April 2019, Pages 39-47