

**THE INTRODUCTION OF ULTRA-COMPACT VEHICLES AS AN
ALTERNATIVE IN THE REDUCTION OF CONGESTION IN THE
EXPANDED CENTER OF THE SÃO PAULO CITY**

**A INTRODUÇÃO DE VEÍCULOS ULTRACOMPACTOS COMO
ALTERNATIVA NA REDUÇÃO DE CONGESTIONAMENTOS NO CENTRO
EXPANDIDO DA CIDADE DE SÃO PAULO**

Prof. Dr. Eng^o. Yuzo Iano¹

Prof. MSc. Eng^o Luiz Vicente Figueira de Mello Filho²

Prof. MSc. Eng^o João Carlos Gabriel²

Eng^o Alex Restani Siegle¹

1 – Universidade Estadual de Campinas

2 – Universidade Presbiteriana Mackenzie

ABSTRACT

This study aims to introduce ultra-compact vehicles in the expanded center of the city of São Paulo through conventional car restrictions with the main reason to increase traffic flow. In line with the restrictions imposed by urban end-of-plate rotation, as well as load restrictions, this alternative seeks to discourage the circulation of oversized cars in the arterial and local expressways and to benefit mobility through ultra-compact vehicles. With this alternative, it is possible to reduce traffic by 30%. This feature optimizes the use of the streets of the expanded center of the city of São Paulo without the need to reduce the population that uses this modal day by day.

Keywords: Ultra-Compact Vehicles. Traffic flow. Mobility.

RESUMO

Este estudo visa a introdução de veículos ultracompactos no centro expandido da cidade de São Paulo por meio de restrições de automóveis convencionais com o principal motivo de aumentar a fluidez no tráfego. Em consonância com as restrições existentes pelo rodízio urbano por final de placa, assim como as restrições de carga, esta alternativa procura desestimular a circulação de automóveis superdimensionados nas vias arteriais e expressas locais e beneficiar a mobilidade por meio de veículos ultracompactos. Com essa alternativa é possível reduzir em 30% o tráfego de automóveis. Esse recurso otimiza a utilização das vias do centro expandido da cidade de São Paulo sem a necessidade de redução da população que utiliza esse modal no dia a dia.

Palavras-Chave: Veículos ultracompactos. Fluxo de tráfego. Mobilidade.

1. INTRODUÇÃO

A cidade de São Paulo desponta entre as maiores cidades mundiais e maior na América do Sul, está localizada na região sudeste do Brasil, região com maior desenvolvimento econômico do país. Faz parte da megalópole na região sudeste por concentrar outras regiões metropolitanas no Rio de Janeiro e no Estado de São Paulo, como a região de Campinas, Vale do Paraíba, Sorocaba e Baixada Santista [1].

Entre as cidades de São Paulo e Campinas, há o processo de unificação formando o primeiro macro metrópole do hemisfério sul, conhecido como Complexo Metropolitano Expandido, que supera os 33 milhões de habitantes, que equivale aproximadamente 75% da população do estado de São Paulo e 12% da população brasileira [2].

Como parte do Plano de Avenidas, projeto realizado para a expansão da cidade de São Paulo na região leste, a conhecida Radial Leste abriu uma frente de avenidas interligadas para o desenvolvimento da região na década de 1940 a 1960 [3].

O desenvolvimento dessa via proporcionou o maior crescimento na cidade a partir de então. A população local supera o valor de 3,9 milhões de habitantes [3]. Grande parte se desloca diariamente para o centro – bairro e bairro centro, que equivale a movimentação diária do país Uruguai.

Para esse estudo, foi tomado como referência na análise de veículos ultracompactos circulando diariamente em substituição dos veículos convencionais, os automóveis. A via Radial Leste se mantém inalterada e foi escolhida por apresentar as pistas de rodagem mais estreitas da cidade, com 2,5 metros de largura e que faz a ligação com a região mais populosa da cidade.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO DA MOBILIDADE URBANA POR MEIO DO TRANSPORTE COLETIVO

A cidade de São Paulo foi uma das pioneiras em transporte público pelo mundo com a introdução do modal bonde, inaugurado em 12 de outubro de 1872, ano do primeiro censo demográfico, que tinha um pouco mais de 30.000 habitantes [4]. As carroças iniciaram os serviços de transporte em 1865 no trajeto Praça da Sé à Estação da Luz [5].

Nessa mesma década de 1870, a cidade de São Paulo era a décima quinta economia do Estado de São Paulo, liderado pela cidade de Campinas, conhecida como Capital Agrícola, tratando-se uma cidade de passagem de produtos como café e logo depois cana de açúcar, sendo o destino final a cidade de Santos, que também era mais desenvolvida, com o propósito de exportar os produtos agrícolas [5].

A epidemia de Febre Amarela em 1889 mudou o curso de desenvolvimento das cidades, reduzindo abruptamente o poder financeiro das cidades de Campinas e Santos. São Paulo tornou a cidade referência econômica no início do século XX, pois não foi afetada significativamente pela Febre Amarela. Depois de erradicada, a Febre Amarela retorna a Campinas no ano de 2017.

A década de 1920 foi decisiva para entender como a cidade de São Paulo se organizaria até os dias de hoje. O modal principal para transporte da população nesse período era realizado por bondes.

A empresa de bondes eletrificados pertencia à *The São Paulo Tramway Light and Power Company Limited*, denominada apenas como *Light*, empresa criada para suprir o transporte na cidade no ano de 1900 e tinha 40 anos de concessão no transporte da cidade. Essa mesma concessionária também fazia a gestão da energia elétrica na cidade [5].

Antes dos bondes eletrificados, haviam os bondes tracionados por animais pela empresa Companhia Viação Paulista – CVP, que foi adquirida pela *Light* em 1901, tornando-a a única empresa no transporte público da cidade.

Com o crescimento da indústria automobilística pelo mundo a partir da aplicação dos conceitos de produção em massa criada pela *Ford Motor Company*, houve uma influência muito grande na área econômica e, conseqüentemente, uma transformação das cidades, principalmente as americanas.

Seguindo essa transformação, em 1922, o engenheiro Ulhôa Cintra baseado nas teorias urbanísticas de Eugène Hénard, e utilizando as características da cidade de Paris, iniciou uma proposta para o crescimento da cidade por meio de anéis perimetrais sucessivos, que articulavam com as vias perimetrais. Também foi influenciado pelo engenheiro Nelson Lewis, autor do Plano de Nova York de 1916 [5].

Em 1924, Ulhôa Cintra contou com a colaboração do engenheiro Prestes Maia, que foi fundamental para a concretização das obras propostas e autor do Plano de Avenidas, tornando-se prefeito da cidade em 1961, após duas tentativas em anos anteriores.

No ano de 1905 já houveram intervenções na cidade com o alargamento das ruas e demolições de construções para aumentar a fluidez, conhecido como Plano Bouvard [5].

O Plano de Avenidas tenderia ser o planejamento para o futuro visando o crescimento da indústria automobilística.

Por outro lado, a empresa que fazia a gestão dos transportes públicos e do planejamento de mobilidade começou a se movimentar e se opor ao Plano de Avenidas.

Com a aquisição da empresa CVP, as prestações de serviços públicos tornaram-se um monopólio da *Light*, que se viu pressionada a reduzir os custos operacionais, visto que os valores de passagem eram as mesmas quando os bondes eram de tração animal.

Além disso, já haviam tarifas diferenciadas dependendo do público usuário. Essa condição se agravou em 1924/ 1925 com o período de seca na cidade associada com a Revolução de 1924 e, conseqüentemente, a paralisação de parte dos serviços do bonde, resultando no surgimento em 1925, o transporte por ônibus [5].

Essa motivação gerou o início de uma proposta de planejamento viário e de mobilidade concorrente ao Plano de Avenidas, chamado de Plano Integrador de Transportes. Como o próprio nome dizia, havia uma integração entre os modais bondes, ônibus e pela primeira vez, uma proposta de bonde subterrâneo e por faixa exclusiva ligando o centro da cidade até a Avenida Paulista.

Houve uma disputa entre qual plano melhor se adequaria à cidade de São Paulo, um voltado à demanda futura dos automóveis e ônibus em vias expressas e o outro voltado ao transporte de massa integrando os ônibus aos bondes.

No ano de 1927 chegou a fazer uma consulta formal ao especialista engenheiro escocês James Dalrymple a respeito de qual plano estaria mais alinhado à mobilidade urbana e ao transporte na cidade. A escolha diante do transporte rápido de massa ficou com o Plano Integrador de Transportes. A morte súbita do prefeito Carlos de Campos nesse mesmo ano, acarretou o declínio dessa proposta e promovendo o Plano de Avenidas, que estava mais alinhado às prospecções de petróleo no território paulista [5].

As obras alinhadas ao Plano de Avenidas iniciaram-se na prefeitura de Fábio da Silva Prado no início da década de 1930 seguindo o planejamento de transportes e continuaram ao longo dos anos.

A partir desse ponto a *Light* não viu perspectivas futuras e posteriormente declinou de continuar a prestação de serviços na área de transportes na cidade de São Paulo. A entrega se daria em 1940 da concessão de bondes, mas se estendeu em virtude do período da Segunda Guerra Mundial.

A cidade de São Paulo chegou a ter dois prefeitos que atualizariam os bondes por meio da empresa CMTC, em 1947 pelo prefeito Cristiano Neves e em 1953 pelo prefeito Jânio Quadros, que chegou a ter 782 quilômetros de malha viária sob trilhos [5].

Os prefeitos seguintes, o próprio Prestes Maia e depois Faria Lima não tiveram investimentos que justificassem a permanência dos bondes. Em 1968 foi encerrada as atividades, principalmente devido ao apelo popular que os bondes dificultavam a circulação dos automóveis.

Em 1949 chegou a ter os primeiros trólebus, que inicialmente teria o propósito de substituir os bondes, mas teve quantidades inexpressivas para essa função.

A partir daí os ônibus ocuparam as vias de modo a ser o transporte mais representativo na cidade e responsável em grande parte pelo espraiamento da cidade.

A frota de ônibus atualmente é de aproximadamente 14.300 veículos e utilizam mais de 1.300 linhas em 1.782 quilômetros de extensão, considerando a sobreposição das linhas. A frota tem uma idade média de 3 a 5 anos entre os contratos de permissão e concessão para o atendimento ao público [6].

Desde 2013 a cidade está em processo de licitação, que foi finalizada em 2019. Os custos operacionais estão em R\$ 8 bilhões de reais e o repasse de subsídios pela prefeitura é de R\$ 3 bilhões de reais. São 32 lotes licitados, ante 22 de 2013. Nos próximos 12 meses após assinatura dos contratos ocorrerá o modelamento de linhas visando menor quantidade e maior frequência [6].

O metrô, inaugurado em setembro de 1974, tenta suprir a lacuna dos bondes até hoje, mas, após 45 anos de existência, está apenas com uma extensão de 96,1 quilômetros de linhas ferroviárias distribuída em cinco linhas, ligadas por 75 estações [37]. Destas seis linhas são operadas por concessão, voltando à estratégia do início do século passado.

O metrô da Cidade do México, por exemplo, que se iniciou no mesmo período, tem atualmente 12 linhas, 195 estações e 203 quilômetros de extensão metroviária.

Para complementar esta deficiência, há o transporte por trem, que ao contrário do metrô, tem a extensão metropolitana, atingindo as regiões mais afastadas da cidade, que não faz parte do objeto de estudo. Contemplando os trens, a região metropolitana tem mais 267,5 quilômetros de extensão distribuída em nove linhas com 85 estações [7].

O monotrilho foi uma opção que deveria atender parte da cidade na zona sul e leste, mas já se acumula nove anos de atraso. O período de tempo de execução tende de ser menor que o do metrô, mas tem capacidade inferior ao número de passageiros por hora e por direção (Pphpd). É uma alternativa limpa e sustentável, assim como os Veículos Leves sobre Trilhos (VLTs), que podem ser construídos sobre um ambiente verde, como por exemplo, a grama.

Esses atrasos e aditivos impactam diretamente na mobilidade local. A empresa que deveria fornecer os trens vindo da Malásia entrou em falência. Há mudanças constantes de empresas, indefinições de qual trem será utilizado e dificuldades técnicas, operacionais para a concretização e futuro incerto.

3. OS PRINCIPAIS VEÍCULOS MOTORIZADOS INDIVIDUAIS

O automóvel foi a tecnologia do século XX que mudou o comportamento das pessoas, o planejamento urbano e de transportes afetando consideravelmente o planejamento da mobilidade nas grandes cidades.

É o meio que a sociedade tem a liberdade de ir e vir de maneira individual, destinada à parte da população de maior renda. Os usuários em grande parte são formadores de opinião e, também é o principal modal utilizado pelos poderes legislativo, executivo e judiciário.

Desde o início da produção em massa no início do século XX o automóvel apresenta características similares, isto é, motores na dianteira e muitas vezes de tração no mesmo eixo, caracterizando uma carroça modernizada.

Projetos atuais voltado à mobilidade urbana já são feitos de maneira compacta e de plataforma *skate* e propulsores elétricos.

No Brasil ocorreram dois grandes períodos no incentivo do uso do automóvel como principal meio de transporte. O primeiro com Juscelino Kubitschek de Oliveira na

Presidência da República, mais precisamente em 1956. Esse planejamento já vinha desde a década de 1920 e promovida como planejamento no período de Getúlio Vargas para a industrialização do país e exploração do petróleo.

O modelo de ampliação das vias em consonância com os meios de transporte sobre rodas beneficiou diretamente os automóveis. A exemplo disso podemos citar duas obras de grande porte exclusivas aos automóveis na cidade de São Paulo, que são o Elevado Presidente Costa e Silva em 1971, conhecido como minhocão e o Complexo Viário Ayrton Senna em 1995. Além disto, o século XX foi feito alterações voltadas ao alargamento de ruas e avenidas privilegiando mais o transporte sobre rodas do que os não motorizados, iniciado pelo Plano de Avenidas.

O segundo incentivo à produção de automóveis ocorreu em meados da década de 1990 com a modalidade de carro popular com motores de 1 litro de volume, incentivando a compra desta configuração em virtude da redução tributária, voltando inclusive à fabricação do modelo Fusca, exceto na especificação do motor.

Esses dois incentivos promovidos pelo governo federal extinguiu a possibilidade de crescimento e estruturação dos veículos de origem nacional. O primeiro foi a Romi-Isetta, que partia de um projeto italiano e adaptado às condições brasileiras em 1956 e o segundo pela empresa Gurgel, que investiu em um veículo totalmente brasileiro, após anos de aprendizado com as plataformas e *powertrain* de veículos Volkswagen refrigerados a ar. O modelo BR 800 lançado em 1990 e logo em seguida o Supermini e Motomachine em 1992, que seria uma inovação do modelo anterior. Os veículos ultracompactos sempre foram estímulos para a produção nacional, fato esse que se dá em 1974, quando o Engº João Augusto Conrado do Amaral Gurgel, apresentou o Gurgel Itaipu, um veículo ultracompacto e totalmente elétrico.

Coincidentemente ou não, todos os veículos nacionais foram extintos em grande parte pelos benefícios fiscais cedidos às indústrias multinacionais. As fabricantes brasileiras tinham produzidos veículos pioneiros voltado à mobilidade urbana dos grandes centros, mas em nenhum momento foram colocadas em prática na melhoria da mobilidade urbana. A fábrica da Gurgel que poderia ter se destacado com os veículos ultracompactos não conseguiu se consolidar com as propostas de mobilidade nacionais. O governo federal também não se interessou em resgatar a fábrica em 1994, que chegou a pedir um empréstimo para não fechar.

Atualmente a indústria automobilística continua recebendo incentivos fiscais federais como foi o Programa Inovar Auto no período de 2013 a 2017, assim como o Rota 2030 e RenovaBio em andamento. No âmbito estadual também há o IncentivAuto que está atrelado ao valor de investimento nos próximos anos no Estado de São Paulo.

Esses incentivos são ligados à redução do valor de ICMS ou IPI dependendo da origem de cada um deles e está associado à criação de empregos e, conseqüentemente, no aumento do PIB como feito desde a década de 1950.

Para os próximos anos, ocorrerá um crescimento na categoria de veículos SUV – *Sport Utility Vehicle*, que contradiz com os conceitos de mobilidade urbana. Para isso, há um nicho direcionado à locação de modais individuais de forma compacta que poderá contribuir na mudança de hábito e na coexistência de dois padrões distintos e com propósitos diferenciados para determinados horários e dias da semana.

O outro meio de transporte individual motorizado muito utilizado é a motocicleta, que em grande parte se destina ao deslocamento da população de baixa renda e ultimamente muito utilizado pelo avanço da tecnologia como *Internet das Coisas*, com os serviços de entregas por meio de aplicativos e recentemente na cidade de São Paulo por meio de serviço de transporte chamado de mototáxi e utilizado nos bairros mais distantes do centro expandido.

A fabricação das motocicletas teve incentivos fiscais, sendo uma delas a exclusão do IPI (Imposto sobre o Produto Industrializado), além do formato de importação de componentes industrializados; tanto que, desde o início da criação da Zona Franca de Manaus, no estado do Amazonas, as empresas se localizam no mesmo parque industrial.

A partir da década de 1990 houve um incentivo para a compra e uso deste modal que chegou a uma frota brasileira de 1,5 milhão, passando para 17 milhões de motocicletas em 2012 [8]. Na cidade de São Paulo, o número de motocicletas aumentou de 50 mil em 1990 para 750 mil em 2011 [9].

O crescimento abrupto nesse segmento e a falta de estruturação na educação desses condutores foi um dos fatores no aumento de acidentes de trânsito com mortes e sequelados.

4. A COMPLEXIDADE DA MOBILIDADE URBANA NA CIDADE DE SÃO PAULO

A mobilidade urbana está diretamente relacionada à organização social da cidade como se pode observar na Figura 1. Dois pontos estão se destacando e passando por processos disruptivos na sociedade, que são principalmente os serviços e a indústria da mobilidade.



Figura 1: Diagrama de Blocos visando uma organização sócio espacial da cidade [10]. Adaptado pelo autor.

Os serviços como a indústria da mobilidade se reinventam na medida que a *internet* das coisas proporciona novas alternativas, seja para entrega e envio de “coisas” como no compartilhamento e transporte por aplicativos de *smartphones*.

Essas mudanças têm gerados novos mercados, alternativas e ao mesmo tempo o desinteresse para a aquisição de bens tão desejados em gerações da década de 1950 a 2000 como o automóvel. Novas gerações que começam a ingressar no mercado de trabalho acabam puxando os demais setores a se desenvolverem e oferecerem novos serviços e produtos.

Um serviço que ainda não temos está no compartilhamento de veículos ultracompactos, que não há a necessidade de adquiri-los, mas tem a possibilidade de usufruí-los. Cidades como Paris na França, Amsterdam na Holanda e Fortaleza no Brasil já utilizam de forma operacional ou embrionária como no nosso país.

Na forma estruturada, e independentemente das gerações na sociedade, o sistema de mobilidade deve atender os três pilares denominados como: espaço, tempo e recursos naturais [10].

4.1 O Espaço

O espaço está relacionado às dimensões de todo o espaço urbano no sistema de mobilidade, que engloba os leitos carroçáveis, as quantidades de faixas de rodagem, a qualidade tanto da via para veículos como das calçadas. Dependendo do projeto, pode estar voltado a segurança no trânsito ou no incentivo de não cumprir as leis de trânsito [10].

A escolha do modal a ser utilizado impacta diretamente na utilização do espaço. Incentivos na escolha de modais individuais mecanizados não motorizados, como as bicicletas e o uso do transporte coletivo reduz substancialmente a utilização do espaço.

Medidas relacionadas às restrições dos automóveis beneficia a oferta por outros meios de locomoção.

Uma experiência realizada em 2015 mostra que os automóveis convencionais ocupam 17 vezes mais espaço que o transporte coletivo por ônibus [11].

Nessa experiência utilizou-se 48 pessoas em 40 automóveis, que foi a média utilizada da cidade, que é de 1,2 pessoa por veículo, representando cerca de 840 metros quadrados. Essa distância entre os veículos simula a espera de um semáforo.

Se comparado com ônibus convencional, isto é, sem ser articulado ou biarticulado, a utilização de espaço seria de 17 vezes menor com simulação de conforto dos passageiros.

4.2 O tempo

O tempo médio das viagens diárias por modo e renda familiar mensal na Região Metropolitana de São Paulo em 2012 tem uma distinção clara da população que utiliza o transporte coletivo com aquelas com transporte individuais motorizadas. Um dos fatores está relacionado ao tempo de deslocamento como mostra no Gráfico 1:

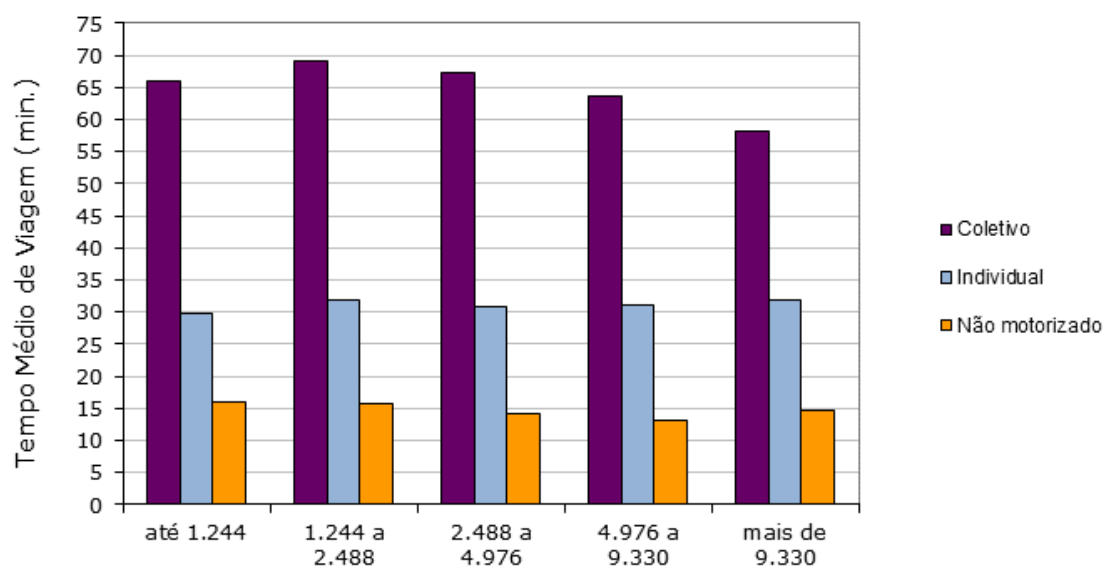


Gráfico 1: comparativo do tempo médio das viagens diárias em função da renda familiar e tipo de transporte [12].

Da maneira que está configurada o meio de transporte, o tempo de deslocamento individual motorizado chega a ser a metade do período de tempo no descolamento por coletivo. Essa possibilidade de chegar em casa e ir para o trabalho de forma mais rápida impacta diretamente na qualidade de vida e na tomada de decisão.

O uso de transporte coletivo para as famílias com renda mais elevada também reduz o tempo de deslocamento por transporte coletivo, enquanto que o andar a pé independe grande parte da faixa salarial que a população pertence.

4.3 Recursos Naturais

Os recursos naturais estão associados ao nível salarial que cada família tem. Aqueles que tem condições de ter um automóvel e a liberdade de ir e vir sem a necessidade de mudar a forma de condução durante o percurso acaba sendo uma grande atratividade para a população que atingiu esse status, não migre para o transporte coletivo. O valor de aquisição e manutenção de um automóvel ou até mesmo a motocicleta impacta nas despesas familiares, principalmente nos últimos meses em função do valor dos combustíveis.

Na tabela 1 é apresentado uma comparação de transporte em relação ao consumo de combustível por passageiro por metro quadrado. Se considerarmos todos os veículos

analisados com uma condução na capacidade máxima, os valores ficariam da seguinte maneira:

Tabela 1: comparação do tipo de transporte em relação ao consumo de combustível por passageiro por metro quadrado [13].

Modo de Transporte com plena lotação	Gramas Equivalentes por Petróleo para mover 01 passageiro por metro quadrado (GEP/PASS-km ²)
Ônibus articulado	3,2
Ônibus biarticulado	3,5
Ônibus comum	4,1
Metrô	4,3
Motocicleta	11,0
Automóvel	19,3

Nota-se que o automóvel tem a proporção mais deficiente no quesito de utilização de recursos naturais. Se essa tabela fosse colocada as condições reais de utilização, isto é, apenas 1 ocupante por veículo, essa proporção tende a aumentar em relação aos outros meios de transporte.

5. OS VEÍCULOS ULTRACOMPACTOS

Os veículos ultracompactos não têm o conjunto de atribuições como os carros convencionais, mas em contrapartida a otimização do espaço, principalmente em cidades adensadas e espraiadas como São Paulo, é uma alternativa que deve ser analisada.

Assim como ocorreu no Brasil, os veículos ultracompactos também não tiveram a aceitação esperada no mercado automobilístico, pois está longe de ter status com o veículo desse e a atratividade acaba sendo prejudicada.

Desses veículos, o mais divulgado devido ao baixo preço e propósito está no Tata Nano em 2008, veículo que pertence à montadora Tata Motors e que tinha um apelo muito alto referente ao valor de aquisição e baixo consumo de combustível. O veículo foi descontinuado ao completar 10 anos de existência, seja pela falta de confiabilidade ou pela simplicidade que o modelo oferecia [14].

Na Tabela 2 são apresentados os modelos de veículos ultracompactos que estão sendo comercializados, que foram comercializados, como aqueles que ainda podem vir a ser.

Tabela 2: dimensões dos veículos ultracompactos encontrados no mercado mundial.

Item	Veículo Ultracompacto	Ano	Fabricante	Origem	Dimensões (metros) C - comprimento; L - largura; e H - altura			Número de Assentos	Massa do veículo (Kg)
					C	L	H		
1	i-Road	2013	Toyota	Japão	2,35	0,85	1,45	2	300
2	Twizy	2016	Renault	França	2,33	1,23	1,45	2	690
3	New Mobility Concept	2016	Nissan	Japão	2,33	1,23	1,45	2	500
4	Baojun E100	2017	SAIC-GM-Wuling	China/ EUA	2,48	1,50	1,67	2	800
5	Baojun E200	2018	SAIC-GM-Wuling	China/ EUA	2,48	1,50	1,62	2/3	800
6	Microlino (Isetta)	2019	Micro Mobility-Tazzari	Suiça	2,43	1,50	1,45	2	435
7	Tata Nano	2008 - 2018	Tata Motors	Índia	3,04	1,49	1,65	4	600
8	Li Mobilis	2013	Mobilis	Brasil	2,67	1,59	1,59	2/4	450
9	Li Mobilis	2013	Mobilis	Brasil	2,67	1,59	1,59	2/4	450
10	Zoe Q210	2012	Renault	França	4,00	1,70	1,56	5	1943
11	Zoe Q240	2013	Renault	França	4,00	1,70	1,56	5	1943
12	E-GO Life 20	2017	e-Go Mobile AG	Alemanha	3,34	1,74	1,58	4	1600
13	E-GO Life 30	2017	e-Go Mobile AG	Alemanha	3,34	1,74	1,58	4	1600
14	E-GO Life 40	2017	e-Go Mobile AG	Alemanha	3,34	1,74	1,58	4	1600
15	Hiriko (dobrável)	2012 - 2015	Hiriko Driving Mobility	Espanha	2,63/ 2,00	1,75	1,54/ 2,00	2	500
16	P-NUT (protótipo)	2009	Honda	Japão	3,40	1,75	1,44	3	s/i
17	Smart ForTwo Drive	2000	Mercedes Benz	Alemanha	2,69	1,89	1,55	2	890/ 1085

Desses veículos, foram selecionados aqueles com dimensões atrativas ao estudo, que foram do item 1 ao 6, isto é, aqueles em que a largura não ultrapassasse 1,50 metro e o comprimento não ultrapassasse 2,50 metros. E, que pudesse transportar duas pessoas.

6. A RADIAL LESTE: ANÁLISES DE VEÍCULOS E USUÁRIOS

A Radial Leste na cidade de São Paulo faz parte de um conjunto de avenidas que foram planejadas para a expansão e crescimento da cidade com o Plano de Avenidas em 1945. Como a Zona Norte tem a Serra da Cantareira, a Zona Oeste sem oferta de espaço e a Zona Sul as represas, a Zona Leste foi a região que mais expandiu nas últimas décadas.

A avenida tem muitos nomes, começando sentido centro bairro com a Av. Alcântara Machado, Rua Mello Freire, Av. Conde de Frontin, Av. Antônio Estevão de Carvalho e Av. Dr. Luís Aires no bairro de Itaquera.

Essas avenidas formam um conceito que é conhecido como Radial Leste e concorre com a Marginal Tietê sentido zona leste e as avenidas de menor porte como Av. Celso Garcia e Av. Rangel Pestana.

Como a população na Zona Leste chega a ter 3,9 milhões de habitantes, essa região supera a população do país Uruguai, de modo que grande parte se desloca todos os dias pela Radial Leste, tendo todos os dias úteis a faixa reversiva, que é uma saída para dirimir o volume de veículos.

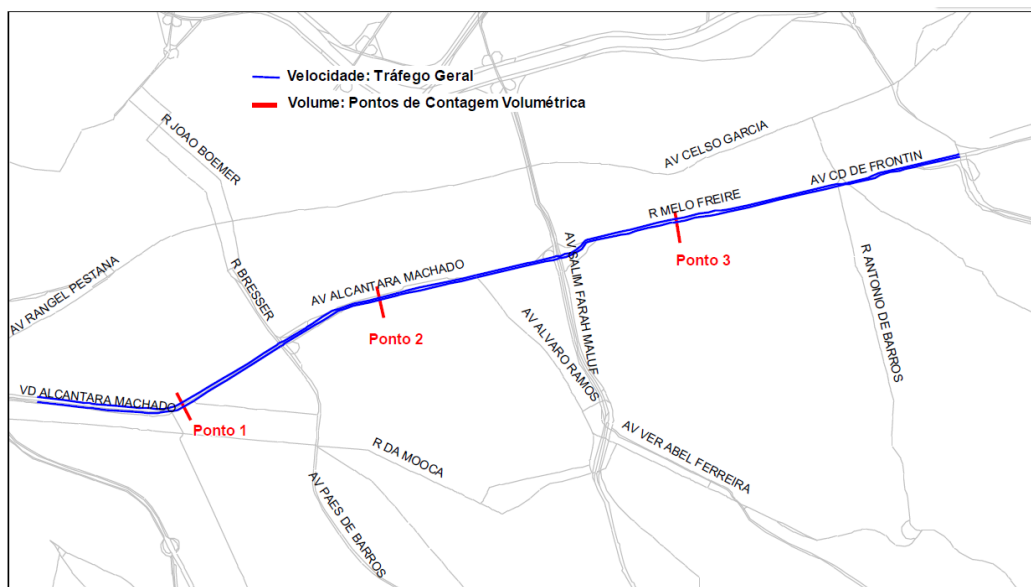


Figura 2: A Radial Leste sentido centro-bairro [15].

6.1 O volume de veículos no trecho mais adensado da Radial Leste

A partir dos dados disponibilizados pela Companhia de Engenharia de Tráfego da cidade de São Paulo no Relatório de Pesquisa e Mobilidade, no período de 06 de abril a 13 de abril de 2015, entre as 07:00 e as 10:00 horas da manhã, horário de pico, foram extraídos os seguintes dados como mostra na Tabela 3 [15]:

Tabela 3: Volume de veículos extraídos pela CET no mês de abril de 2015.

Ponto 1	Total de veículos = 24702				
Sentido: Bairro ao Centro					
Período: 06/04/2015 a 13/04/2015					
Horário:	Auto	Ônibus	Caminhões	Motos	Bicicletas
7:00 às 8:00	6693	152	11	2029	18
8:00 às 9:00	6077	139	8	2318	11
9:00 às 10:00	5507	114	19	1597	9
Total	18277	405	38	5944	38
% total de veículos	73,99	1,64	0,15	24,06	0,15

Dentre os 24.702 veículos registrados neste período, o volume de automóveis representa 73,99%, as motocicletas 24,06% e os ônibus 1,64% do total, compreendendo praticamente 99,70% dos veículos que percorrem a via. A quantidade de bicicletas e caminhões que circulam é muito pequena comparada aos três modais anteriores. Esta relação pode ser visualizada no Gráfico 2 a seguir:

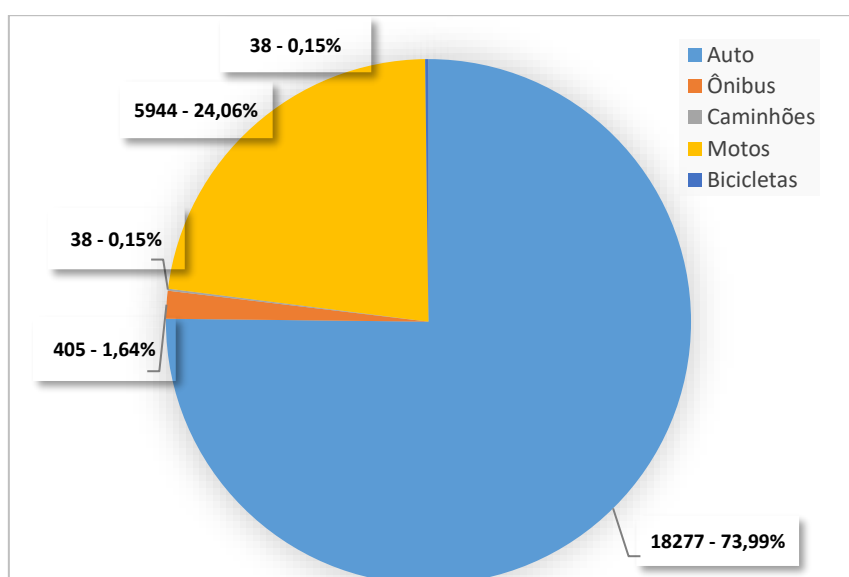


Gráfico 2: Contagem Volumétrica de Veículos – Ponto 1 – 06/04/2015 a 13/04/2015 – 7:00 às 10:00 – quantidade por modal e porcentagem relativa.

A quantidade média de passageiros transportada em cada modal de veículo e a área ocupada por este veículo é representada na tabela 3.

Tabela 3: Quantidade e relação média de usuários por modal.

Modal	Quantidade média de passageiros transportados por veículo	Comprimento do veículo (m)	Área média ocupada pelo veículo (m ²)	Quantidade de passageiro por área média ocupada pelo veículo (passageiros / m ²)
1 ônibus básico	Mínimo de 70 passageiros sentados ou em pé ⁽¹⁾	14 ⁽¹⁾	50 m ² ⁽²⁾	1,4000
1 carro médio	1,2	4,22 ⁽³⁾	21 m ² ⁽²⁾	0,0571
1 bicicleta	1	1,70	1,92 m ² ⁽²⁾	0,5208
1 motocicleta	1	2,053 ⁽⁴⁾	5,30 ⁽⁶⁾	0,1886
1 caminhão VUC	2 (motorista e ajudante)	7,20	25,71 ⁽⁵⁾	0,0778
1 veículo ultracompacto	1,2	1,50	11,25	0,1067

6.2. Dimensões das faixas do trecho em estudo da Radial Leste

O trecho em análise está no sentido bairro-centro e é representado nas Figuras 1 e 2 e são compostas por quatro faixas. Este conjunto de faixas tem em média 10,5 metros de largura total, sendo que as três faixas têm 2,5 metros e a restante, quarta faixa destinada aos ônibus, tem 3 metros. Essa largura de faixa de 2,5 metros é a mínima permitida e está estabelecida no Código de Trânsito Brasileiro.

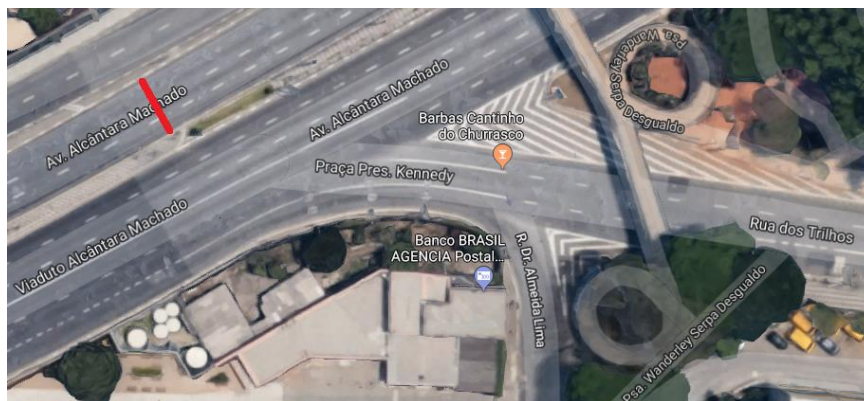


Figura 2: Localização das faixas em análise da Radial Leste. Fonte: Google Maps

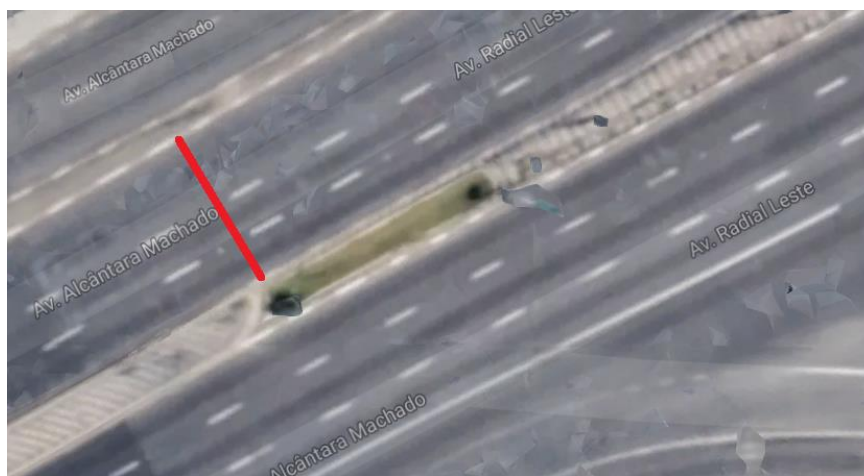


Figura 3: Detalhe das quatro faixas da Av. Alcântara Machado. Fonte: Google Maps

Atualmente estas quatro faixas são ocupadas por automóveis, motocicletas, ônibus e minoritariamente por bicicletas e caminhões. Como as faixas são muito estreitas para os automóveis, as motocicletas não têm possibilidade para circular entre os veículos, ou seja, no corredor, ocupando assim, espaços que poderiam ser ocupados por automóveis ou veículos ultracompactos.

6.3 Comparação entre as ocupações de veículos no trecho da Radial Leste de maior fluxo

Para analisar o fluxo de veículos e também de passageiros, são considerados três cenários: os ônibus, os veículos atuais e os veículos ultracompactos. A situação é mesma coletada, isto é, com congestionamento no horário de pico.

O afastamento entre os veículos é considerado de 1 metro na frente e atrás. Dessa forma, o ônibus de 14 metros de comprimento é utilizado o valor de 16 metros. Os automóveis têm um comprimento de 5,50 metros já considerando os afastamentos e os veículos ultracompactos, um comprimento de 3,50 metros.

A partir desses dados, pode-se considerar uma relação entre o comprimento ocupado pelo ônibus com os comprimentos dos automóveis e dos veículos ultracompactos.

Referente ao comprimento do ônibus, que é tomada como a base dos cálculos, pode-se considerar a relação de: 2 ônibus: 6 automóveis: 9 veículos ultracompactos, resultando em um fator de proporcionalidade de 1:3:4,5.

A partir dos dados da CET utilizados na Tabela 3 podemos obter os seguintes valores para transporte de passageiros / hora [15].

Tabela 4 – Quantidade média total de passageiros transportados por hora.

Veículo	Quantidade de veículos (veículo/h)	Fator de proporcionalidade em relação ao comprimento do ônibus	Quantidade equivalente de veículos (veículo/h)	Quantidade média de passageiros transportados por veículo	Quantidade média total de passageiros transportados por hora
Ônibus	135	1	135	70	9.450
Automóvel médio	6.092,3	3	18.277	1,2	21.933
Ultra-compactos	6.092,3	4,5	27.415	1,2	32.898

Para cada modal, utilizando-se os fatores de proporcionalidade, pode-se calcular a quantidade média de usuários por veículo e a quantidade média total de usuários por hora. Com estes resultados, pode-se analisar três cenários:

- Cenário 1: ônibus (uma faixa) e automóveis médios (3 faixas);
- Cenário 2: ônibus (uma faixa), automóveis (uma faixa) e ultracompactos (duas faixas); e
- Cenário 3: ônibus (uma faixa) e ultracompactos (3 faixas).

A Tabela 5 mostra os três cenários com o total de usuários por hora no horário de pico.

Tabela 5 – Tabela dos três cenários, total de usuários transportados por hora e porcentagem adicional de usuários transportados em relação ao cenário 1.

Cenários	Modal de transporte	Total de passageiros transportados por modal por hora	Total de passageiros transportados por hora	Porcentagem adicional de passageiros transportados em relação ao cenário 1
1	1 faixa para ônibus	9.450	31.383	0,00 %
	3 faixas para carros	21.933		
2	1 faixa para ônibus	9.450	38.693	23,29 %
	1 faixa para carros	7.311		
	2 faixas para microcarros	21.932		
3	1 faixa para ônibus	9.450	42.384	35,00 %
	3 faixas para ultracompactos	32.898		

A partir da Tabela 5 pode-se observar que para o cenário obtido dos dados da CET são transportados 31.383 usuários por hora pelos modais ônibus e automóveis, utilizando-se uma faixa para ônibus e 3 faixas para os automóveis.

Como nem todos os usuários de automóveis abrem mão do conforto, não haverá a substituição de todos os usuários por veículos ultracompactos. O cenário 2 tem uma faixa para ônibus, uma para automóveis e duas para ultracompactos. Nessa análise é possível a utilização de 38.693 usuários, que representa 23,29% a mais que o Cenário 1.

Substituindo-se todas as faixas de automóveis para faixas de veículos ultracompactos, ou seja, havendo somente uma faixa de ônibus e as 3 faixas para ultracompactos, é possível que 42.384 pessoas utilizem a via no período de uma hora, obtendo-se assim um acréscimo de 35% de usuários.

Outro fator interessante é o de que na situação atual onde uma das faixas é destinada para ônibus e três faixas são destinadas para automóveis, não existe a possibilidade para circulação de motocicletas nos corredores, isto é, entre as faixas.

Desta forma, com os automóveis e motocicletas em movimento na Radial Leste, as motocicletas deverão permanecer alinhadas com os automóveis e competindo pela mesma faixa de rodagem. Essa configuração implica em uma redução de espaço na circulação dos automóveis.

Com a implementação de duas faixas para os veículos ultracompactos, há a possibilidade de permitir que as motocicletas ocupem um espaço entre as faixas para circularem, e isto resulta em um aumento de densidade de ultracompactos nas faixas para este modal, podendo-se assim ser utilizada por mais usuários.

Segundo os dados da CET, a quantidade de motocicletas que circula é de 1982 motocicletas por hora nos horários de pico. Como o comprimento de uma moto com os espaçamentos à frente e para trás é de aproximadamente 2,5 metros, o espaço ocupado por quatro motocicletas em uma faixa poderia ser substituído por 3 ultracompactos, aumentando-se assim a capacidade de utilização de usuários na via mais estreita e requisitada da zona leste do município de São Paulo.

7. CONCLUSÕES

Desde que a cidade de São Paulo se consolidou como principal cidade no Estado de São Paulo e do país, planejamentos e intervenções para maior fluidez no tráfego foram feitas. O principal ponto ocorreu na década de 1920 em que dois projetos foram concorrentes, o Plano de Avenidas e o Plano Integrador de Transportes. A escolha se deu em beneficiar o transporte individual em relação ao transporte coletivo.

Os incentivos para a fabricação de automóveis beneficiaram as multinacionais de modo que em diferentes décadas há uma interrupção em veículos nacionais, que nas épocas propostas, já eram concebidos como veículos ultracompactos e poderiam ter mudado a história da mobilidade urbana na cidade de São Paulo e nos grandes centros do país.

O comportamento humano ao longo do tempo está mudando as necessidades das pessoas e a mobilidade urbana faz parte desse contexto, principalmente nas opções compartilhadas de transportes. Esses segmentos ficam evidentes em como a mobilidade está voltada a oferta de diferentes serviços e modalidades que começam a ter na cidade de São Paulo e nos grandes centros. O compartilhamento de veículos ultracompactos pode ser uma das alternativas como apresentado.

As vias e a quantidade de faixas de rodagem são fixas, assim como as larguras das faixas. A Radial Leste apresenta a pior hipótese na cidade de São Paulo referente ao estreitamento das faixas e quantidade de pessoas que habitam a Zona Leste.

A introdução dos veículos ultracompactos por meio de compartilhamento é uma alternativa que possibilita o ganho no espaço das vias e consequentemente afeta no tempo de deslocamento. Como esses veículos selecionados como ultracompactos são mais espaçados em relação a faixa de rodagem, há uma tendência de aumentar a velocidade de trajeto.

Na condição atual da Radial Leste, as motocicletas circulam pelas faixas e não pelo corredor. Assim ocupam espaços dos automóveis. Com a utilização de duas faixas para veículos ultracompactos, Cenário 2, haverá a possibilidade das motocicletas terem um espaço separado para circular. Dessa forma, não há a necessidade de ocuparem o espaço de um automóvel ou veículo ultracompacto, resultando naturalmente o aumento adicional de capacidade de fluxo nas faixas destinadas aos automóveis e ultracompactos.

Como a análise foi considerada na pior hipótese de largura de faixa, impossibilita a criação da terceira faixa para os veículos ultracompactos. Se essa análise for em outras vias, como por exemplo a Av. Vinte e Três de Maio, há a possibilidade de se ter uma terceira faixa de rodagem a partir de duas faixas convencionais.

No Cenário 3, com todas as três faixas da Radial Leste sendo utilizadas pelos veículos ultracompactos, há um ganho de 35% na utilização, seja no acréscimo de usuários em veículos ultracompactos ou no ganho do espaço. Caso a opção seja no ganho de espaço, haverá um aumento na fluidez dos veículos e, consequentemente, menor tempo de trajeto.

Para estudos futuros é fundamental a análise dos propulsores elétricos dos veículos ultracompactos, pois impactam diretamente na melhoria da qualidade do ar na cidade de São Paulo como em outros grandes centros.

11. REFERÊNCIAS

- [1] QUEIROGA, E. F. A Megalópole do Sudeste Brasileiro: a formação de uma nova entidade urbana para além das noções de macro-metrópole e de complexo metropolitano expandido. Xi Encontro Nacional de pós Graduação e Pesquisa em planejamento Urbano e Regional – ANPUR. Salvador, 2005.
- [2] ROIG, C. A. A relação entre a população e consumo interpretada a partir da geografia do consumo coletivo: um estudo para a macro-metrópole paulista. Tese de Doutorado do Curso de Pós-Graduação em Ciência do Sistema Terrestre. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. São José dos Campos, 2017.
- [3] PEREIRA, E. Histórias e curiosidades da Radial Leste, via que ganha o mundo na Copa. Folha de São Paulo. Maio de 2014.
- [4] PUBLICAÇÃO IBGE. Link: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-paulo/panorama>. Acesso em 04 de junho de 2018.
- [5] SILVA, A. C. E. Tudo é passageiro. Annablume Editora, 1ª edição 2015.
- [6] MACHADO, L., PINHONI, M. Entenda a licitação para a concessão de ônibus da cidade de SP. Publicação G1. Website: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2019/02/06/entenda-a-licitacao-para-a-concessao-do-transporte-publico-da-cidade-de-sp.ghtml>. São Paulo, fevereiro de 2019.
- [7] PUBLICAÇÃO METRO, 2018. Pesquisa Origem Destino. http://www.metro.sp.gov.br/pesquisa-od/arquivos/2018_12_12_Balanco_OD2017_Instituto_de_Engenharia_site_metro.pdf.
- [8] VASCONSELLOS, E. Risco no trânsito, omissão e calamidade: impactos do incentivo à motocicleta no Brasil. São Paulo, 2013.
- [9] DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito Relatórios de Gestão. Brasília, anos 2001 a 2007. Estatística da frota de veículos no Brasil, Brasília – 2012.
- [10] VASCONCELOS, E. A. Mobilidade Urbana e Cidadania. Rio de Janeiro: Senac Nacional, 2012. 216p.
- [11] GALLO, R. Experiência em SP mostra que carros usam 17 vezes mais espaço para levar mesmo número de gente que um ônibus. Folha de São Paulo. Janeiro de 2015.
- [12] PUBLICAÇÃO CMSP. Metrô Pesquisas OD 2007-2012. <http://www.metro.sp.gov.br/metro/arquivos/mobilidade-2012/relatorio-sintese-pesquisa-mobilidade-2012.pdf>, 2013.
- [13] PUBLICAÇÃO ANTP. Vantagens diretas para a sociedade. Web: <http://www.antp.org.br/fretamento/vantagens-para-a-sociedade.html>. Retirado dia 19 de março de 2019.
- [14] GRANDE, P. C. Teste: Tata Nano, de mais barato do mundo ao fracasso. Revista Quatro Rodas. Julho de 2018.
- [15] PUBLICAÇÃO CET. Mobilidade no Sistema Viário Principal. Volume e Velocidade – 2015. Setembro de 2016.