

UMA ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA NA MOBILIDADE URBANA DE CURITIBA

Autor: Ivo Reck Neto¹

1. INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana pode ser considerada uma das principais necessidades das populações que vivem nas grandes cidades. Conforme os dados do Censo Demográfico de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 85% dos brasileiros vivem nos meios urbanos, indicando que a realidade brasileira se encontra alinhada com os desafios globais. Aliado à este cenário, soma-se o fato de que, no Brasil, a energia consumida pelo setor de transportes corresponde a 32,2% do consumo global (EPE, 2016). Por isto, o uso excessivo do automóvel nas cidades deve ser amplamente debatido.

O tema discute a problemática do consumo de energia pelos modos do transporte urbano, tendo Curitiba como referência, cidade reconhecida mundialmente pelo seu sistema de transporte público, através de uma análise da taxa de ocupação dos sistemas ofertados no transporte individual e coletivo, comparando com indicadores de consumo por modal, existentes na literatura.

O desenvolvimento das cidades, no século XX, foi amplamente influenciado pelo movimento modernista que preconizava a divisão da cidade em 04 funções: habitar, trabalhar, circular e lazer. Desta forma, a compartimentação gera, inevitavelmente, a necessidade de deslocamento. No século XXI, o desafio tem se ampliado com o crescimento dos grandes centros que, por sua vez, está diretamente ligado com a questão da mobilidade urbana.

Outra característica importante inerente ao processo de urbanização no último século é que este se dá no contexto da industrialização e seus modos de produção. O crescimento dos centros urbanos levou também a um crescimento do consumo de produtos. Os modelos de produção, tais como o Fordismo e o Toyotismo, criados para atender o desejo do ser humano, pela propriedade, principalmente do automóvel, deram início ao surgimento de uma produção massiva de itens, bens e produtos em escalas extraordinariamente maiores do que as atingidas por produções antes manuais.

O automóvel aparece como um grande precursor desse sistema desenvolvimentista e predador e, conforme Rifkin (2016), o próprio termo automóvel transmite a ideia econômica clássica de que a natureza humana é guiada pela busca de

¹ Engenheiro Ambiental pela PUCPR, especialista em Transporte Terrestre pela UPM – Universidad Politécnica de Madrid, e mestre em Meio Ambiente e Desenvolvimento – PPGMADE/UFPR.

autonomia e mobilidade, cada pessoa é soberana de seu próprio domínio. Os norte-americanos associam de longa data a ideia de liberdade à autonomia e mobilidade. Ser autônomo é ser dono de seu destino, ser autossuficiente e não dependente ou preso aos outros. Rifkin (2016) reforça que na era capitalista, passa-se a definir liberdade em termos negativos, como o direito de excluir. O automóvel tornou-se o símbolo de nossa noção de liberdade e consumo exaustivo de energia demandando mais geração e novas fontes.

Sob esta perspectiva, é possível apontar diversos fatores que ampliam a problemática da mobilidade nas cidades brasileiras: políticas públicas; planejamento urbano e impactos ambientais.

No Brasil, a mobilidade urbana obedece a uma política não explícita, que centraliza o automóvel como o principal meio de transporte. Conforme o Departamento Nacional de Trânsito - DENATRAN (2018), a frota atual no Brasil é de 91 milhões de veículos, sendo que, em 2001, era de 31,9 milhões. Quanto aos automóveis, hoje, eles correspondem a 52,7 milhões, quando antes, em 2001, eram 21,2 milhões. Isso representa um aumento de 272% em 17 anos.

Nos centros urbanos, a capacidade das vias não acompanham o crescimento dessa frota, impedindo tanto os carros luxuosos como os populares de circularem com fluidez pelas ruas. O aumento dos engarrafamentos não prejudica apenas os usuários de automóveis, eles afetam diretamente a qualidade do serviço de transporte público coletivo, resultando no aumento da tarifa e perda de usuários (ORTUZAR, 2000).

O uso dos meios de transporte implica o consumo do espaço viário e de energia, bem como a produção de impactos negativos, na forma de prejuízo aos demais usuários, principalmente congestionamentos, poluição e acidentes. O estudo dos níveis de consumo e destes impactos tem sido feito há várias décadas, principalmente na Europa (VASCONCELLOS, 2006). Para Cervero (2016), o crescimento da demanda por mobilidade para as populações urbanas traz externalidades tais como o espraiamento das cidades, a gentrificação e a redução do espaço público disponível para as pessoas.

Os usos de energia são classificados em cinco setores: residencial, comercial, industrial, insumos e transportes. Estimativas globais do uso de energia do mundo mostram o setor industrial com o de maior consumo, 40% do total; os setores residencial e o de transportes respondem por 22% cada um; seguidos do setor de insumos com 9% e o setor comercial com 7%. De todas as fontes energéticas disponíveis, renováveis e não renováveis, o petróleo, principal fonte da matriz energética mundial, contribui com mais de 90% da energia consumida pelo setor de transportes. O carvão mineral e o gás natural, segunda e terceira fontes energéticas mais importantes, destinam a maior parte

de suas contribuições para a produção de calor e eletricidade, bem como para uso direto ou indireto nos setores industrial, residencial e comercial (RECK e VOI, 2015).

A utilização do petróleo como principal fonte energética para o setor de transportes no mundo e sua condição de recurso não renovável requer atenção redobrada, tanto por apresentar reservas limitadas como por ser o principal causador de emissão de poluentes na atmosfera. O setor tem sido na maioria dos países, o maior consumidor de petróleo e aumentou sua participação de 42% para 57%, entre 1973 e 2002, o que representou um acréscimo no consumo de 903,5 Mtep (milhões de toneladas equivalentes de petróleo) para 1.740,8 Mtep e demonstra a inflexibilidade energética do setor de transportes (IEA, 2005).

Do total de petróleo consumido no mundo em 2011, 62% destinou-se ao setor do transporte. Esta demanda aumentou 40% no período de 1973 a 2011, quando atingiu o valor de 2.263 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep). Em 2011, outras fontes de energia, como o carvão (33,28 Mtep), o gás natural (17,6 Mtep), a eletricidade (10,53 Mtep), os combustíveis renováveis e outras fontes, como geotérmica, solar, hidroelétrica, energia térmica e eólica, também tiveram seus consumos relacionados ao transporte, porém em proporções significativamente inferiores às do petróleo (D'AGOSTO, 2015).

Segundo dados da Empresa de Planejamento Energético, em 2011, o óleo diesel representou 49% de toda a energia consumida em transportes, totalizando 35,9 Mtep. Em 1970 esse valor não passava de 4,5 Mtep. A segunda fonte de energia mais utilizada em transportes no Brasil é a gasolina, que responde a 28% do total; em terceiro lugar, o álcool etílico (etanol) 14,5%.

Outro fator que deve ser considerado nesse aumento de consumo de combustíveis é que os deslocamentos, as distâncias, estão aumentando. Segundo o CEBDS (2001), constatou-se que, a partir do início do século XX, o número de deslocamentos utilizando transporte motorizado cresceu vertiginosamente, com grande destaque para o uso do automóvel. No mesmo período, houve um declínio da caminhada e do uso das bicicletas.

Aliado à questão política e espacial, o consumo de energia é um tema fundamental para o planejamento das cidades contemporâneas, uma vez que estas precisam direcionar melhor seu consumo de energia. Uma forma de agir, neste sentido, é reduzir os deslocamentos individuais motorizados com a melhoria do transporte coletivo, o que tornaria as cidades energeticamente mais eficientes no quesito da mobilidade. As políticas públicas devem trabalhar nesse caminho, buscando medidas e meios que viabilizem e incentivem as pessoas a reduzirem suas necessidades de deslocamento e, se for necessário que o uso de modais menos poluentes e mais eficientes seja prioritário.

Atualmente, percebe-se um rápido crescimento dos problemas de saúde pública porque grandes segmentos da população, em vários lugares do mundo, tornaram-se sedentários, uma vez que os carros fazem todo o transporte porta a porta (GEHL, 2013). Hillmann (1993) destaca que, hoje, médicos precisam recomendar o caminhar aos pacientes porque é um hábito que propicia qualidade de vida.

Na perspectiva de eficiência energética na mobilidade tem-se o conceito de cidade sustentável que, segundo GEHL (2013), é baseada na ideia de que grande parte da composição dos deslocamentos deve ocorrer por meio da “mobilidade verde”, ou seja, deslocar-se a pé, de bicicleta ou por transporte público. Esses meios proporcionam acentuados benefícios à economia e ao meio ambiente, reduzem o consumo de recursos, limitam as emissões e diminuem o nível de ruídos. O autor reforça que o desejo por uma cidade saudável é intensificado se o caminhar ou o pedalar forem etapas naturais do padrão de atividades diárias.

Para aprofundar a questão da eficiência energética, é importante ter clareza quanto a algumas classes dos meios de transporte para que se possa diagnosticar e indicar ações que possam contribuir para melhorar o consumo de energia, que são:



NÃO MOTORIZADOS:
Pedestres; Bicycletas; Bicycletas Elétricas



MOTORIZADOS PÚBLICO, COLETIVO OU DE MASSA:
Ônibus; BRTs; Sobre trilhos



MOTORIZADOS INDIVIDUAIS:
O automóvel; Carros elétricos; Motocicletas

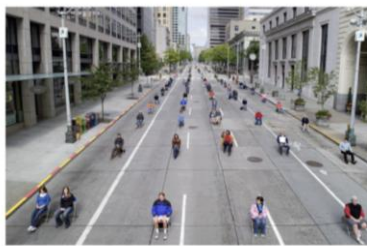


COMPARTILHAMENTO:
Bicycletas compartilhadas; Carros compartilhados.

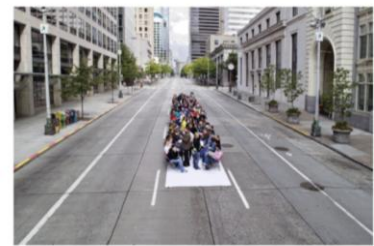
É válido lembrar que, a utilização dos modais de transporte perpassa pela questão do consumo do espaço e de energia, conforme mostra a Figura 1 a seguir que demonstra 200 pessoas em 140 automóveis.



Automóvel



Espaço ocupado pelo automóvel



Ônibus Biarticulado

Figura 1 - CONSUMO DE ESPAÇO POR TIPO DE MODAL FONTE: (ITDP, 2018)

Ao analisar as imagens, fica evidente que o consumo de espaço pelo automóvel é grande se comparado ao transporte coletivo. Sob a perspectiva energética, utilizando-se 75 kg - peso médio de deslocamento de uma pessoa adulta, 1.300 kg - o peso de um veículo) e 35.000 kg - peso de um ônibus tipo bi-articulado), pode-se concluir que o automóvel também é menos eficiente uma vez que a energia despendida no deslocamento destina-se para mover mais de 1 tonelada que representa a massa do veículo. No caso de um ônibus biarticulado com aproximadamente 200 passageiros, cada pessoa representa menos de $\frac{1}{5}$ de tonelada.

A ineficiência do setor de transportes está intrinsecamente vinculada com as características dos veículos utilizados e a distribuição do seu uso, principalmente no transporte de passageiros nos centros urbanos, que consome cerca de 45,36% do total da energia consumida pelo setor de transportes no Brasil (MORAES, 2005). Ainda, segundo os dados consolidados da Pesquisa Origem e Destino realizada em Curitiba (IPPUC, 2017) abrangendo os municípios que compõem o Núcleo Urbano Central – NUC da Região Metropolitana de Curitiba – RMC, das viagens realizadas na região do estudo, 71% são em modos motorizados, das quais 62,5% realizadas por transporte individual e 36,4% por transporte coletivo.

Apesar da quantidade de viagens realizadas pelo transporte individual e coletivo serem muito próximas no Brasil, há uma discrepância relacionada ao consumo de energia dos principais modais urbanos. Enquanto os modais de transporte coletivo consomem 24% da energia gasta pelo transporte, os carros gastam 72%. Afirma-se que cada viagem no modo carro consome o triplo de energia do que se fosse realizada em transporte público (ANTP, 2012).

D'Agosto (2015) apresenta exemplos do consumo em uso final de energia, para os diferentes tipos de transporte de passageiros, em que é possível observar dois extremos. A bicicleta a tração humana é o modo de transporte, não motorizado, que apresenta o menor consumo de energia primária em kJ/pass – km (quilojoule/passageiro x quilômetro). Por outro lado, o automóvel, é o modo de transporte que apresenta o maior consumo, conforme a TABELA a seguir.

TIPO DE TRANSPORTE	kJ/pass/km
Caminhada	208
Corrida	283
Bicicleta - tração humana	112
Bicicleta elétrica	418
Motocicleta a gasolina	1459
Carro a gasolina	2766
Carro híbrido	1412
Ônibus padrão	266
Ônibus convencional	255

Tabela 1 - CONSUMO DE ENERGIA POR TIPO DE MODAL FONTE: D'AGOSTO, 2015.

Como referência para o consumo de energia em ônibus modelo biarticulados, Hofstrand (2008) considera a relação de um litro de diesel para megajoule (MJ). Um litro de diesel corresponde a 38,7 MJ.

De acordo com Salomon (2015), um carro que pesa 1.500 kg e transporta uma pessoa de 70 kg é um dos principais fatores a se refletir na discussão do consumo de energia.

2. ESTUDO DE CASO: CURITIBA

As grandes transformações urbanas da cidade de Curitiba ocorreram no início da década de 1970, por meio da execução de projetos baseados no plano diretor desenvolvido por Jorge Wilhelm na década de 60, cuja metodologia estava fundamentada no tripé: uso do solo, transporte coletivo e circulação (IPPUC, 2009). Para Choay (2007), essa foi a estratégia para evitar cair nos equívocos propostos pelo urbanismo modernista, como a segregação do tecido urbano determinada pelas atividades realizadas, presente no conceito da funcionalidade dos espaços preconizados por LeCorbusier.

Para Gnoato (2006) a influência das teorias urbanas de Jane Jacobs foi clara sobre os conceitos de urbanismo aplicados em Curitiba. Para a autora, quanto mais funções uma área possuir, mais segura essa será para sua comunidade: “uma rua viva sempre possui usuários e observadores” (JACOBS, 2007). Isso indica que funções distintas devem coexistir, atraindo as pessoas em tempo integral. Dessa forma os planejadores da cidade voltaram suas atenções para a transformação das ruas existentes, dando-lhes vida em todos os períodos do dia.

A lei de zoneamento, aprovada em 1975, considerou o uso do solo e seus desdobramentos (coeficiente de aproveitamento e de altura dos edifícios) atrelados às concepções dos Eixos Estruturais e do sistema de transporte coletivo (GNOATO, 2006).

O Transporte em Curitiba ganhou destaque no início dos anos 1970 e é responsável até hoje pela sua estruturação urbana e em grande parte pela sua identidade – assim como os cariocas identificam sua cidade com o mar, mesmo quando moram a dezenas de quilômetros da praia, os curitibanos enxergam sua cidade a partir do sistema de transporte. E isso não é apenas uma imagem veiculada pelos meios de comunicação, mas efetivamente a forma urbana da cidade é em grande parte decorrente da articulação entre um sistema viário e de transporte e o zoneamento urbano (ANTP, 2006).

Curitiba continuou apresentando projetos urbanos inovadores no cenário brasileiro e, desde os anos 80, as ciclovias tornaram-se elementos dos parques urbanos e opção de deslocamento, principalmente aproveitando faixas de preservação (como margens de rios e da linha férrea). Essas duas faces dos meios de locomoção urbana deram grande visibilidade à cidade no cenário internacional, promovendo um incremento nos deslocamentos cotidianos da população, seja por meio de transporte coletivo motorizado, seja por bicicletas (DUARTE, 2006).

Por outro lado Curitiba é uma das cidades brasileiras com maior crescimento do número de veículos privados por habitantes. A partir de dados publicados pelo IBGE e do Denatran, o índice de veículo particular por habitante está na ordem de um para cada 70 habitantes – à frente de todas as capitais das regiões Sul e Sudeste (DENATRAN, 2017). De acordo com estudo sobre mobilidade urbana no Brasil do Ministério das Cidades e da ANTP (2004), 35% da população de cidades com mais de 1 milhão de habitantes faz deslocamentos acima de 500 metros a pé – em Curitiba esse número é de 21%. Outra possibilidade de deslocamentos são os cerca de 3000 táxis que circulam na cidade, em proporção de 1 táxi para cada 633 habitantes – índice próximo à média nacional de 1/700. Mais recentemente sistemas por aplicativos de carros compartilhados ampliaram fortemente a oferta de serviços semi-públicos de transporte coletivo individual. Especulase que há atualmente uma frota adicional de 10 mil veículos nessa categoria.

Conforme os dados do DENATRAN (2017) e URBS (2017), a frota de veículos em Curitiba cresceu 12% entre 2011 e 2016 e o número de passageiros do transporte coletivo caiu aproximadamente 21%. Essa evasão tem relação direta com os incentivos ao acesso aos meios motorizados e a precarização dos sistemas de transporte público, criando um ciclo vicioso, mais carros nas ruas, menos usuários no transporte coletivo, precarização do sistema e assim por diante.

Destaca-se na tabela a seguir uma comparação entre a evolução da frota de veículos entre 2011 e 2016 e a quantidade de passageiros transportados pelo transporte coletivo, no município de Curitiba.

Ano	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Frota de veículos	1.255.820	1.304.753	1.350.462	1.406.049	1.405.123	1.403.730
Passageiros TP	246.890.000	241.240.000	239.160.000	227.040.000	211.780.000	197.060.000

Tabela 2 - Frota de veículos x n° de passageiros do transporte coletivo Fonte: DENATRAN(2017) e URBS (2017) Adaptação: Autor.

2.1 DIAGNÓSTICO

Como o objetivo deste trabalho é chegar a um cenário próximo da realidade em determinados pontos da cidade, foram realizados estudos de campo utilizando-se de três métodos de pesquisas de tráfego: Contagem Volumétrica; Pesquisa de Frequência e Ocupação Visual de Veículos de Transporte Coletivo; e Pesquisa de Ocupação de Veículos Individuais por Amostragem – FOV (DNIT, 2006).

A. CONTAGEM VOLUMÉTRICA

O objetivo da pesquisa de contagem volumétrica é quantificar o total de veículos (automóveis, motos, bicicletas e outros) em circulação em pontos específicos. Habitualmente essa pesquisa é utilizada para analisar a capacidade viária e o nível de serviço da via².

B. PESQUISA DE OCUPAÇÃO DE VEÍCULOS

O objetivo da pesquisa de ocupação de veículos por amostragem, é estimar o número médio de passageiros ocupando automóveis no fluxo de tráfego.

Essa pesquisa é utilizada para avaliar o fluxo total de passageiros deslocando-se em automóveis na seção em estudo. O fluxo de veículos obtido

²Nível de Serviço – é definido como uma medida qualitativa das condições de operação – conforto e conveniência de motoristas, e depende de fatores como: liberdade na escolha da velocidade, finalidade para mudar de faixas nas ultrapassagens e saídas e entradas na via e proximidade dos outros veículos. Seis níveis de serviço são definidos: A, B, C, D, E e F. O nível A corresponde às melhores condições de operação e o nível de serviço F às piores.

nas contagens volumétricas no período de pesquisa é multiplicado pelo número médio de ocupantes da amostra determinando assim o fluxo total de pessoas transportadas pelo modo no período.

Os dados sobre ocupação são de grande importância para analisar possíveis reduções de grau de congestionamento, determinar custos de tempo de viagem para avaliações econômicas, avaliar a eficiência do transporte particular e coletivo, e outras situações (DNIT, 2006).

O manual do DNIT (2006) ressalta que, no campo específico dos transportes, os dados de ocupação são fundamentais no processo de modelagem de viagens e de sua alocação à rede viária existente. Uma vez definida pelo modelo a taxa de geração de viagens, é considerada a ocupação média para determinar a quantidade de veículos que circulará pelas vias.

C. PESQUISA DE FREQUÊNCIA E OCUPAÇÃO VISUAL - FOV

A pesquisa de Frequência e Ocupação Visual (FOV) tem por objetivo levantar a ocupação dos modais da rede de transporte urbano, bem como a frequência do serviço prestado. Este estudo é uma ferramenta essencial de atualização dos dados operacionais e calibração do modelo de simulação computacional, quando de interesse para um projeto.

Os níveis de ocupação considerados variam de 0 e 5, onde 0 significa veículo vazio e o nível 5 o de lotação máxima. Os níveis de ocupação de 1 a 4 correspondem a uma quantidade intermediária conforme indicado na TABELA a seguir.

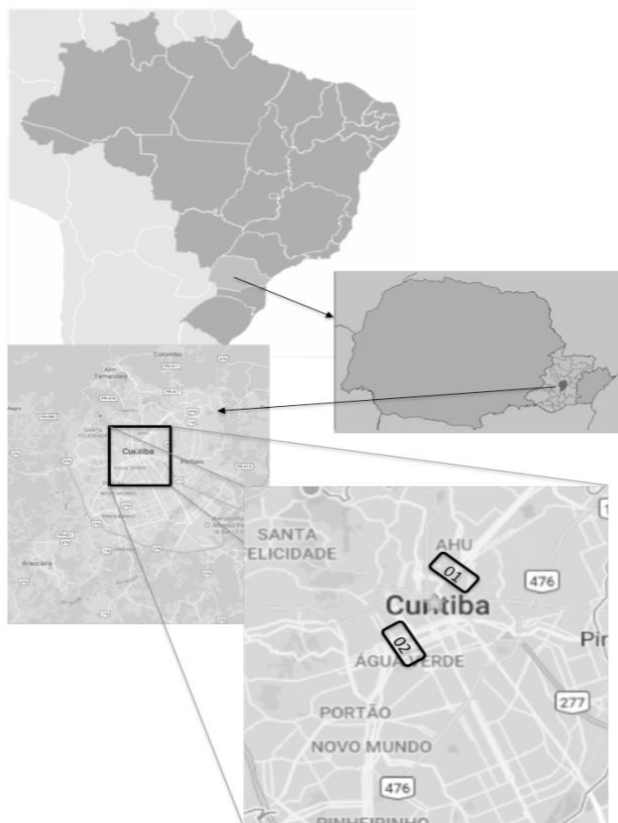
	0	1	2	3	4	5
Biarticulado	0	25	50	110	170	220
Convencional	0	15	35	45	60	80

Tabela 3 - Níveis de Ocupação ônibus Fonte: DNIT adaptado pelo Autor

Os níveis apresentados na tabela anterior são analisados por um método de observação executado por pesquisadores posicionados em locais estratégicos junto a via.

2.1.1 DEFINIÇÃO DOS LOCAIS DE PESQUISA

As pesquisas foram realizadas em duas seções do principal corredor de transporte coletivo da cidade, em regiões com maior densidade demográfica, especificamente o eixo norte – sul.



A seção 01 localizada no tramo norte, na interseção da rua Augusto Severo com as ruas Campos Sales e Avenida João Gualberto.

A seção 02 está localizada no tramo sul na interseção da rua Coronel Dulcídio com as avenidas Silva Jardim e Sete de Setembro.

Figura 2 - Indicação dos locais de pesquisa, na cidade de Curitiba. Fonte: Autor.

Para obter um dado representativo dos períodos de maior fluxo de veículos e passageiros, foi definido o horário de pico da manhã (6 às 9 horas) para os levantamentos de campo.

As pesquisas foram realizadas somente no sentido bairro – centro, nas duas seções estudadas. Esta escolha se justifica face à demanda ter característica pendular, ou seja, fluxos maiores no sentido bairro – centro pela manhã e do contrário, sentido centro – bairro no período de pico da tarde.

Os dois pontos escolhidos, compreendem zonas de alta densidade populacional. Importante frisar que nesses locais foi possível levantar todos os modais de transporte existentes no município, automóvel, ônibus convencional, ônibus corredor exclusivo (BRT) e bicicletas.

2.1.2 RESULTADOS

A seguir serão apresentados resumidamente os resultados da pesquisa. Ela contempla todos os veículos que circularam na seção 01 e na seção 02 e os passageiros transportados, conforme as contagens de campo.

2.1.2.1 - Seção 01 - Campos Sales/João Gualberto (norte).

A tabela a seguir apresenta os dados totais registrados nas pesquisas realizadas na seção 01, localizada na região norte.

Δ Faixa horária	Fluxo veículos			Fluxo pessoas		
	Ônibus	Automóvel	Bicicleta	Ônibus	Automóvel	Bicicleta
06:00 - 06:15	20	108	4	755	151	4
06:15 - 06:30	19	204	3	825	286	3
06:30 - 06:45	34	413	14	1860	578	14
06:45 - 07:00	35	644	16	1885	902	16
07:00 - 07:15	36	712	10	2460	997	10
07:15 - 07:30	26	728	9	1800	1019	9
07:30 - 07:45	24	851	16	1700	1191	16
07:45 - 08:00	35	784	14	2590	1098	14
08:00 - 08:15	35	815	10	2230	1141	10
08:15 - 08:30	25	812	15	1415	1137	15
08:30 - 08:45	31	786	14	1930	1100	14
08:45 - 09:00	14	756	9	825	1058	9
Total	334	7613	134	20275	10658	134

Tabela 4 - Fluxos totais seção 01 Fonte: autor

Destaque para a faixa horária das 07:30 às 07:45, conforme a Contagem Volumétrica circularam na seção 24 ônibus e 851 automóveis, fração horário com mais circulação de carros.

Analisando os dados da Pesquisa de Ocupação dos Automóveis, foram registrados um total de 1.087 carros cor prata durante o período do pico manhã. A pesquisa registrou que desses veículos 62% passaram pela seção com apenas o motorista, 35% com o motorista mais um passageiro e apenas 2% com três pessoas.

Considerando que passaram pela seção um total de 1.087 veículos e 1.526 passageiros, calcula-se uma média de aproximadamente 1,4 passageiro por automóvel, valor abaixo da capacidade do veículo, considerando que esse veículo pesa em torno de uma tonelada e ocupa um espaço de 12 m² (quando parado).

A pesquisa de Frequência e Ocupação Visual registrou na seção 259 ônibus convencionais e 75 ônibus biarticulados. Com a ocupação média respectivamente de 41 e 128 passageiros.

2.1.2.2 - Seção 02 - Silva Jardim/Sete de Setembro

Seguem abaixo os resultados totais das pesquisas realizadas na seção 02, localizada na região sul do eixo.

Δ Faixa horária	Fluxo veículos			Fluxo pessoas		
	Ônibus	Automóvel	Bicicleta	Ônibus	Automóvel	Bicicleta
06:00 - 06:15	3	103	4	75	138	4
06:15 - 06:30	6	221	6	480	296	6
06:30 - 06:45	6	423	1	540	567	1
06:45 - 07:00	8	683	14	940	915	14
07:00 - 07:15	10	906	16	860	1.214	16
07:15 - 07:30	12	1.093	18	1.490	1.465	18
07:30 - 07:45	9	1.169	17	1.340	1.566	17
07:45 - 08:00	11	855	16	1.950	1.146	16
08:00 - 08:15	12	1.050	21	1.420	1.407	21
08:15 - 08:30	8	1.013	24	1.110	1.357	24
08:30 - 08:45	11	1.081	20	1.380	1.449	20
08:45 - 09:00	7	814	16	1.180	1.091	16
Total	103	9.411	173	12.765	12.611	173

Tabela 5 - Fluxos totais seção 02. Fonte: autor

Destaque novamente para a faixa horária das 07:30 às 07:45. Conforme Contagem Volumétrica circularam na seção 9 ônibus e 1.169 automóveis.

Na avaliação da Pesquisa de Ocupação dos Automóveis, foram registrados um total de 1.612 carros cor prata durante o período da pesquisa. Analisando o gráfico a seguir com o total de veículos a cada quinze minutos, constatou-se que 67% dos veículos passaram pela seção com apenas o motorista, 30,6% com duas pessoas e apenas 1,18% com três pessoas. Considerando que passaram pela seção um total de 1.612 veículos e 2.165 passageiros, calcula-se uma média de aproximadamente 1,34 passageiro por automóvel.

Na seção dois a pesquisa FOV registrou apenas os biarticulados que circularam na avenida Sete de Setembro. Circularam no local durante a pesquisa 103 ônibus dos quais com uma ocupação média de 123 passageiros por ônibus.

A tabela a seguir apresenta os resultados nas duas seções e as respectivas proporções.

Seção	Fluxo de Veículo	%	Fluxo de Pessoas	%		
01	Ônibus	334	4,13	Ônibus	20.275	65,26
	Automóvel	7.613	94,21	Automóvel	10.658	34,31
	Bicicleta	134	1,66	Bicicleta	134	0,43
	Total	8.081	100	Total	31.067	100
02	Ônibus	103	1,06	Ônibus	12.765	49,96
	Automóvel	9.411	97,15	Automóvel	12.611	49,36
	Bicicleta	173	1,79	Bicicleta	173	0,68
	Total	9.687	100	Total	25.549	100

Tabela 6 - Fluxo de veículos e pessoas Fonte: autor

Com base nos parâmetros de D'AGOSTO (2015) e HOFSTRAND (2008) calculou-se o total de energia consumida para o deslocamento dos veículos e o transporte de passageiros nas duas seções.

A tabela abaixo apresenta as unidades utilizadas para calcular o consumo de energia pelo veículos. Utilizou-se destes dados para chegar a resultados mais consistentes do consumo total.

Seção	Unidade de consumo de energia por veículo (Mj/km)	
01	ônibus	19,80
	automóvel	3,70
	bicicleta	0,11
02	ônibus	38,70
	automóvel	3,70
	bicicleta	0,11

Tabela 7 - Unidades de consumo de energia Fonte: D'AGOSTO (2015) e HOFSTRAND (2008) Adaptação autor

A diferença de unidade para os ônibus, conforme pode ser observado na tabela anterior está relacionada ao fluxo de ônibus convencionais ser três vezes maior que o de biarticulados. Sendo assim, um consumo de combustível diferente por veículos. Para chegar a essa unidade, calculou-se a média ponderada entre o

consumo dos dois tipos de modais e o número de veículos que circularam pela seção 01.

A tabela a seguir destaca o consumo total de energia para os deslocamentos. A medida de consumo de energia utilizada é o joule por quilômetro rodado.

Seção	Consumo de energia total por km (Mj/km)		%
01	ônibus	6.606	18,96
	automóvel	28.217	80,99
	bicicleta	15	0,04
	total	34.838	100
02	ônibus	3.986	10,25
	automóvel	34.881	89,70
	bicicleta	19	0,05
	total	38.887	100

Tabela 8 - Consumo de energia total Fonte: Autor

O consumo de energia despendido para o deslocamento de pessoas por automóvel representou 81% do total consumido na seção.

Como forma de comparação, a tabela a seguir apresenta o consumo de energia per capita nas duas seções. A comparação com o automóvel expressa quantas vezes MENOR é o consumo energético em comparação ao carro.

Seção	Modo	Consumo de energia per capita (MJ/pass*km)	Comparação com o automóvel
1	Ônibus	0,326	8,13
	Automóvel	2,648	
	Bicicleta	0,112	23,64
2	Ônibus	0,312	8,86
	Automóvel	2,766	
	Bicicleta	0,112	24,70

Tabela 9 - Consumo de energia x Automóvel Fonte: Autor

A tabela 9 apresenta uma diferença expressiva de consumo de energia entre o usuário do carro e o passageiro do transporte coletivo ou para quem escolhe a bicicleta como meio de transporte no dia a dia. Na seção 01, o usuário do automóvel consome oito vezes mais energia do que o usuário do ônibus, comparado com a bicicleta, ele consome 23 vezes mais.

3. CONCLUSÃO

Os resultados apresentados reforçam que o transporte individual motorizado é o que consome mais energia, transporta menos pessoas que o transporte coletivo, é o modal que apresenta o maior volume de veículos e mais consome espaço urbano da cidade.

O dado principal, obtido por meio da análise dos resultados, é que os automóveis são extremamente dependentes da energia (em sua maioria, da queima de combustíveis fósseis) para transportar apenas cerca de 30% de todo o fluxo de passageiros na cidade.

As duas seções estudadas representam uma pequena parte do tráfego de veículos na cidade, porém são um reflexo da situação atual da mobilidade urbana em Curitiba.

O modal de transporte não motorizado, a bicicleta, também registrado na contagem, representou aproximadamente 2% do fluxo de veículos e pessoas, porém seu indicador de consumo de energia reforça a necessidade de seu fomento e incentivo por parte da administração pública.

A política nacional de Mobilidade Urbana, de 2012, define que os meios de transportes individuais não motorizados e coletivos devem ser priorizados em detrimento dos meios de transporte individuais motorizados (ITDP, 2018)

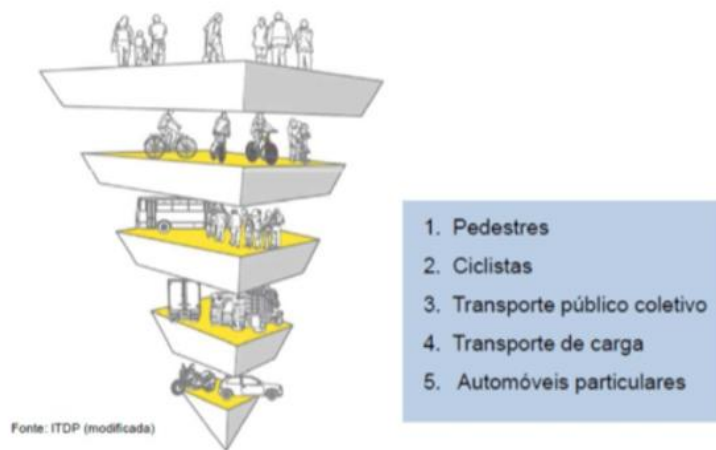


Figura 2 - Hierarquia Viária Fonte: ITDP (2018)

Se essa hierarquia realmente fosse priorizada no planejamento da cidade, a problemática da mobilidade estaria em outro cenário, em que as pessoas cada vez mais buscariam realizar menos deslocamentos longos, realizariam suas atividades localmente, com distâncias máximas de 5 km. Porém, com o formato em que as cidades são planejadas, a necessidade de deslocar-se é algo básico no nosso dia a dia, seja por meios individuais seja pelos coletivos.

Analisando os resultados da pesquisa, conclui-se que os usuários do transporte coletivo consomem menos energia em comparação com aqueles que usam o carro. Porém, como observado anteriormente, cada vez mais pessoas estão optando em usar os meios individuais motorizados, ano a ano a demanda de usuários dos ônibus reduz aproximadamente 5%, gerando o ciclo vicioso, prejudicando a qualidade do sistema.

Algumas medidas devem ser tomadas no curto prazo. Criar novos binários e ampliar o número de faixas nas ruas não são soluções que impactam positivamente na mobilidade urbana como um todo. Essas são soluções que beneficiam intrinsecamente os usuários dos carros.

REFERÊNCIAS

- ANTP, **Relatório Geral 2012**. 2014. Disponível em: http://antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2014/08/01/CB06D67E-03DD-400E8B86-D64D78AFC553.pdf. Acesso em: 26 de fevereiro de 2018.
- CEBDS. O transporte do futuro. O Desenvolvimento Sustentável, Ano III, n.13, maio-jun-jul. 2001. Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável, p. 4- 5, 2001.
- CERVERO, Robert. Cidade e movimento: mobilidades e interações no desenvolvimento urbano / organizadores: Renato Balbim, Cleandro Krause, Clarisse Cunha Linke. – Brasília : Ipea : ITDP, 2016.
- CHOAY, Françoise. O Urbanismo. Perspectiva, São Paulo. 2007.
- D'AGOSTO, Márcio de Almeida. Transporte, uso de energia e impactos ambientais: uma abordagem introdutória. 1 Edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.
- DENATRAN. Frota Nacional de Veículos. Departamento Nacional de Trânsito, 2018 Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/frota.htm>>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2018.
- EPE. Balança Energético Nacional. Relatório Síntese – Ano base 2015. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro, 2016. pág. 23.
- GEHL, Jan. Cidades Para Pessoas. São Paulo: Perspectiva, 2013.
- GNOATO, Luis Salvador. Curitiba, cidade do amanhã: 40 anos depois. Algumas premissas teóricas do Plano Wilhelm-IPPUC. Arquitextos. São Paulo, 2006.
- HILLMANN, James. Cidade e Alma; coordenação e tradução Gustavo Barcellos e Lúcia Rosenberg. São Paulo: Studio Nobel, 1993.
- HOFSTRAND, Don. Liquid Fuel Measurements and Conversions. Iowa State University. University Extension. Iowa, 2008.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Perfil dos municípios brasileiros 2010. Pesquisa de Informações Básicas Municipais. Rio de Janeiro: Disponível em: <www.ibge.gov.br/home/estatistica/.../perfilmunic/2009/munic2009.pdf>. Acesso em: 2 jan. 2018.
- ITDP. Transporte Público. 2018. Disponível em <http://itdpbrasil.org.br> Acesso em: 20 de fevereiro de 2018.
- IPPUC. Pesquisa Origem Destino. 2017. Disponível em www.ippuc.org.br/ Acesso em 06 de setembro de 2018.
- MORAES, Natália Gonçalves. ,Avaliação das tendências da demanda de energia no setor de transportes no Brasil, Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <<http://ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/ngmoraes.pdf>>

ORTÚZAR, JUAN DE DIOS Modelos de demanda de transporte. 2o edição
México DF, Ed. Alfaomega, 2000.

RECK, Garrone; VOI, Lucas. Eficiência energética e divisão modal no transporte urbano. Artigo apresentado no 20° Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito da ANTP, 2015.

RIFKIN, Jeremy. Sociedade com Custo Marginal Zero. São Paulo – 2016 – M. Books do Brasil Editora Ltda.

SALOMON, Thierry. DEMAIN – documentário. Min. 44 ao 45. França, 2015.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara de. Transporte e Meio Ambiente: conceitos e informações para análise de impactos. São Paulo, Ed. do Autor, 2006.