



ESTUDO DE TEMPOS DE VIAGEM MOTIVO CASA-TRABALHO NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

Marcus Vinicius Oliveira Camara

Thayse Ferrari

Bruno Salezze Vieira

Carlos David Nassi

Victor Hugo Souza de Abreu

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Programa de Engenharia de Transportes

RESUMO

O transporte é tido, na atualidade, como um influente fator de desenvolvimento regional, capaz de viabilizar diversas atividades socioeconômicas e atuar como agente da inclusão social. Diante disto, este artigo tem como objetivo principal propor a utilização de bases de dados do *Google* para aplicações e estudos diversos na área de transportes. A metodologia proposta foi aplicada para coleta de tempos de viagem por transporte público e automóvel na cidade de Rio de Janeiro durante o período da manhã, com auxílio de um aplicativo desenvolvido em linguagem de programação C# integrado ao *Google Distance Matrix API*. Os resultados computacionais encontrados demonstram a superioridade dos tempos médios para deslocamentos realizados por transporte público, especialmente quando comparado ao dos automóveis, em todas as áreas de planejamento analisadas e a variabilidade da duração destas viagens por automóvel constatada ao longo do período de estudo. Além disso, demonstram que o uso de informações do *Google*, por meio de sua base de dados, tem grande potencial para realização de estudos de transportes sobre como as viagens se distribuem no território.

ABSTRACT

Nowadays, transportation is an influential factor in regional development, enabling several socioeconomical activities and acting as a social inclusion agent. Therefore, this article proposes the use of Google databases for various applications and studies in the transportation field. The proposed methodology was used to collect travel times by public and private transport (car) in Rio de Janeiro city during the morning period, with the aid of an application developed in C# programming language integrated with the Google Distance Matrix API. The computational results show higher average times for public transport routes, especially when compared to trips made by cars and the variability of these trips' duration during the study period in all planning areas analyzed. In addition, the results also show that using Google database has great potential for studies and researches in transportation field on how trips are distributed in a territory.

1. INTRODUÇÃO

Uma cidade pode ser caracterizada, fundamentalmente, pela capacidade de concentrar uma vasta gama de serviços, equipamentos e utilidades, indispensáveis para o desenvolvimento das atividades sociais cotidianas, responsáveis pelo bem-estar coletivo. Entre as atividades mais importantes podem ser elencadas: vagas de emprego, unidades habitacionais, serviços de saúde, serviços de educação e equipamentos de lazer. Esta concentração de atividades econômicas e de oportunidades para elevar a qualidade de vida impulsiona a migração aos grandes centros urbanos, uma vez que as pessoas tendem a fixar residência o mais próximo possível desses locais. Com isso, em 2014, cerca de 54% da população do planeta residia nas cidades, segundo a *United Nations – UN* (2015), e a previsão é de que este índice alcance 66% em 2050.

Tal cenário mostra-se ainda mais crítico para o continente americano, onde se espera que a taxa de urbanização se aproxime dos 90% no ano de 2050 (UN, 2015). No entanto, esta expectativa já se encontra próxima da realidade brasileira que, propiciada por uma distribuição territorial com grandes disparidades, já em 2010 concentrava cerca de 85% da população em ambientes urbanos (BRASIL, 2010). Devido a esse incremento da população em meio urbano, percebe-se o surgimento de uma significativa demanda por viagens, produto das atividades representativas do seu desenvolvimento (serviço de saúde, comércio, trabalho, estudo, entre outros). Essa



demanda influencia diretamente no aumento da oferta dos diferentes modos de transporte, sejam eles coletivos ou individuais, públicos ou privados.

O transporte, apesar de ser considerado uma atividade-meio do ponto de vista econômico, é tido na atualidade, como um influente fator de desenvolvimento regional, mostrando-se um importante eixo para o planejamento, desenvolvimento e gestão das cidades. Costa e Nassi (2009) afirmam que ele é capaz de viabilizar diversas atividades socioeconômicas e, ainda, facilitar a inclusão social, sobretudo das pessoas mais carentes.

O Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (SETRANS, 2016) apontou que são realizadas cerca de 22,6 milhões de viagens diariamente nesta região, dentre as quais 11,02 milhões por transporte coletivo. A RioCard (2015) aponta, ainda, que mais de 87% dessas viagens, cerca de 9,6 milhões, são realizadas por meio de transporte público coletivo, o que demonstra a importância deste sistema para realização dos deslocamentos na Região.

Entretanto, enquanto não são realizadas as melhorias necessárias, o Rio de Janeiro, assim como outras cidades brasileiras que sofreram com o crescimento desordenado, apresenta um emaranhado de linhas de ônibus que operam com grande desperdício de tempo e recursos, devido à baixa capacidade intrínseca ao sistema. Aliado a isso, os modos de transporte de maior capacidade, como o metrô e o trem metropolitano, operam em áreas restritas da cidade e não representam opção de transporte para grande parte dos cidadãos.

Paralelamente aos problemas diagnosticados nos meios de transporte público, nota-se um crescimento significativo na taxa de motorização do município nos últimos anos. O DENATRAN (2015) mostra que, de dezembro de 2004 a dezembro de 2014, houve um aumento de 48% no número de automóveis na cidade, chegando próximo dos 1,9 milhões de automóveis nas ruas da capital fluminense. Assim, a combinação de infraestrutura incipiente e aumento da taxa de motorização contribui diretamente para a consolidação de um cenário crítico em termos de mobilidade urbana.

Neste contexto, dados os impactos negativos que os altos tempos de viagem, principalmente para o motivo casa-trabalho (deslocamentos pendulares que ocorrem diariamente em horários específicos), representam para a qualidade de vida da população, questiona-se: qual a atual situação desses tempos de deslocamentos para o Centro do Rio de Janeiro, um dos principais destinos de trabalho no período da manhã do município? Qual a relação desses tempos em viagens que utilizam transporte individual, em especial os automóveis de passeio (carros), e transportes públicos (ônibus, trem e metrô)?

Diante disso, o objetivo desse trabalho consiste em propor a utilização de bases de dados do *Google* como fonte de dados, prática e acessível, para estudos diversos na área de transportes. Para isso, foi desenvolvido um aplicativo em linguagem C# que utiliza mecanismos do serviço *Google Distance Matrix API* (Google, 2016) e que permite coleta de dados de viagens de forma automatizada. A metodologia proposta foi aplicada em um levantamento de dados de tempos de viagem no Rio de Janeiro, com destino ao Centro da cidade no período da manhã, que permitiu uma análise comparativa do uso de carro *versus* transporte público, durante os dias úteis da semana (segunda a sexta-feira).

Como delimitação do estudo de caso adotou-se como origens de viagens todos os bairros da cidade do Rio de Janeiro, analisados por Áreas de Planejamento (AP), e como destino o bairro Centro. A escolha do destino como principal local de trabalho no município está relacionada ao



fato deste bairro concentrar 28,96% dos empregos formais no município e 21,45% da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ).

Tal estudo mostra-se relevante do ponto de vista social, uma vez que pode subsidiar novas aplicações para análises dos sistemas de transportes em municípios brasileiros. Outro ponto de destaque é que sua contribuição se estende ao planejamento de novas políticas públicas relacionadas ao setor de transportes, que pode ser ampliado ao âmbito nacional, e assistir decisões governamentais direcionadas para o planejamento estratégico deste setor. Destaca-se, ainda, a relevância do estudo para área acadêmica, por colaborar com o conhecimento sobre a temática estudada.

2. O IMPACTO DO TEMPO DE VIAGEM NO DIA A DIA DA POPULAÇÃO

Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA (2015) os sistemas de mobilidade urbana no Brasil têm passado por diversas mudanças nos últimos sessenta anos com o aumento da taxa de motorização da população e o crescimento acelerado dos grandes centros urbanos. O nascimento da indústria automotiva no país, em meados do século passado, associado à dispersão dos locais de estudo e trabalho, observada nos últimos anos, impulsionaram a forte urbanização brasileira, que se deu segundo os princípios do transporte motorizado rodoviário. Desde então, o ônibus tem se mantido como o meio de transporte coletivo mais utilizado nas cidades brasileiras. De acordo com a NTU (2009) em função, principalmente, do baixo investimento em modos de transportes de alta capacidade ele é tido como o principal meio de transporte público para a maioria da população.

Outro modo que ganhou força com a indústria automotiva, em um primeiro momento, e devido ao aumento do poder de compra da população visto nos últimos anos, são os veículos privados motorizados. Embora o uso destes veículos ofereça inúmeros benefícios individuais, como conforto e deslocamento porta-a-porta, muitos são os impactos por eles gerados. Segundo Lindau *et al.* (2013), as ditas externalidades, como a emissão de poluentes, acidentes viários e o congestionamento, crescem à medida que a população urbana opta pelo transporte privado em detrimento do público.

Além disso, à medida que a quantidade de carros e a disputa pelo espaço viário aumentam, os tempos de viagem sofrem incremento, tanto para o transporte privado quanto para o público sujeito ao tráfego misto. Este fenômeno bastante conhecido e estudado tornou-se o alvo principal das políticas de transportes, em função de estar associado ao bem-estar das pessoas e diretamente relacionado aos níveis de congestionamento das cidades (Fosguerau e Karlstrom, 2010).

Neste mesmo contexto, o tempo de deslocamento casa-trabalho também tem sido ponto central no entendimento sobre as formas de organização social e econômica do espaço urbano (Alonso, 1964; IPEA, 2013), passando a ser considerado um ponto fundamental para tomada de decisão das pessoas e empresas quanto à localização de residência e empregos (Gordon *et al.*, 1991; Levinson e Kumar, 1994). Tal índice pode ser apontado, ainda, como indicador relevante para análises de desigualdade (Crane, 2007). No entanto, não é apenas o aumento da frota de veículos (individuais ou coletivos) a causa do aumento do tempo de deslocamento. Para Urry (2007) as viagens entre casa e trabalho tendem a se tornar mais longas em função da mudança no modelo de produção e consumo do espaço urbano, condicionado a uma sociedade baseada na mobilidade. Com isso, o modo fundamental de ampliação do espaço de vida urbano cede lugar a espaços de convivência mais desconectados e fragmentados.

Ao considerar todos esses fatores, segundo Li *et al.* (2010), o aumento da variabilidade e a diminuição da confiabilidade na estimativa do tempo médio de viagem, passam a representar um



custo para os usuários e para a sociedade. Tal custo, não necessariamente monetário, decorre da dificuldade em planejar as viagens, dos tempos improdutivos e dos atrasos ou atividades que não podem ser realizadas e podem representar até 15% do tempo de viagem em uma via urbana típica (Fosguerau *et al.*, 2008). Por tudo isso, a confiabilidade e a variabilidade do tempo de viagem tornaram-se importantes fatores na escolha modal dos passageiros para deslocamentos urbanos.

Diante de tamanha relevância do tema, diversas pesquisas são realizadas com o objetivo de traçar um diagnóstico dos deslocamentos casa-trabalho por todo o Brasil. Entre os principais estudos da área, estão o do IPEA (2013) e da Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro - FIRJAN (2015), ambos com diferentes abordagens do levantamento de dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD).

De acordo com o IPEA (2013) os habitantes da RMRJ consumiam, em média, 42,6 minutos no trajeto casa-trabalho, em 2009, e a situação era ainda mais crítica quando se analisava separadamente a parcela mais pobre da população. Na comparação entre as Regiões Metropolitanas do Brasil e do mundo, a RMRJ apresentou o terceiro pior resultado, atrás apenas de Xangai (51 minutos) e da Região Metropolitana de São Paulo (42,8 minutos). Já a FIRJAN (2015) mostrou que a situação ficou ainda mais delicada em 2012, quando a RMRJ registrou o maior tempo de deslocamento entre as 37 regiões nacionais analisadas. Neste ano verificou-se que 2,8 milhões de trabalhadores levaram, em média, 141 minutos nas viagens casa-trabalho-casa, aumentando em 11 minutos em relação a 2011. Tal variação (+8,4%) foi a maior registrada no período, muito acima da média registrada (+1,9%).

Segundo este estudo, tais números incidem em um custo de produção sacrificada de R\$ 19.048.148,00 no ano de 2012, valor que representa 5,9% do PIB da RMRJ daquele ano. A FIRJAN (2015) aponta, ainda, que apesar do número de trabalhadores que levam mais de 30 minutos no trânsito ter caído 1,5%, ou seja, uma parcela dos trabalhadores tenha conseguido ocupações mais próximas de suas residências, para aqueles que residem mais distantes do local de trabalho os deslocamentos ficaram mais demorados.

No entanto, Pero e Mihessen (2012) ressaltam que o impacto do deslocamento ineficiente é ainda mais acentuado, uma vez que os custos vão muito além dos gastos diretos com passagens ou combustível. Há também os custos não monetizados ocasionados pela perda de produtividade ou oportunidades de trabalho (decorrente da menor disponibilidade de tempo para educação), aumento do desemprego friccional (quando o trabalhador opta por demitir-se devido a dificuldades relacionadas às condições de trabalho a ele oferecidas), aumento da informalidade (em função do uso de transporte ilegal ou mesmo pela opção de residir em moradias impróprias, contudo mais próximas do trabalho), danos à saúde, riscos de acidente, mal estar ou desconforto por horas passadas em veículos usualmente lotados ou em precárias condições.

Com isso, de acordo com Young *et al.* (2013), cria-se um ciclo vicioso: o indivíduo com menos qualificação tem rendimento menor, mora mais longe, gasta mais tempo no deslocamento e tem menos tempo para participar de atividades de educação ou qualificação, que poderiam elevar sua remuneração. Dessa forma, as deficiências no sistema de transporte transformam-se em mecanismo de exclusão social, principalmente nas periferias das regiões metropolitanas.

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O procedimento metodológico utilizado neste estudo pode ser melhor compreendido por meio da Figura 1. Este estudo tem início com uma pesquisa bibliográfica para melhor compreensão



da temática abordada. A etapa seguinte (Coleta de Tempos de Viagem) foi realizada por meio do aplicativo desenvolvido em linguagem de programação C# com auxílio do *Microsoft Visual Studio Community*, de distribuição gratuita. O aplicativo desenvolvido utiliza mecanismos do serviço *Google Distance Matrix API* que permitiu fornecer, de forma automatizada, um lote de consultas (pesquisa pelo tempo de viagem a partir de uma origem para um destino) e obter um lote de resultados (tempos de viagem) dessas consultas. Salienta-se que o *API* fornece dados agregados para origens e destinos e não para viagens individuais.

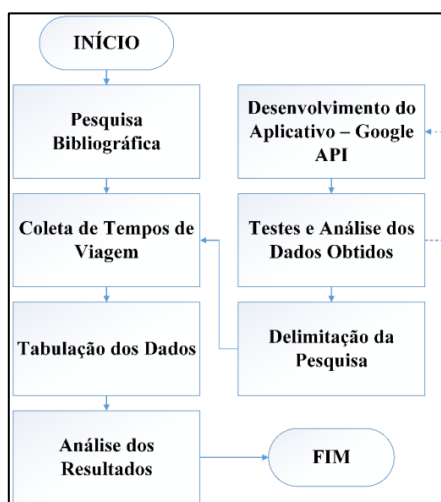


Figura 1: Procedimento metodológico utilizado.

Na Figura 2, que representa o aplicativo, deve-se: (1) informar a chave do cadastro disponibilizada pelo *Google*; (2) inserir a lista desejada de origens; (3) inserir a lista de horários que se pretende realizar as consultas; e (4) clicar para iniciar o processo de consulta.

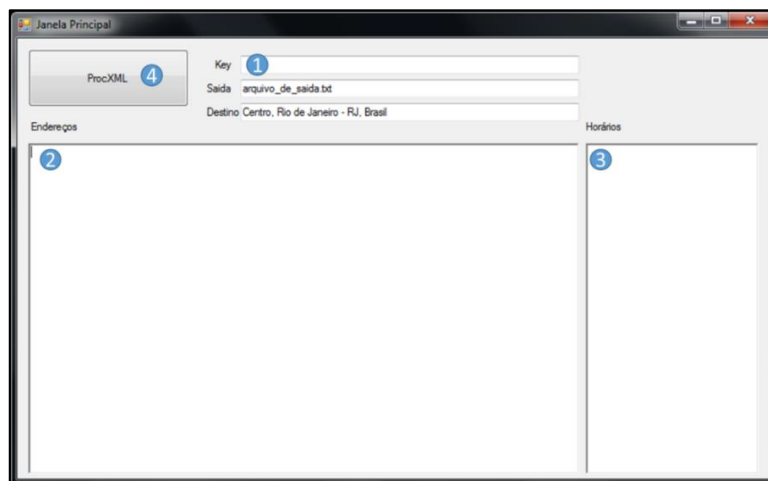


Figura 2: Tela do aplicativo desenvolvido para consultas de distâncias e tempos de viagem.

Como parâmetros do *Google Distance Matrix API*, utilizou-se: (1) Viagens de Carro: *mode = driving*; (2) Viagens de Transporte Público: *mode = transit*; e (3) Todas as Consultas: *origins = Bairros*, *destinations = Centro, Rio de Janeiro - RJ, Brasil*, *traffic_model = best_guess*, *departure-time = Hora_de_Partida*, *language = pt-BR*, e *units = metric*.

Destaca-se que foram utilizados como origens, 159 Bairros do município do Rio de Janeiro (excluiu-



se apenas o Centro). Como as consultas são realizadas para um horário de partida no futuro, o parâmetro “*traffic_model = best_guess*” garante que os resultados da consulta estarão de acordo com os tempos de percurso que serão calculados considerando o que se sabe sobre as condições históricas de trânsito e as informações em tempo real. Além disso, o horário de partida deve ser informado como um número inteiro, em segundos, a partir da meia-noite (UTC) do dia 1º de janeiro de 1970.

A coleta de dados foi realizada durante os dias úteis, no período de uma semana, de 30/05/2016 a 03/06/2016 (segunda a sexta-feira). O levantamento foi realizado entre 05h00min e 12h00min horas, com intervalos de 30 minutos, o que totaliza 15 coletas diárias, para viagens de carro e de transporte público. É importante ressaltar que a utilização gratuita do serviço *Google Distance Matrix API* está limitada a 2500 consultas diárias, portanto foram necessários 10 dias para realizar as 23.850 consultas, uma vez que o Rio de Janeiro possui 160 bairros oficiais (159 origens, 1 destino).

Para as análises, os bairros do município foram agrupados de acordo com as cinco AP do Rio de Janeiro (Figura 3). O agrupamento das AP ocorre da seguinte forma: a AP 1 fica localizada na Zona Central e conta com 15 bairros; a AP 2 situa-se na Zona Sul e inclui 25 bairros; a AP 3, na Zona Norte, com 80 bairros; a AP 4, que representa a Região da Barra da Tijuca e Jacarepaguá e possui 19 bairros; e, por fim, a AP 5, referente à Zona Oeste, inclui 21 bairros.

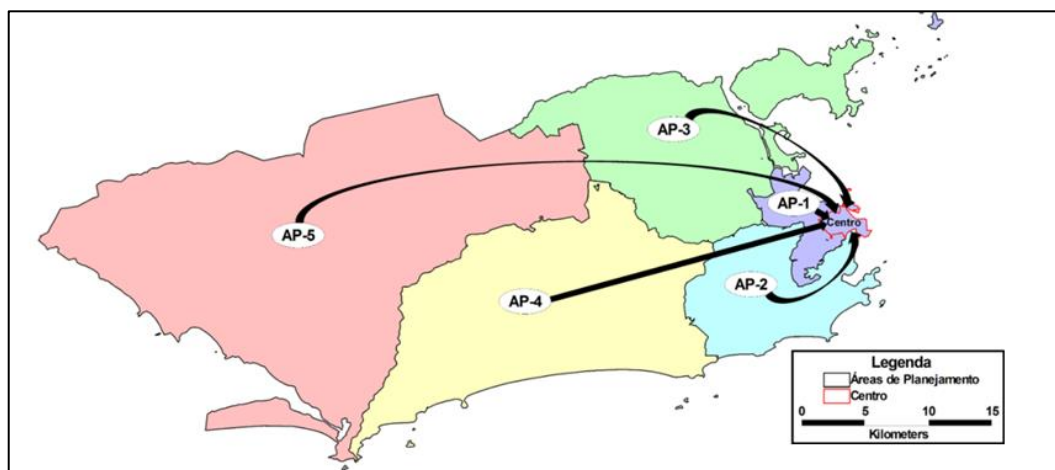


Figura 3: Áreas de Planejamento do Rio de Janeiro.

Na etapa de tabulação dos dados desenvolveu-se um aplicativo em linguagem de programação C/C++ para ler e organizar os arquivos de saída do aplicativo de coleta de dados, de forma a facilitar a análise dos resultados. Todos os experimentos computacionais foram realizados em um computador equipado com processador AMD Phenom II X4 com 2,6 GHz e 4 GB de memória RAM. Além disso utilizou-se o *software* TransCAD 5.0 (Caliper, 2008) para elaboração de mapas.

4. EXPERIMENTOS COMPUTACIONAIS E ANÁLISE DOS DADOS

Com a tabulação dos dados foi possível desenvolver gráficos (Figuras 4 a 8) que representam as variações horárias dos tempos médios de viagem por automóvel e por transporte público, durante o período da manhã, para cada uma das AP e, por meio da análise dos resultados, apresentar um diagnóstico de como se organizam as viagens que possuem como destino o Centro do Rio de Janeiro.

4.1 AP 1

A AP 1, Zona Central, caracteriza-se por possuir menor dimensão territorial que as demais AP, conforme se constata na Figura. Além disso, como o destino das viagens (Centro) encontra-se



nessa região, a AP 1 apresenta menor distância de descolamento da origem ao destino e, conseqüentemente, menor tempo de viagem.

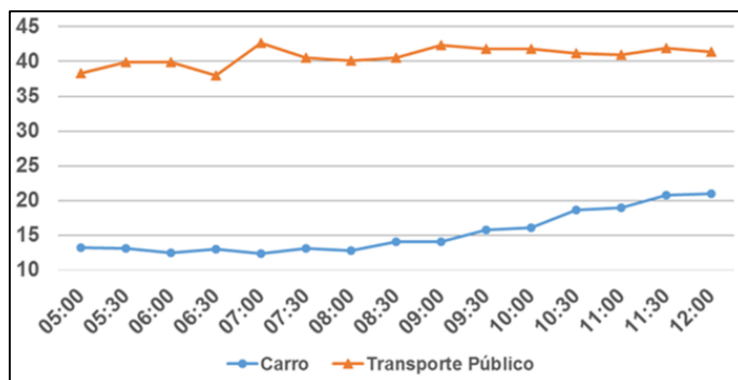


Figura 3: Tempos médios de viagem para AP 1.

Na Figura 3 observa-se que o transporte público apresenta variação entre 38 minutos, às 06h30min, e 42,6 minutos, às 07h00min, ou seja, a diferença entre os valores mínimo e máximo é pequena (4,6 minutos). Isso ocorre porque, nesta região, os veículos de transporte público coletivo contam com vias segregadas ou parcialmente segregadas, o que faz com que haja um pequeno impacto nas variações horárias. Já em relação ao automóvel, a realidade é diferente, uma vez que se constata um gradativo aumento no tempo médio de viagem, onde o menor valor (11,4 minutos) é registrado às 07h00min, enquanto o maior valor (19,5 minutos) ocorre às 12h00min. Essa diferença de 8,1 minutos (acréscimo de aproximadamente 71,1%) pode ser explicada pela significativa redução da velocidade média dos automóveis na região ao longo do período da manhã, tendo em vista que, a maior concentração de pessoas (e de veículos, por consequência), somada ao aumento da circulação de veículos de carga, responsáveis pelo abastecimento do comércio, fazem com que aumentem os congestionamentos nas vias desses bairros.

Ao confrontar os dois resultados, percebe-se que os tempos de viagem por transporte público são consideravelmente maiores, quando comparados com os tempos dos usuários que utilizam automóveis. Isso ocorre devido à menor flexibilidade do sistema de transporte público, uma vez que existem rotas pré-definidas e inúmeros pontos de parada obrigatórios, além da necessidade de deslocamento até o ponto de ônibus ou estação de embarque, diferentemente do que ocorre no transporte individual (transporte porta-a-porta, sem interrupções programadas).

4.2 AP 2

A AP 2, Zona Sul, está localizada ao Sul da AP 1 e apresenta a segunda menor dimensão territorial entre as AP. É possível constatar (veja Figura 4) que os tempos médios de viagem por transporte público variam de 59,6 minutos, às 05h00min a 52,4 minutos, às 09h30min, ou seja, há uma redução de 7,2 minutos no tempo médio de viagem ao longo da manhã.

Acredita-se que tal situação pode ser explicada pela maior procura por transporte até o início do expediente comercial, o que significa maior número de parada dos ônibus (e com maior duração) até este horário, com posterior redução gradativa. Em relação ao automóvel percebe-se certa constância de valores até 08h00min e, a partir desse horário, um aumento gradativo com pico (29,6 minutos) às 11h30min. Com isso, percebe-se que os deslocamentos utilizando automóvel na AP 2 apresentam características similares à AP 1, com aumento do tráfego após as 08h00min.

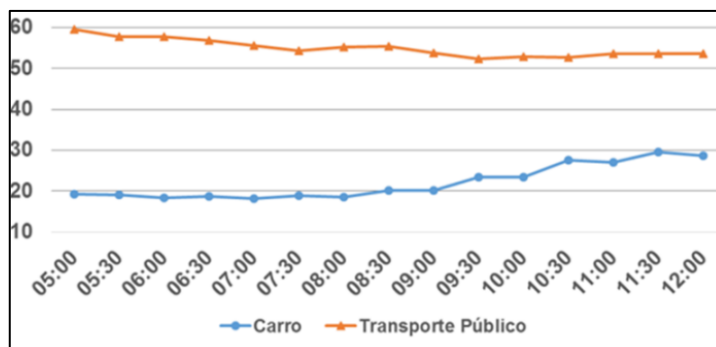


Figura 4: Tempos médios de viagem para AP 2.

Ao comparar os resultados, constata-se que os tempos médios de viagem decrescem, ao longo do período, para viagens com uso do transporte público, enquanto aumentam para aqueles que fazem uso do automóvel. Acredita-se que o tempo de deslocamento por transporte público, mesmo por ônibus, não seja tão impactado pelo aumento dos congestionamentos entre a AP 2 e a AP 1 em função da existência de faixas exclusivas para ônibus em avenidas com grande fluxo de veículos, além da disponibilidade de metrô em praticamente toda a extensão dessa AP. Além disso, os valores médios por transporte público mais uma vez são bem superiores aos por automóvel, já que a velocidade média utilizando carro para deslocamentos, partindo da Zona Sul até o Centro da Cidade na parte da manhã, é muito superior à velocidade média com uso de transportes públicos. Isso ocorre em função da baixa flexibilidade do meio de transporte público, que além de aumentar seu tempo de viagem, também reduz sua velocidade média no percurso.

4.3 AP 3

A AP 3, Zona Norte, apresenta-se como a terceira maior AP em extensão territorial, porém é a maior em quantidade de bairros, composta por 80 bairros. Apesar de possuir bairros próximos ao Centro, por ser uma região bastante extensa, a maior parte de seus bairros encontram-se consideravelmente distantes deste destino, o que contribui para o aumento nos tempos médios de deslocamento. Além disso, deve-se destacar que a AP 3 engloba a Ilha do Governador, a qual se trata de um conjunto de bairros que possuem, basicamente, um único acesso para chegar ao continente por deslocamentos rodoviários, por meio de uma ponte. Comumente são registrados grandes congestionamentos nesta região, que chegam a influenciar no tráfego de uma importante via expressa que liga o Centro de Rio de Janeiro à Baixada Fluminense, a Linha Vermelha. A Figura 5 apresenta os tempos médios de viagem dos bairros desta AP ao Centro no período estudado.

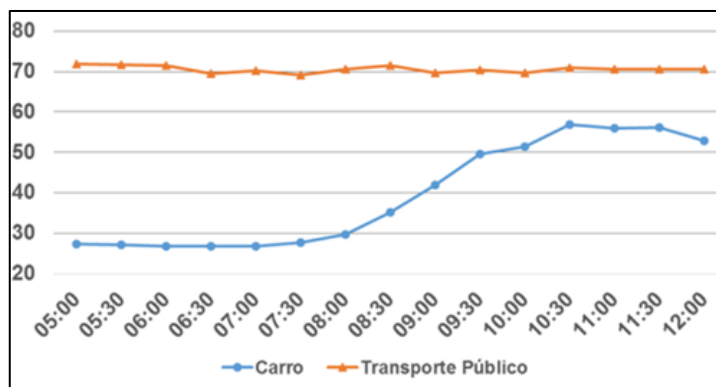


Figura 5: Tempos médios de viagem para AP 3.

Em grande parte do período de pesquisa, de 05h00min as 08h00min, os tempos de viagem



utilizando carro são muito menores do que os utilizando transporte público. Às 06h00min, por exemplo, o tempo de viagem utilizando carro é de 26,74 minutos, enquanto o do transporte público chega a 72 minutos. Tal fato pode ser explicado pela possibilidade de os usuários de automóvel realizarem mudanças na rota, especialmente em horários de pico, diferente do que ocorre com o transporte público. Além disso, deve-se considerar também a existência de faixas reversíveis para veículos de pequeno porte em vias de grande circulação desta região, como é o caso da Linha Amarela. Entretanto, a partir das 08h00min, os tempos de viagem utilizando carro passam a ser crescentes, chegando a 56,88 minutos no horário de pico (10h30min), possivelmente pelo aumento do tráfego. O transporte público tende a manter-se na mesma média ao longo do período devido, principalmente, a oferta de trem e metrô na região, além das faixas exclusivas para ônibus em vias de grande fluxo de veículos.

4.4 AP 4

A Figura 6 apresenta os tempos médios de viagem dos bairros da AP 4, Região da Barra da Tijuca e Jacarepaguá, ao Centro durante o período da manhã.

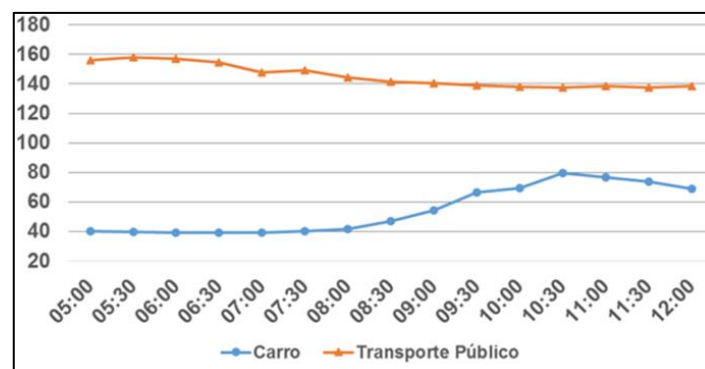


Figura 6: Tempos médios de viagem para AP 4.

No que se diz respeito à comparação entre transporte público e automóvel, a realidade não é diferente das demais AP já mencionadas. Durante o período da manhã, os tempos de viagem para usuários de carro são bem inferiores aos tempos dos usuários de transporte público. Às 05h30min, por exemplo, o tempo de viagem de automóvel é quatro vezes inferior ao de transporte público. Acredita-se que a maior responsável por essa disparidade nos tempos de viagem seja a distância a ser percorrida, uma vez que, quanto maior o percurso da linha de ônibus, mais pontos de parada ela possui e maior é seu carregamento. Além disso, é importante destacar que, no período analisado o acesso desta AP ao Centro se dava exclusivamente por meio rodoviário, onde se faz necessário cruzar a AP 2 ou a AP 3, conforme pode ser observado na Figura. Apesar da presença de um corredor de BRT nesta área, o mesmo não alcança o Centro e, mesmo com vias segregadas, em alguns pontos ele sofre interferência do tráfego normal. Vale destacar, ainda, que um fator que contribui para o menor tempo de viagem para o carro é a presença de uma importante via expressa na região, a Linha Amarela, a qual permite maiores velocidades, o que possibilita a redução do tempo de viagem, além da existência de faixas reversíveis, assim como na AP 3.

4.5 AP 5

A AP 5, Zona Oeste, é a maior área de planejamento e também a que possui bairros mais distantes do Centro, como é possível observar na Figura. Na Figura 7 é apresentado o gráfico dos tempos médios de viagem dos bairros desta AP ao Centro durante o período da manhã.

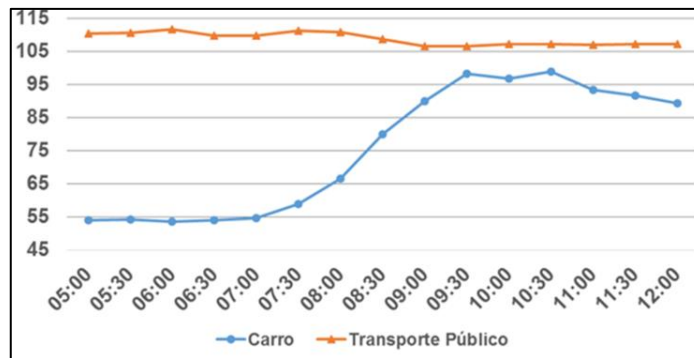


Figura 7: Tempos médios de viagem para AP 5.

Durante todo o período de análise, os tempos de viagem para o transporte público sofreram pouca variação, permanecendo entre 106,45 e 111,66 minutos. Já a duração da viagem de carro, que apresentava valores muito inferiores (cerca de 50% do tempo verificado para transporte público) até as 07h00min, apresentaram grande elevação, com seu pico sendo registrado às 09h30min, com 98,92 minutos. Neste mesmo horário, a viagem por transporte público levava em torno de 106 minutos. Sob a ótica do transporte público, percebe-se que grande parte da região é atendida pelo sistema ferroviário, por meio de dois ramais (Santa Cruz e Deodoro). No entanto, a distância do Centro, junto ao fato desses ramais também contemplarem a AP 3, faz com que ocorram elevados tempos da viagem. Vale destacar também que, além do trem, a AP 5 conta com a disponibilidade de dois corredores de BRT.

4.6 Relação entre as AP

Para comparar os resultados entre as Áreas de Planejamento foi realizada uma análise dos dados agregados diários por AP, coletados no período de uma semana, conforme Tabela 1 e Figura 8.

Tabela 1: Resultados médios diários em minutos.

AP	Dados	Carro				Desvio Padrão	AP	Dados	Transporte Público			Desvio Padrão
		Média	Mínimo	Máximo	Média				Mínimo	Máximo		
AP-1	Tempo de Viagem	15,30	12,38	20,99	3,07	AP-1	40,77	38,02	42,66	1,36		
AP-2		22,07	18,14	29,59	4,17	AP-2	54,99	52,33	59,54	2,17		
AP-3		39,49	26,74	56,88	12,87	AP-3	70,55	69,04	71,89	0,87		
AP-4		54,47	39,16	79,59	16,07	AP-4	145,28	137,74	157,76	7,78		
AP-5		75,59	53,53	98,92	19,24	AP-5	108,75	106,45	111,66	1,88		

Conforme destacado nas análises individuais por AP, observa-se que as viagens por automóvel apresentam menores tempos de viagem do que os que utilizam transporte público. O caso da AP 1, por exemplo, é capaz de retratar bem esta situação, uma vez que em uma pequena distância física, verifica-se uma grande disparidade entre o tempo médio por automóvel, de 15,30 minutos, e o tempo por transporte público, de 40,77 minutos, 166% maior.

Outra importante constatação é que, apesar de a AP 5 ser a área que apresenta maior tempo médio diário de viagem por automóvel (75,59 minutos), esta não é a região que apresenta os maiores tempos de viagem por transporte público. Isso ocorre na AP 4, que apresenta tempo médio diário de viagem por transporte público de 145,28 minutos, possivelmente em função de a única opção de transporte público ser por meio rodoviário, altamente impactado pelo intenso tráfego de veículos particulares na região.



Diante dos dados apresentados na Tabela 1, também é possível observar que o desvio padrão dos tempos médios diários por automóvel, em todas as AP, foi consideravelmente superior aos por transporte público. Dessa forma, constata-se que com uso do transporte público, pouca variação horária é encontrada, para tempos de viagem, durante o período considerado nesse estudo. Enquanto que, com uso de automóvel, o horário de partida da viagem influencia diretamente nos tempos gastos para chegar ao destino estudado (Centro do Rio de Janeiro).

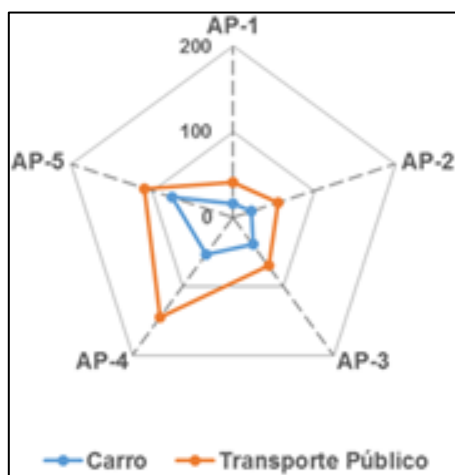


Figura 8: Tempos médios diários.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo apresentou uma análise comparativa de tempos de viagem para deslocamento ao bairro Centro do município do Rio de Janeiro, no período da manhã, com a utilização de automóveis *versus* transporte público. Os dados temporais dessas viagens foram obtidos por meio de aplicativo integrado com o *Google Distance Matrix API*, para coletas de dados automatizadas.

Em todas as análises individuais de AP, os tempos médios de viagem por transporte público apresentaram-se bem superiores aos tempos de viagem por automóvel. Dessa forma, entende-se que existe necessidade de investimentos em transportes públicos coletivos de média/ alta capacidade (metrô, trem, BRT) que não dividem espaço com veículos individuais (automóveis) e veículos de carga. Acredita-se que mais investimentos e melhorias no sistema de transporte público poderiam contribuir para uma maior adesão dos cidadãos ao uso do transporte coletivo e, por consequência, redução do elevado número de automóveis nas vias e seus impactos negativos (congestionamentos, acidentes, entre outros).

Além disso, os resultados demonstraram que o horário de partida de usuários que realizam seu deslocamento por automóvel pode ser significativamente responsável pelo tempo de viagem. Com isso, entende-se que tais usuários precisam estar mais atentos às variações horárias do tráfego, com o intuito de evitar perda de tempo em congestionamentos e todas as implicações causadas por esta situação, como perda de produtividade, redução do tempo de descanso, entre outros prejuízos.

Como limitações deste trabalho, evidencia-se o fato de considerar as médias resultantes dos tempos de viagem de cada bairro como valores representativos das AP. Com isso, tais valores médios apresentaram elevados desvios padrão para algumas das áreas de estudo, devido à sua extensão territorial. Além disso, considera-se como fator limitante das análises o desconhecimento das rotas adotadas para as viagens, bem como os modos de transporte utilizados, no caso de utilização de



transportes públicos (metrô, ônibus, trem, BRT, e ainda, integração entre os diferentes modos). Diante disso, como proposta para trabalhos futuros, acredita-se que estudos mais detalhados poderiam ser realizados para cada área de planejamento, justificado pelas suas grandes extensões territoriais e diversidade de disponibilidade de transportes.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro na elaboração deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, W. (1964). *Location and Land Use*. Cambridge: Harvard University Press.
- Brasil (2010). Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Contagem Populacional 2010*. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/popul>>. Acesso em: 21 Mai 2016.
- Caliper (2008). *TransCAD - Transportation Workstation Software, User's Guide, Version 5.0 for Windows*. Caliper Corporation, Newton, USA.
- Costa, F. C. C. e Nassi, C. D. (2009). Análise Comparativa dos Sistemas Tarifários de Algumas Cidades do Mundo. *Revista dos Transportes Públicos – ANTP*, v. 31, p. 7-22.
- Crane, R. (2007). Is there a Quiet Revolution in Women's Travel? Revisiting the Gender Gap in Commuting. *Journal of the American Planning Association*, v. 3, n. 7, p. 298-316.
- DENATRAN (2015). *Frota de Veículos*. Departamento Nacional de Trânsito. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/frota.htm>>. Acesso em: 25 Mai 2016.
- FIRJAN. (2015). *O Custo dos Deslocamentos nas Principais Áreas Urbanas do Brasil*. Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Fosgerau, M. e Karlstrom, A. (2010). The Value of Reliability. *Transportation Research Part B*, v. 44, n. 4, p. 38-49.
- Fosguerau, M.; Hjorth, K.; Brems, C. e Fukuda, D. (2008). *Travel Time Variability: Definition and Valuation*. Transport Institute, Technical University of Denmark.
- Google. (2016). *Google Maps Distance Matrix API – Google Developers*. Disponível em: <<https://developers.google.com/maps/documentation/distance-matrix/?hl=pt-br>>. Acesso em: 01 Jun 2016.
- Gordon, P.; Richardson, H. W. e Jun, M. J. (1991). The Commuting Paradox: Evidence from the Top Twenty. *Journal of the American Planning Association*, v. 57, p. 416-420.
- IPEA. (2015). *Atlas da Vulnerabilidade Social nos Municípios Brasileiros*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília.
- IPEA. (2013). *Tempo de Deslocamento Casa-Trabalho no Brasil (1992-2009): Diferenças entre Regiões Metropolitanas, Níveis de Renda e Sexo*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília.
- Levinson, D. M. e Kumar, A. (1994). The Rational Locator: why Travel Times Have Remained Stable. *Journal of the American Planning Association*, v. 60, p. 319-332.
- Li, Z; Hensher, D. A. e Rose, J. M. (2010). Willingness to Pay for Travel Time Reliability in Passenger Transport: a Review and Some Empirical Evidence. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, v. 46, n. 6, p. 384-403.
- Lindau, L. A.; Petzhold, G. S.; Silva, C. A. M. e Facchini, D. (2013). BRT e Corredores Prioritários para Ônibus: Panorama do Continente Americano. *Anais do XXVII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET*, Belém.
- NTU (2009). *Análise Comparativa das Modalidades de Transporte Público Urbano*. Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos, Curitiba.
- Pero, V. e Mihessen, V. (2012). Mobilidade Urbana e Pobreza no Rio de Janeiro. *Série Working Paper BNDES/ANPEC*, n. 46.
- RioCard (2015). *Quem Somos*. Disponível em: <<https://www.cartaoiocard.com.br/rcc/institucional/quemsomos>>. Acesso em: 26 Mai 2016.
- SETRANS (2016). *Relatório 4 – Diagnóstico da Situação Atual: Parte 3. PDTU 2015*. Secretaria de Estado de Transportes. Rio de Janeiro, RJ.
- UN (2015). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision*. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, New York, USA.
- Urry, J. (2007). *Mobilities*. Polity, Malden, USA.
- Young, C. E. F.; Aguiar, C. e Possas, E. (2013). Custo Econômico do Tempo de Deslocamento para o Trabalho na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. *Econômica*, v. 15, n. 2, p. 9-22.