



Márcia de Menezes de Assis Gomes

**Planejamento da rede de Metrô
do Rio de Janeiro:
linha Uruguai - Gávea/Jóquei**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana e Ambiental (opção profissional) pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Hugo Miguel Varela Repolho

Rio de Janeiro
Setembro de 2014



MARCIA DE MENEZES DE ASSIS GOMES

**Planejamento da rede de Metro do Rio de Janeiro:
linha Uruguai – Gávea/Jóquei**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana e Ambiental (opção profissional) pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Hugo Miguel Varela Repolho

Presidente / Orientador

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

Prof. Nelio Domingues Pizzolato

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Prof. Fernando Luiz Cumplido Mac Dowell da Costa

Prof. José Eugenio Leal

Coordenador Setorial de Pós-Graduação
do Centro Técnico Científico – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 11 de setembro de 2014.

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, da autora e do orientador.

Márcia de Menezes de Assis Gomes

Graduou-se em Engenharia Civil pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ em 1985 e, em 2008, concluiu o curso de Especialização em Auditoria de Obras Públicas na PUC-RJ. Atua na área de Controle Externo, em especial em Auditoria de Obras Públicas.

Ficha Catalográfica

Gomes, Márcia de Menezes de Assis

Planejamento da rede de metrô do Rio de Janeiro: linha Uruguai – Gávea/Jóquei / Márcia de Menezes de Assis Gomes ; orientador: Hugo Miguel Varela Repolho. – 2014.

114 f. : il. (color.) ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental, 2014.

Inclui bibliografia

1. Engenharia civil – Teses. 2. Mobilidade urbana. 3. Metrô do Rio de Janeiro. 4. Planejamento de traçado. I. Repolho, Hugo Miguel Varela. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Civil. III. Título.

CDD: 624

Aos meus pais, Oswaldo e Nina,
pelo exemplo ético e por me inspirarem
à busca inesgotável pelo conhecimento.

Agradecimentos

Ao Professor Dr. Nélio Pizzolato, pelos ensinamentos ao longo das aulas da disciplina Desenvolvimento Industrial e Logística Sustentáveis, no Curso de Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental da PUC-Rio, e por seu apoio humano e acadêmico.

Ao meu orientador, Professor Dr. Hugo Repolho, pelas horas dedicadas a este trabalho.

Ao Engenheiro Fernando Mac Dowell, Prof. Dr., pela participação na Comissão Examinadora e por sua contribuição à versão final dessa Dissertação.

À Coordenação do Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental da PUC-Rio, na figura sempre atenciosa de sua Secretária, Paula Enoy.

Ao Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro, pelo apoio financeiro no período de setembro/2013 a fevereiro/2014.

À minha família, amigos e colegas da PUC-Rio e do TCE-RJ, pelo estímulo.

Resumo

Gomes, Márcia de Menezes de Assis; Repolho, Hugo Miguel Varela Repolho (Orientador). **Planejamento da rede de Metrô do Rio de Janeiro: linha Uruguai - Gávea/Jóquei**. Rio de Janeiro RJ. Rio de Janeiro, 2014, 114p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A mobilidade urbana tem sido objeto de manifestações e estudos por parte de leigos, acadêmicos, políticos e planejadores urbanos. Nos centros já densamente povoados, o metrô é o único modal capaz de escoar o grande volume de pessoas que necessitam se deslocar nos horários de pico. Entretanto, o retardamento na execução da rede de metrô, no município do Rio de Janeiro, é agravado pelas alterações nos projetos que expõem a carência na utilização das ferramentas de logística disponíveis na tomada de decisão pelos gestores públicos. Os traçados devem reduzir o tempo necessário ao deslocamento e otimizar a redistribuição do fluxo de passageiros. No caso em estudo, essa otimização pode ser obtida com a ligação das estações Uruguai e Gávea/Jóquei, conforme projeto licitado em 1998. Em particular, esta tese avalia uma das linhas de expansão do Metropolitano do Rio de Janeiro, a linha 4, por forma a inferir da sua adequação para melhorar a mobilidade urbana daqueles que se deslocam da Zona Oeste para o Centro, via Zona Sul. A linha 4 será avaliada por oposição a uma linha alternativa que liga as estações Uruguai e Gávea/Jóquei, conforme projeto licitado em 1998 e que permitiria definir uma rede circular.

Palavras-chave

Mobilidade Urbana; Metrô do Rio de Janeiro; Planejamento de Traçado.

Extended Abstract

Gomes, Márcia de Menezes de Assis; Repolho, Hugo Miguel Varela Repolho (Advisor). **Planning the Rio de Janeiro metro network: the Uruguai - Gávea/Jóquei line**. Rio de Janeiro RJ. Rio de Janeiro, 2014, 114p. MSc. Dissertation – Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

In recent years, urban mobility has been a major topic of debate among general public, academics, politicians and urban planners. Despite public policy programmes on mobility kick-started by the City Statute (Estatuto das Cidades), the resources invested in Brazil have not produced significant improvement in the quality of public transport in metropolitan areas, culminating instead in mass public demonstrations in June 2013.

According to calculations made by the Federation of Industries of the State of Rio de Janeiro (FIRJAN), taking into account loss of production and additional expenditure on fuel, among other variables, the cost of traffic congestion in Rio de Janeiro metropolitan area amounted to R\$ 29 billion in 2013, the equivalent of 8.2% of the area's GDP and higher than the GDP of the states of Piauí and Tocantins.

Against this background of increasing “urban immobility”, investment in public transport, as against private transport, has become a priority. The metro system is acknowledged to be the only mode capable of effectively meeting demand by addressing various problems, namely:

- reducing greenhouse gas emissions from both individual and collective vehicles;
- having the capacity to transport a large number of users (high-capacity transport);
- the unpredictability of traffic in Rio de Janeiro, with its high accident rate, often with fatalities, involving motorcycles, cyclists, pedestrians and drivers and passengers themselves (in both individual and collective vehicles).

Transport quality can be measured in terms of various factors, such as journey time, punctuality, fares and density (number of passengers/m²). There have been studies into passenger discomfort on public transport, linking it to falling productivity at work and low self-esteem among transport users, among other things. The level of discomfort on existing lines is such that women-only carriages are provided at peak times, proving that the maximum density quoted in demand studies (6 passengers/m²) is inadequate and consistently exceeded. Another common practice which subverts the system is that many Rio metro users get on trains going in the opposite direction to their destinations during peak times in order to get a seat further up the line, demonstrating that users of Lines 1 and 2 are concerned with their own comfort.

With regard to potential users of Line 4, preference surveys in the metro demand studies drawn up by FGV Projetos indicated that fares were a secondary concern in decision-making compared to journey time, confirming the premise that time is the deciding factor in the choice of transport mode, especially for private car users who need to be absorbed by public transport. This study therefore assumes that the user will always opt for the quickest way.

Drawn up in the 1960s, the Rio de Janeiro metro project only began to be implemented ten years later, by the state government from 1979 to 1982, and from 1998 to 2009 through concession, while Line 4 was put out to tender in 1998, with work starting in 2010. The 1998 call to tender was to extend Line 1 (from Saens Peña to Jóquei) and to build Line 4 (from Jóquei to Jardim Oceânico). The present route is a result of the first contract amendment of 25/02/2010 which located the interchange of Line 4 (Ipanema to Jardim Oceânico) and Line 1 at General Osório station, with intermediate stations at São Conrado, Jóquei, Bartolomeu Mitre, Jardim de Alah and Praça Nossa Senhora da Paz, departing from Jardim Oceânico.

Delays to work on the Rio metro network have been further compounded by changes to the original projects which reveal the failure of public administrators to make use of logistical tools in decision-making. By using decision support systems (DSS) based on quantitative and objective measuring techniques, it is possible to evaluate the different alternatives and to select the most efficient solution (optimum solution) according to the parameters defined. In this case, the parameters are journey time and the optimization of passenger flow.

In this dissertation, the current metro system is assessed in contrast to a system including a new line linking the Uruguai and Gávea/Jóquei stations, as proposed in a project put out to tender in 1998, which would have produced a circular network. Under this proposal, users from the west side of Rio have a choice of routes from São Conrado station onwards, while Line 2 users have a choice from Central station onwards. By way of example, Figure 1 illustrates the number of stations between São Conrado and Carioca depending on the route chosen:

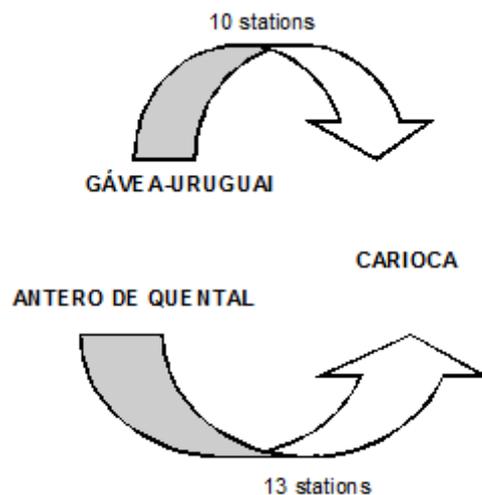


Figure 1 Route options from São Conrado station

The question to be answered at the end of the dissertation can be summarized as follows: to what extent does the Uruguai-Gávea link contribute to improved passenger flow given the shorter journey time for a certain proportion of users? Is the number of beneficiaries substantial?

To answer the question “Which direction do users choose?”, a simulation will be conducted of the time taken by users of metro Lines 1 and 4 to the various destinations on the system, taking into account the two routes. In the example given, there will be two options:

- via Ipanema, now under construction (current scenario) or
- via the Gávea-Uruguai link (proposed scenario).

For each origin and destination pair, there will be a faster route depending on whether the user travels via Ipanema or the proposed route, with a point at which journey time will be the same.

2 - DEVELOPMENT

The case study consists of comparing two route options, either via Line 4, currently under construction, or via a new link between Uruguai and Gávea stations, which would complete a circular line with the aim of reducing journey time as a result of connecting existing stations and balancing out passenger flows.

The estimated journey and stopping times were based on data from Line 1; that is, a correlation was established from the times taken for journeys and stopping on Line 1 which could be applied to obtain timings for the new stations on the current and proposed lines.

After comparing the time taken on the two routes, a calculation is made of the number of users who would benefit from putting in place this new section of the metro and the monetary value of the unproductive hours spent by these users on a longer route under the current scenario.

CURRENT SCENARIO

Line 4, currently under construction, is an extension of Line 1 towards the west side of Rio (Barra), comprising around 16 km of underground lines and six stations (Nossa Senhora da Paz, Jardim de Alah, Antero de Quental, Gávea, São Conrado and Jardim Oceânico).

PROPOSED SCENARIO

Linking Gávea and Uruguai stations involves 5.3 km of tunnelling, predominantly through rock, and is proposed not only as a means of reducing journey time, but also as an important step towards turning the Rio de Janeiro metro system into a metro network.

In the present study, the viability of the Uruguai-Gávea link derives from the reduction of journey time for a large number of passengers, making this a more attractive route option than the existing one (Line 4 under construction) for a certain proportion of users.

COMPARATIVE STUDY

Measuring the time taken by metro users to get to different destinations on the circular Line 1, considering the two possible routes, may produce two different values.

From São Conrado station, for example, there will be two route options:

- via the Gávea-Uruguai link (option J) or
- via Line 4 (Leblon – Ipanema), currently under construction (option K)

Stopping and journey times between stations were collated in the spreadsheets found in the appendix to the dissertation to produce a measure of travel times.

For each origin and destination pair, there will be a faster route depending on whether the user travels in a clockwise (\mathcal{T}_{ij}) or anticlockwise (\mathcal{T}_{ik}) direction, with a point at which the journey time will be approximately the same, i.e. where $\mathcal{T}_{ij} = \mathcal{T}_{ik}$.

From the tables contained in the appendix, it is possible to identify the station for which $\mathcal{T}_{ij} = \mathcal{T}_{ik}$ (the geometric centre, that is \mathcal{T}) in order then to ascribe the value 0 (route not chosen) or 1 (preferred route):

If $\mathcal{T}_{ij} < \mathcal{T}_{ik}$, then $X_{ij}=1$, $X_{kj}=0$;

If $\mathcal{T}_{ij} > \mathcal{T}_{ik}$, then $X_{ij}=0$, $X_{kj}=1$.

Based on the spreadsheets showing journey times between origin and destination, taking into account the two route options (time matrices for the current and proposed scenarios), a new spreadsheet was drawn up aligning the times taken on the two routes for each station and its various destinations, to facilitate comparison of journey time between the two routes for every station along Lines 1 and 4.

Taking as the parameter the time taken on the journey, there will be a preferred route for each pair of origin and destination stations.

SOCIAL AND MONETARY BENEFITS OF OPTIMIZATION

The calculation of unproductive hours and the number of users to benefit was based on the spreadsheet consolidating and comparing journey times to determine the preferred route.

The total of unproductive hours can be derived from the time difference on each journey combined with the respective load (number of users to benefit from the proposed scenario).

Considering the average monthly wage in the Rio de Janeiro metropolitan area to be R\$ 1,491.95 (average actual per capita household income as of March 2014, as quoted by IBGE, the Brazilian Institute of Geography and Statistics) and an average working month of 220 hours, the average hourly amount works out at R\$ 6.78.

The total of hours wasted on the metro as a result of not proceeding with the project put out to tender in 1998 amounts to 18,355 hours per day in each direction, which represents a sum of R\$ 124,446.90 a day or R\$ 2,737,831.80 a month.

Bearing in mind the two-way commute from home to work and back, the sums involved are close to double these amounts.

3 - CONCLUSION

A circular line, as proposed, allows the redistribution of passenger flow leading to a better balance of traffic at peak times and a reduction in travel time between various stations of up to 36 minutes per journey, in the case of a trip from Jardim Oceânico to Uruguai station.

The total of users who will benefit from the new route every day in terms of shorter journey time is in the order of 97,000, based on 2011 figures.

The amount corresponding to the total of unproductive hours resulting from the non-optimization of the route is over R\$ 5.4 million a month.

The significantly shorter time for the journey cited (Jardim Oceânico – Uruguai) will certainly lead to a move away from road transport (individual and collective) via Alto da Boa Vista and onto the metro system, increasing the number of those who benefit.

Thus the conclusion drawn is that putting in place the Uruguai-Gávea link is essential to increase the capacity of the Rio de Janeiro metro system and to ensure quality for metro users by reducing travelling times and density (number

of people per square metre) at peak times, both in trains and on platforms.

A secondary objective, though nevertheless a very important one, is to reiterate to public administrators and supervisory bodies the need to consider the social cost when decisions are taken by politicians, by not neglecting the available logistical tools which should be used in the strategic planning of all public policy, not just that concerned with urban mobility.

Keywords

Urban Mobility; Rio de Janeiro Metro; Line Planning.

Sumário

Introdução	19
1.1. Motivação	24
1.2. Objeto de estudo	25
1.3. Objetivos	26
1.4. Metodologia	27
1.5. Estrutura do Trabalho	28
2 - Planejamento de Transportes na Região Metropolitana do Rio de Janeiro	29
2.1 Histórico de Planos Urbanísticos e de Transportes RJ	29
2.2 Metropolitano do Rio de Janeiro - Histórico da Contratação	34
2.3 Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica do Metropolitano do Rio de Janeiro	38
3 - Fatores de Aferição	44
3.1 Tempo de Deslocamento	44
3.2 Conforto (pax/m ²)	47
4 – Estudo dos 2 Cenários da Rede Metropolitana Do Rio De Janeiro	50
4.1 - Cenários	50
4.1.1 – Cenário Atual	51
4.1.2 – Cenário Proposto	52
4.2 - Capacidade do Sistema	53
4.2.1 – Capacidade do Sistema: cenário atual	53
4.2.2 – Capacidade do Sistema: cenário proposto	56
4.3 - Estimativa dos Tempos de Deslocamento e Paradas nas Estações	57
4.3.1 – Cenário Atual	58
4.3.1.1 - Tempo estimado entre as estações Saens Peña e Uruguai:	59
4.3.1.2 – Tempo de Parada nas Estações	60
4.3.1.2.1 – Tempo de Parada em Plataforma Dupla:	61
4.3.1.2.2 - Tempo de Parada em Plataforma Simples:	64
4.3.2 – Cenário Proposto	67

4.3.2.1 - Tempo estimado entre as estações Gávea e Uruguai:	67
4.3.2.2 - Tempo estimado entre as estações para o traçado proposto	68
4.4 - Estudo Comparativo	72
5 - Benefício Social e Monetário Devido à Otimização	79
5.1 – Carregamento Diário	79
5.2 – Horas Improdutivas	82
6 - Conclusão	83
Referências	86
Apêndices	89
Anexos	104

Lista de Tabelas

Tabela 1: Balanço Social do Metrô – SP.	20
Tabela 2 Lugares Ofertados por hora sentido	48
Tabela 3 Taxas de ocupação – projeção de passageiros/m ² (Fonte: Vieira, R.G.O.)	51
Tabela 4 Matriz de viagens originadas no sistema de fretamento (origem: Barra da Tijuca)	54
Tabela 5 Tempo de parada em plataforma dupla	62
Tabela 6 Tempo de parada nas estações	63
Tabela 7 Tempo de parada em plataforma simples	64
Tabela 8 Volume de passageiros por parada nas estações da Linha 4 (2011)	66
Tabela 9 Tempo de parada adotado nas novas estações – cenário atual	66
Tabela 10 Tempo nos sentidos horário e anti-horário (traçado circular)	69
Tabela 11 Tempo de viagem Jardim Oceânico – Cinelândia (via Uruguai)	73
Tabela 12 Tempo de viagem Jardim Oceânico – Cinelândia (via Ipanema)	74
Tabela 13 Rota preferencial (em destaque)	77
Tabela 14 Total de embarques diários nas estações da Linha 4 (2011)	79
Tabela 15 Total de embarques no Pico Matutino nas estações da Linha 4 (2011)	80
Tabela 16 Rota preferencial (em destaque) e o carregamento correspondente	81

Lista de Figuras

Figura 1 Opção de percurso a partir da estação São Conrado	25
Figura 2 Representação das novas estações (em amarelo) contempladas no Edital PED/RJ nº 02/1998	35
Figura 3 Representação das estações contempladas no Contrato s/nº (em amarelo).....	36
Figura 4 Configuração atual da Linha 4 em execução (em amarelo)	37
Figura 5 Projeto Original do metrô (1968)	39
Figura 6 Linhas de barcas em operação (Fonte: PDTU 2011 - Atualização do Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, acesso em 29/03/2012)	42
Figura 7 Percentual de trabalhadores com tempo de percurso casa-trabalho superior a 60 minutos (PNAD 2012 – IBGE)	45
Figura 8 Níveis de superlotação (Fonte: Instituto de Transporte e Logística da Universidade de Sidney)	47
Figura 9 Tempos de viagem da Linha 4	58
Figura 10 Matriz Tempo para o cenário atual.....	58
Figura 11 Gráfico representativo do tempo de deslocamento em função da distância.....	59
Figura 12 Comportamento da Linha 1.....	61
Figura 13 Representação do tempo de parada em função do volume de passageiros e a respectiva Linha de Tendência.....	63
Figura 14 Representação do tempo de parada em função do volume de passageiros.....	65
Figura 15 Opções de trajeto para o percurso Saens Peña – Cardeal Arcoverde	68

*(...) as distâncias numa aglomeração urbana
não devem ser calculadas como distâncias
geográficas, mas como distâncias práticas,
que não exprimem os quilômetros, mas a
duração de deslocamento (...)*
Alfred Agache, A. *Cidade do Rio de Janeiro:
Remodelação – Extensão e Embelezamento.*

Introdução

O tema Mobilidade Urbana tem ocupado importantes debates nos últimos anos, sobretudo nos países em desenvolvimento, e decorre tanto pelo agravamento dos congestionamentos quanto pela maior preocupação com a qualidade de vida. Conforme Carvalho e Pereira, no Comunicado 161/2012 do IPEA, “o tempo perdido nos deslocamentos de trabalho é um importante indicador de qualidade de vida”.

Como solução, a nível internacional, pode-se observar o avanço do uso e compartilhamento de bicicletas e carros (carsharing), bem como o retorno a um modelo de desenvolvimento das cidades de há 100 anos atrás, rebatizado pelo Professor Robert Cervero, da Universidade de Berkeley, pelo termo TOD – Transit Oriented Development, onde a ocupação do solo é multifuncional e compacta, de forma a minimizar a necessidade de deslocamentos, e servida por transporte público de qualidade, localizado a uma distância máxima de 800 metros dos pontos de interesse (casa, trabalho, escola etc), tornando as cidades caminháveis, outro conceito da atualidade.

O interesse pelo tema mobilidade não pode ser classificado como recente, posto que o consultor internacional de transporte e meio ambiente, do Departamento de Geografia da Universidade de Lancaster - Reino Unido, John Whitelegg, em 1993 já questionava o sucesso do sistema de transportes como indutor de ganho de tempo. John Whitelegg invocava que a tecnologia e a velocidade dos meios de transporte permitiam que os pontos de interesse (facilities) fossem localizados cada vez mais distantes e, com isso, maior o tempo gasto nos deslocamentos (casa – trabalho, casa – escola, casa – lazer etc).

A preocupação na década de 90 agravou-se com os congestionamentos, atingindo seu apogeu na “imobilidade urbana”, como vem sendo chamada. Os custos decorrentes têm sido objeto de estudo por técnicos de diversas entidades públicas e privadas, como a Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro - FIRJAN, a Associação Nacional de Transportes Públicos - ANTP e o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA.

Pelos cálculos da FIRJAN, que considera as perdas de produção e o gasto extra com combustível, dentre outras variáveis, o custo dos congestionamentos, na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, atingiu o montante de R\$ 29 bilhões em 2013, valor equivalente a 8,2% do PIB metropolitano, superior ao PIB do Piauí ou Tocantins.

A Companhia de Trens Metropolitanos de São Paulo - CPTM e a Companhia do Metropolitano de São Paulo já incluem o Balanço Social em seus Relatórios Anuais, no qual são computados aspectos sociais e ambientais, tais como a redução de poluentes, o bem estar do indivíduo e da sociedade, a redução de acidentes e de tempo despendido nas viagens, sendo a redução do tempo responsável por 50% do total dos benefícios, conforme Relatório de Administração do Metrô paulista-Exercício 2011. O empreendimento Metrô gerou, no exercício de 2011, um benefício social positivo de R\$ 6,4 bilhões conforme

Tabela 1.

Tabela 1: Balanço Social do Metrô – SP.

Discriminação	Unidades	2011		2010	
		Quantidade (mil)	Valor (milhão)	Quantidade (mil)	Valor (milhão)
Redução de emissão de poluentes	ton/ano	808	176	817	143
Redução do consumo de combustível	litros/ano	452.103	939	428.531	834
Redução do custo operacional do ônibus	Km/ano	268.447	1.270	258.352	1099
Redução do custo operacional com autos	Km/ano	1.355.525	743	1.293.134	675
Redução do custo de operação e manutenção de vias	-	-	49	-	47
Redução do tempo das viagens	Horas/ano	619.824	3.116	575.539	2.763
Redução do custo com acidentes	acidentes	14	151	13	138
Total			6.444		5.699

Fonte: Companhia do Metropolitano de São Paulo

Com base nos dados divulgados pela Companhia de Trens Metropolitanos de São Paulo - CPTM, a Revista dos Transportes Públicos da ANTP – Ano 36 – 2013 – 3º quadrimestre publicou artigo onde foi demonstrado que o montante dos benefícios sociais, da ordem de R\$ 713.180,974,00/ano, é capaz de “subsidiar” 2 km de rede metroviária/ano, considerando um custo de R\$ 352.701.775,00/km.

Apesar de inovações, como o BRT, e dos programas de políticas públicas voltados à mobilidade, impulsionados pelo Estatuto das Cidades, os recursos aplicados não resultaram em melhoria significativa na qualidade do transporte público nas regiões metropolitanas, objeto de intensa manifestação popular em diversas capitais do país, em especial em junho/2013.

O Estatuto das Cidades (Lei Federal nº 10.257/2001) determinou, aos municípios com mais de 500 mil habitantes, a elaboração do seu Plano de Transporte Integrado. O Ministério das Cidades, por sua vez, elaborou, em 2007, o Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana (PlanMob) buscando orientar projetos voltados ao acesso amplo e democrático às oportunidades que a cidade oferece, através do planejamento da infraestrutura e dos transportes, possibilitando o adequado exercício da mobilidade urbana e da logística de distribuição dos serviços.

O PlanMob destaca a importância do Metrô devido às seguintes características:

- Permite o transporte de grandes contingentes;
- Não sobrecarrega a infraestrutura viária;
- Reduz a poluição ambiental.

De acordo com o PlanMob, os gestores devem buscar o rompimento da cultura do automóvel, posto que são consumidas 10,7 milhões de TED (Tonelada Equivalente de Petróleo) por ano, sendo 75% no transporte individual e 25% no transporte coletivo, dados obtidos no estudo Perfil de Mobilidade Urbana no Brasil – 2003, elaborado pela Agência Nacional de Transportes, o BNDES e o Ministério das Cidades.

Apesar da aguardada mudança do modal rodoviário para o modal sobre trilhos, no sentido inverso do que ocorreu nas décadas de 60/70, ainda são aplicados muitos recursos, no âmbito do Estado e do Município do Rio de Janeiro, na infraestrutura para o modal rodoviário, como as Linhas Amarela, Transcarioca, Transoeste, Transolímpica e Transbrasil, com a implantação de

corredores de ônibus de maior capacidade (200 passageiros) – os BRT's (Bus Rapid Transit).

O atual conceito de desenvolvimento urbanístico, baseado na humanização das cidades e na conexão, é incompatível com a segregação causada pelos BRT's que, ao conectar dois centros distantes, segrega áreas vizinhas, repetindo a lógica das ferrovias suburbanas e do modelo modernista das grandes vias urbanas, o qual prioriza o deslocamento sobre rodas e despreza a forma mais básica de deslocamento: o caminhar. O metrô, ao contrário, independe do tráfego de superfície e favorece a integração da região localizada próxima às estações.

Segundo o técnico do IPEA, Carlos Henrique Ribeiro de Carvalho, a principal causa para a baixa participação dos sistemas sobre trilhos, nos deslocamentos urbanos, é a falta de investimentos perenes nesse modal, agravada pelo crescimento acelerado das grandes cidades, “quando as pressões de demanda por transportes foram resolvidas por modais rodoviários, mais flexíveis, mesmo que inadequados em situações de alta concentração de demanda”. E acrescenta: “No contexto atual de grandes deseconomias causadas pelos congestionamentos, o transporte sobre trilhos volta a ter destaque nas políticas de mobilidade urbana”.

A vantagem do modal sobre trilhos em relação ao modal rodoviário, no que tange à emissão de CO₂ (dióxido de Carbono ou gás carbônico), pode ser exemplificada pela informação veiculada no próprio site do MetroRio, conforme acesso em 26/01/2014, referente à inauguração da Estação Uruguai:

Quando em funcionamento, a estação propiciará redução de 46% na quilometragem percorrida pelos ônibus de integração (de 132.000 km para 71.000 km/mês), gerando uma diminuição na emissão de Gás Carbônico na Região. A sustentabilidade na mobilidade urbana não se limita à redução da emissão de gases poluentes, pois o principal objetivo de um Sistema de Transportes é a eficiência e a qualidade.

O estudo do custo social dos congestionamentos tem crescido no Brasil, o que pode ser explicado pelo maior interesse em mobilidade urbana, uma tendência mundial, sobretudo nos países em desenvolvimento, onde ocorre urbanização desordenada e desprovida de políticas públicas de transporte integradas.

A demanda por transporte público cresce numa velocidade expressivamente superior à ampliação da rede ferroviária e metroviária, únicos modais com capacidade de absorver grande contingente de usuários. As

políticas públicas nos grandes centros urbanos brasileiros não priorizaram o modal sobre trilhos, tornando insustentável a situação do trânsito em capitais como Rio de Janeiro e São Paulo.

A esse respeito, Bianchi e Nobre, na tentativa de compreender os motivos pelos quais as metrópoles São Paulo e Cidade do México apresentam redes de metrô tão distintas, apesar de apresentarem demanda semelhante, elaboraram estudo comparativo na implantação da rede metroviária das duas cidades. Os autores situam o início da construção de ambas as redes em 1968, sendo que, em 2012, a Cidade do México contava com uma rede de 201,4 km, enquanto o município de São Paulo apresentava uma rede com 74,3 km de extensão. A rede metroviária mexicana expandiu-se rapidamente (média de um quilômetro por mês), apesar da elevada atividade sísmica na região. A dupla de autores conclui que, além da questão de priorização política e financiamento, a Cidade do México optou por um metrô mais simples, porém mais abrangente e com maior extensão do que o município de São Paulo, cujo custo do quilômetro chega a ser três vezes superior ao custo no México.

No caso em estudo, o objetivo é estudar o benefício que a implantação de um determinado trecho de metrô, ligando as estações Gávea e Uruguai, traz ao sistema do metrô do Rio de Janeiro ao formar um circuito, ou seja, tornando a Linha 1 circular, a qual vem crescendo de forma linear, sem que seja criada uma rede de metrô. Em cidades como Tóquio e Moscou, que apresentam redes de metrô complexas/robustas, a linha circular de metrô tem a vantagem de integrar as diversas linhas de suas redes de metropolitano, enquanto a ligação Gávea – Uruguai tem como principal vantagem a redução do tempo de viagem para muitos usuários, mas também permite uma redistribuição do fluxo de passageiros nos horários de pico.

1.1.Motivação

A presente pesquisa surgiu do interesse em compreender as justificativas técnicas da não implementação do projeto original do Metrô, o que foi viabilizado por pesquisa realizada no órgão público onde trabalho – Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro – TCE/RJ – e pelo material disponibilizado pelo arquiteto Paulo Roberto Martins de Souza, o qual ocupou importantes cargos técnicos e políticos, no âmbito dos transportes do Estado do Rio de Janeiro, e que disponibilizou o Plano Agache (1930), Estudo do Escritório de Doxiádis (1965) e o Plano original do Metrô. (1968).

A partir desse material e da observação do que vem ocorrendo com o Metropolitano do Rio de Janeiro, onde muitos usuários, nos horários de pico, embarcam no sentido contrário ao desejado, pois não conseguem embarcar rumo ao seu destino, devido à superlotação das composições, constata-se que a ampliação da Linha 1, em direção à Barra da Tijuca, agravará o problema, ao invés de solucioná-lo.

O projeto original do Metrô sofreu diversas modificações, muitas delas contestadas por técnicos e leigos, sem ser demonstrada a vantagem de uma alternativa em relação às outras. A utilização de Sistemas de Apoio à Decisão (SAD), baseados em técnicas quantitativas e objetivas, permite avaliar as alternativas existentes e escolher a solução mais eficiente (solução ótima) de acordo com os parâmetros definidos. O estudo dos SAD é um tópico de pesquisa operacional tradicionalmente aplicado a problemas de localização (Pizzolato et al., 2012) e que vem sendo gradativamente aplicado para resolver questões relativas ao planejamento de transportes e de questões de mobilidade urbana (e.g., Repolho et al., 2012).

Apesar do crescente interesse pelo tema Mobilidade Urbana, seja por leigos, acadêmicos ou profissionais, seu planejamento é muitas vezes negligenciado em face de interesses privados. A partir da experiência como funcionária pública de um órgão de controle, é natural que se conclua pela necessidade de que os recursos governamentais aplicados sejam otimizados e que a população seja atendida a contento.

No caso em estudo, o maior benefício à população carioca e da Região Metropolitana do Rio de Janeiro pode ser avaliado pela redução das emissões de gases que potencializam o efeito estufa e pelas horas improdutivas desperdiçadas nos deslocamentos casa-trabalho e trabalho-casa.

1.2. Objeto de estudo

O objeto de estudo deste trabalho é a ligação Gávea-Uruguai que, a ser construída, permitiria criar um circuito na rede metropolitana do Rio de Janeiro. Havendo a ligação Gávea-Uruguai, o usuário que embarca na Barra, por exemplo, com destino à Estação Carioca, poderia embarcar em dois sentidos, o existente ou através da nova ligação.

A Figura 1 ilustra, a título de exemplo, o número de estações percorridas, entre a Estação São Conrado e a Estação Carioca, consoante o percurso escolhido. A Estação Carioca é o principal destino dos usuários da Zona Sul no pico matutino.

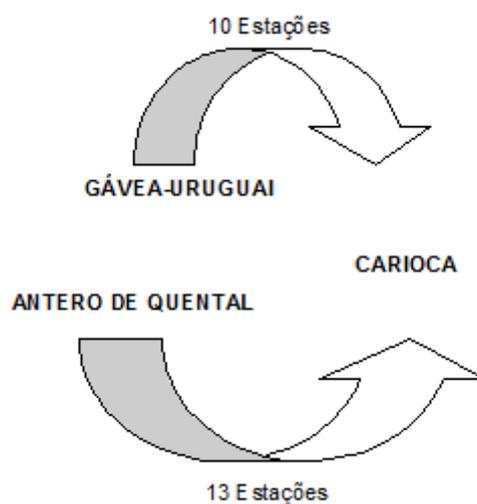


Figura 2 Opção de percurso a partir da estação São Conrado

Para responder à questão "Qual o sentido escolhido pelos usuários?", será feita simulação do tempo consumido pelos usuários das Linhas 1 e 4 do metrô para os diferentes destinos ofertados pelo sistema, considerando os dois trajetos. No exemplo dado haverá duas opções:

- através da ligação Gávea - Uruguai (opção J) ou
- através de Ipanema, ora em implantação (opção K).

Para cada “par” Origem/Destino, haverá um trajeto mais rápido, caso o usuário se desloque através da opção J ou opção K, havendo um ponto no qual o tempo de deslocamento será o mesmo.

No caso dos usuários embarcados nas Estações Jardim Oceânico e São Conrado, a Estação Cinelândia é o destino para o qual o tempo de deslocamento é o mesmo, não importa se for adotado o sentido horário ou anti-horário, como será demonstrado adiante. Nesse caso, a nova rota não reduz o tempo de viagem, mas contribui para a redistribuição do fluxo e, conseqüentemente, para dar mais conforto ao usuário.

A segunda questão em análise refere-se à capacidade da Linha 1 absorver os novos usuários da Linha 4 nos dois sentidos. Esta questão é tão mais importante quanto se espera que a Linha 1 opere no limite de sua capacidade, nos horários de pico (matutino e vespertino).

A partir dos dados oficiais disponibilizados no site do Metrô, constantes do Estudo de Demanda elaborado pela FGV Projetos para a Linha 4, é possível verificar se a taxa de ocupação ficará abaixo do limite máximo adotado no referido estudo (6 pax/m²), ou seja, se o número de lugares ofertados por hora, em cada sentido, ficará abaixo dos limites estabelecidos nos Estudos de Demanda.

1.3. Objetivos

Pretende-se analisar os benefícios advindos da construção do segmento excluído da contratação decorrente da licitação realizada em 24/11/1998 (Edital PED/ERJ nº 02/98), ligando as Estações Uruguai e Gávea, com o objetivo de minimização dos tempos de deslocamentos dos usuários do Metrô.

A questão a ser respondida, ao final da Dissertação, pode ser resumida da seguinte forma: em que medida a ligação Uruguai – Gávea contribui para a melhor distribuição do fluxo de passageiros, em face da redução do tempo de deslocamento para um contingente de usuários? O número de beneficiários é expressivo?

1.4. Metodologia

O Sistema de Metropolitano do Rio de Janeiro começou a ser desenvolvido na década de 60 e teve, desde então, diversas alterações, avanços e recuos. O estudo apresentado nesta dissertação compreenderá por isso, primeiramente, um levantamento da história do Sistema Metropolitano do Rio de Janeiro e dos diversos Projetos de Desenvolvimento do mesmo.

Em seguida, far-se-á a comparação entre dois cenários: o cenário atual já contemplando a nova linha 4, assim denominado o trecho entre a Estação Ipanema/General Osório e a Estação Jardim Oceânico, na Barra da Tijuca; e o cenário proposto, que é composto pelo cenário atual acrescido do trecho Gávea-Uruguai. A comparação entre os dois cenários será feita em termos de tempos de deslocamento dos passageiros na rede e do nível de congestionamento da rede. Para tal recorrer-se-á ao estudo de tempos de circulação da rede existente e da rede proposta e ao levantamento do carregamento atual e futuro do sistema.

Dos resultados obtidos far-se-á uma análise à mais-valia da implementação da linha Gávea-Uruguai em termos de congestionamento da rede e de tempo de circulação dos passageiros.

1.5. Estrutura do Trabalho

Esta Dissertação foi dividida em 6 capítulos, constando, do primeiro capítulo, a motivação, o objeto de estudo (a ligação da estação de metrô Uruguaí à Gávea), a metodologia e o objetivo que se pretende com esse trabalho.

No segundo capítulo são tecidas considerações sobre a evolução do planejamento dos transportes no âmbito da cidade do Rio de Janeiro, assim como é apresentado o projeto original do Metrô (1968) e breve histórico das contratações para implantação do Metrô, em especial da Linha 4 atualmente em execução.

O foco do terceiro capítulo são os fatores de aferição da qualidade do transporte público, a partir do conforto ao usuário, em termos de tempo (de deslocamento, espera na plataforma, transbordos) e de taxa de ocupação nas horas de pico.

No Capítulo 4 são apresentados os dois cenários abordados, sendo o cenário atual o que contempla as linhas existentes mais a Linha 4, em implantação, enquanto o cenário proposto trata do sistema com as Linhas 1 e 4 perfazendo um traçado circular (circuito). O Capítulo 4 compreende, ainda, o estudo comparativo entre o cenário atual e o proposto, tendo como foco a redução dos tempos de viagem.

No Capítulo 5 é calculado o número de usuários beneficiados e o valor monetário referente às horas improdutivas decorrentes da não adoção do traçado proposto em relação ao cenário atual, seguido da conclusão (Capítulo 6).

2 - Planejamento de Transportes na Região Metropolitana do Rio de Janeiro

O planejamento dos transportes dos centros urbanos está intimamente ligado ao planejamento urbanístico e de ordenamento do território. As opções de mobilidade adotadas influenciam e são influenciadas pela organização espacial dos centros urbanos. Neste capítulo serão revistos os principais Planos Urbanísticos e de Transportes desenvolvidos para a Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Em seguida é apresentado especificamente o projeto original do Metropolitano do Rio de Janeiro e o respectivo Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica.

2.1 Histórico de Planos Urbanísticos e de Transportes RJ

Durante o século XX foram definidos para a Região Metropolitana do Rio de Janeiro alguns Planos Urbanísticos e de Transportes que estiveram na origem da realidade urbana que hoje encontramos. A saber: 1) o Plano Agache; 2) o Plano Doxiádis; 3) o Plano Integrado de Transportes – PIT, e 4) Planos complementares.

O Plano Agache foi desenvolvido no período 1926-1930, e tinha como propósito a Remodelação – Extensão e Embelezamento da cidade do Rio de Janeiro. O trabalho foi empreendido a convite do então Prefeito da capital do Brasil, Antônio Prado Júnior, e foi capitaneado pelo renomado arquiteto do governo francês Alfred Agache, em colaboração com três destacados especialistas: o arquiteto-urbanista E. de Groër, o arquiteto W. Palanchon e o engenheiro-sanitarista A. Duffieux.

O Plano Doxiádis, ou Plan for Urban Development, foi desenvolvido no ano 1965 para o então Estado da Guanabara, que abarcava unicamente a cidade do Rio de Janeiro – o antigo Distrito Federal – pela empresa Doxiadis Associates, Consultants and Ekistics, contratada pela Comissão Executiva para o Desenvolvimento Urbano (CEDUG)

O Plano Integrado de Transportes, conhecido como PIT Metrô/RJ, foi elaborado dez anos depois pela Companhia do Metropolitano do Rio de Janeiro, no período entre 1975 e 1977, tendo como objetivo a otimização do sistema de transportes, na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, a partir da implantação do Metrô/RJ, a ser alimentado pelo sistema de transporte coletivo (ônibus) e integrado aos demais modais de transporte de alta capacidade, ou seja, o modal ferroviário (trens) e aquaviário (barcas).

No período compreendido entre o Plano Doxiádis e o PIT Metrô/RJ, foi desenvolvido, pelas empresas Companhia Construtora Nacional S.A., Hotchtief Aktiengesellschaft für Hoch und Tiefbauten vorm. Gebr. Helfmann e a Deutsche Eisenbahn Consulting GmbH, o Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica do Metropolitano do Rio de Janeiro, elaborado para o Governo do Estado da Guanabara, em 1968. Esse estudo baseou-se num estudo de mobilidade Origem/Destino detalhado e visava identificar prioridades para a efetiva implantação e futuro desenvolvimento do sistema de transporte subterrâneo na cidade do Rio de Janeiro.

Mais recentemente foram desenvolvidos outros Planos Complementares, que pela sua relevância devem ser mencionados. A saber:

- Plano Diretor de Transportes Urbanos, Revisão 2, 2005;
- Plano de Mobilidade Urbana (PlanMob), 2007;
- Plano Diretor de Transportes Urbanos, Minuta do Relatório 4 - Planejamento e Execução das Pesquisas: Parte 2 Tomo II - Pesquisas nas Estações de Metrô e Barcas, 2013.

Os planos e estudos acima citados refletem a alteração havida na hierarquização das prioridades, passando do transporte sobre trilhos (Plano Agache) para modos motorizados (Plano Doxiádis), de acordo com a visão predominante nas respectivas épocas.

De acordo com o PDTU (2002/2003), o transporte sobre trilhos, na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, responde por apenas 7% das viagens em transporte coletivo, situação que, segundo o Relatório, “é um reflexo da falta de organização, otimização e integração dos subsistemas existentes, levando a uma concorrência predatória entre os modos”.

Na década de 30 a cidade do Rio de Janeiro era servida por trilhos. O Plano Agache previa o crescimento da então capital federal em direção à Zona

Oeste e a ampliação do transporte sobre trilhos naquela direção. O correspondente projeto de mobilidade a longo prazo foi substituído pela adoção dos bondes para atender à demanda existente até que, nos anos 60, a cidade aderiu ao Modernismo com suas grandes vias privilegiando o automóvel e prestigiando a indústria automobilística, em processo de implantação no país à época.

A mudança do modal ferroviário para o rodoviário transparece no projeto desenvolvido pelo escritório do arquiteto grego Doxiádis na década de 60, hoje parcialmente implantado, o qual conecta a cidade por meio de eixos rodoviários intitulados Linhas Policromáticas.

Em síntese, o Plano Agache, que data da década de 30, privilegiava o modal sobre trilhos, enquanto o Plano, digamos, das Linhas Policromáticas de Doxiádis, da década de 60, privilegiava o modal rodoviário. A tendência atual é associar a política de mobilidade urbana à preocupação com o meio ambiente, priorizando o transporte público coletivo não motorizado e de qualidade.

Por outro lado, o transporte individual é um modelo ultrapassado e se tornou insustentável nas grandes metrópoles, gerando desperdício de tempo em congestionamentos, acidentes e consumo excessivo de combustíveis, além da emissão de gases que potencializam o efeito estufa, conforme Barzac e Duarte (2012), *in verbis*:

O setor de transportes é um dos principais emissores de gases poluentes. E a mobilidade urbana conhece nos últimos anos uma crescente motorização individual. Além de agravar o problema ambiental, com o excesso de emissão de gases de efeito estufa, a motorização privada consome espaço urbano tanto com vias para circulação de automóveis como com extensas áreas para estacionamento, que degradam a qualidade de vida urbana.

Apesar de ocupar menos espaço urbano, seja nas vias, seja nos estacionamentos, e causar menos poluição atmosférica do que um automóvel, as motocicletas estão presentes em 20% dos lares brasileiros e seus usuários são as maiores vítimas fatais no trânsito, respondendo, no Brasil, por 12.000 mortes por acidentes ao ano, de acordo com o Comunicado¹ 161 do IPEA, além ocuparem as calçadas dos pedestres e causarem poluição sonora.

Sob o enfoque da sustentabilidade, portanto, devem ser desestimulados modelos que propaguem o uso de veículos sobre rodas (automóveis,

¹ Comunicados têm por objetivo antecipar estudos e pesquisas conduzidas pelo IPEA

motocicletas, ônibus/BRTs etc), em detrimento de soluções que priorizam o transporte público de alta capacidade (metrô, barcas), com qualidade, posto que a população é afetada de diferentes formas, seja devido à poluição, maior exposição a acidentes de trânsito e atropelamentos, menor tempo dedicado ao lazer e ao convívio em família, além do excessivo consumo de combustíveis fósseis e das horas improdutivas nos congestionamentos.

O atual conceito de desenvolvimento urbanístico, baseado na humanização das cidades e na conexão, é incompatível com a segregação causada pelos BRT's que, ao conectar dois centros distantes, segrega áreas vizinhas, repetindo a lógica das ferrovias suburbanas e repete o modelo modernista de grandes vias urbanas, que prioriza o deslocamento sobre rodas e despreza a forma mais básica de deslocamento: o caminhar. O metrô, pelo contrário, é independente do tráfego de superfície e favorece a integração da região localizada próxima às estações.

Confome salientado no Plano de Mobilidade Urbana (PlanMob), do Ministério das Cidades, o automóvel é responsável por parte significativa da poluição sonora e atmosférica, ocupa muito espaço no sistema viário e potencializa acidentes de trânsito – uma das principais causas de morte no país – e seu uso responde, como notório, por infundáveis congestionamentos nas grandes cidades e metrópoles. A propósito, o arquiteto Jaime Lerner, criador do BRT quando era Prefeito da cidade de Curitiba, afirma em suas palestras: “O carro é o cigarro do futuro” (in Fórum de Mobilidade Urbana, Rio de Janeiro, 03 e 04 de Outubro de 2013, FIRJAN).

Passados, portanto, oitenta anos do Plano desenvolvido pela equipe capitaneada por Alfred Agache, pode-se observar que o planejamento de transporte público do Rio de Janeiro carece de soluções sistemáticas, agravada pelo fato de envolver diferentes esferas de governo, sendo o Metrô uma concessão pública estadual, apesar de só circular na capital, enquanto as concessões de ônibus podem ser de âmbito municipal ou estadual, no caso de ligações intermunicipais.

Essa dicotomia se reflete, por exemplo, na oferta excessiva de ônibus em Copacabana, bairro da maior densidade populacional da cidade, que é servido por 3 estações de metrô (Cardeal Arcoverde, Siqueira Campos e Cantagalo), cujas distâncias variam de 550 a 1.150 metros, sem acesso à via principal (Av. Nossa Senhora de Copacabana). Entretanto, o projeto original previa cinco

estações (Lido, Siqueira Campos, Raimundo Correa, Miguel Lemos e Raul Pompéia), o que reduziria a circulação de ônibus em Copacabana, os quais sobrecarregam a infraestrutura urbana e provocam poluição sonora, além do prejuízo à qualidade do ar, devido às emissões de CO2.

O caso de Copacabana exemplifica o que Nikos A. Salingaros denomina de congestionamento do canal, no artigo *A Teoria da Teia Urbana*: “quando as conexões são todas do mesmo tipo, elas competem umas com as outras e excedem a capacidade de fluxo do canal”.

A implantação da Linha 4, unifilar, repete esse modelo, pois o caminho é um só, podendo ser transposto pela superfície (carro, ônibus de condomínio, ônibus público) ou pelo subsolo: ao restringir o número de caminhos, independente do modal adotado, perde-se a oportunidade de conectar pontos distintos a fim de formar um sistema integrado de transporte público.

Para implantação da Linha 4 do Metrô, o Estado do Rio de Janeiro (ERJ) elaborou Editais e celebrou Contratos e Termos Aditivos que foram acessados através do site oficial da AGETRANSP e do Sistema de Controle e Acompanhamento de Processos, denominado SCAP, mantido pelo Tribunal de Contas do ERJ – TCE/RJ.

2.2 Metropolitano do Rio de Janeiro - Histórico da Contratação

O projeto do Metropolitano do Rio de Janeiro foi desenvolvido na década de 60 e teve sua implantação iniciada 10 anos depois, conforme o breve histórico que segue.

- Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica do Metropolitano do Rio de Janeiro (1968);
- Execução (Linha 1): 1979/1982 (Estado)
1998/2009 (Concessão);
- Extensão (Linha 4): 1998 > licitação e contrato
2010 > início das obras

O objeto do Edital PED/ERJ nº 02/98, licitado em 24/11/1998, contemplava, conforme a Figura 2 e Figura 3, duas frentes, mas sofreu sucessivas alterações, conforme apresentado a seguir.

a) Expansão da Linha 1, a partir do prolongamento da galeria existente na Estação Saens Peña (Rabicho da Tijuca) até a Estação Jóquei, na Gávea, a qual coincidiria com a origem da Linha 4, em direção à Barra da Tijuca, compreendendo 5,3 km de extensão. Esse trecho incluía a construção das estações Uruguai e Jóquei;

b) Implantação da Linha 4 para a Barra da Tijuca, com a ligação da Estação Jóquei à Estação Jardim Oceânico, na Barra da Tijuca, passando pela estação intermediária de São Conrado, perfazendo um total de 10 km.

Edital PED/ERJ nº 02/1998 (24/11/1998):

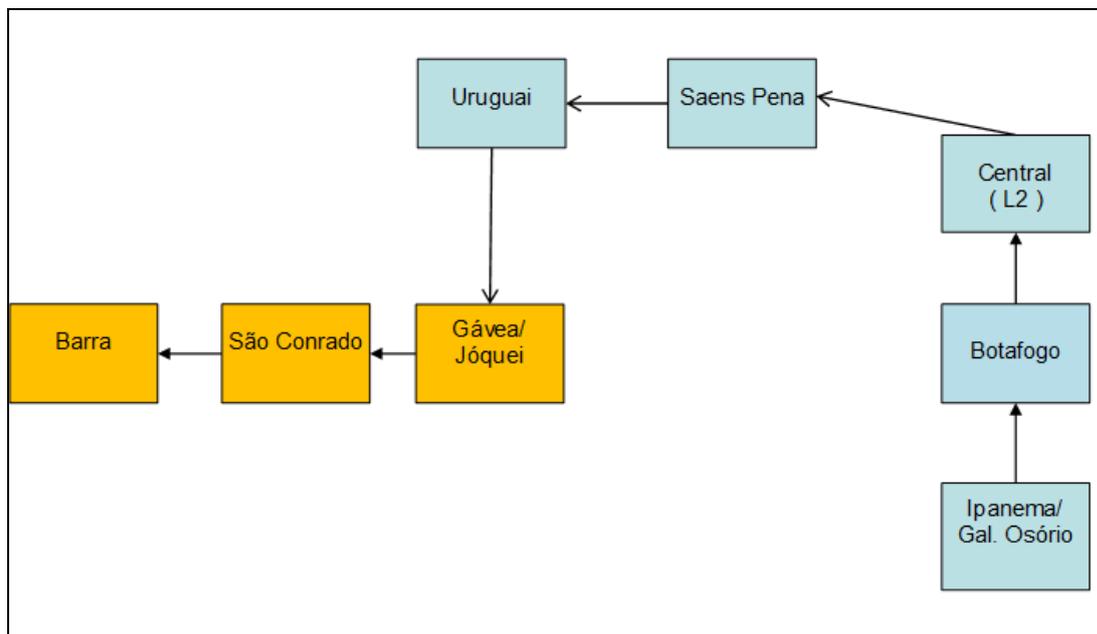


Figura 3 Representação das novas estações (em amarelo) contempladas no Edital PED/RJ nº 02/1998

Entretanto, conforme Contrato de Concessão para exploração dos serviços públicos de transporte metroviário de passageiros da Linha 4 do Metrô, firmado em 21/12/1998, em sua Cláusula Segunda, consta a informação de que o Projeto Básico foi modificado pelo traçado alternativo aprovado pelo Metrô, que constitui o Anexo IV do Contrato, de acordo com o Projeto Executivo a ser elaborado pela Concessionária.

O objeto licitado, que consistia na expansão da Linha 1 (trecho Saens Peña – Jóquei), e implantação da Linha 4 (trecho Jóquei - Jd Oceânico), passou a contemplar apenas a Linha 4 com novo traçado, assim entendida a Linha desde o trecho que se iniciava na Estação Morro de São João, passando nas estações intermediárias Humaitá, Jóquei, São Conrado e terminando na Estação Jardim Oceânico, com extensão aproximada de 16,3 km. A Figura 3 ilustra essa situação.

Contrato s/nº celebrado em 21/12/1998:

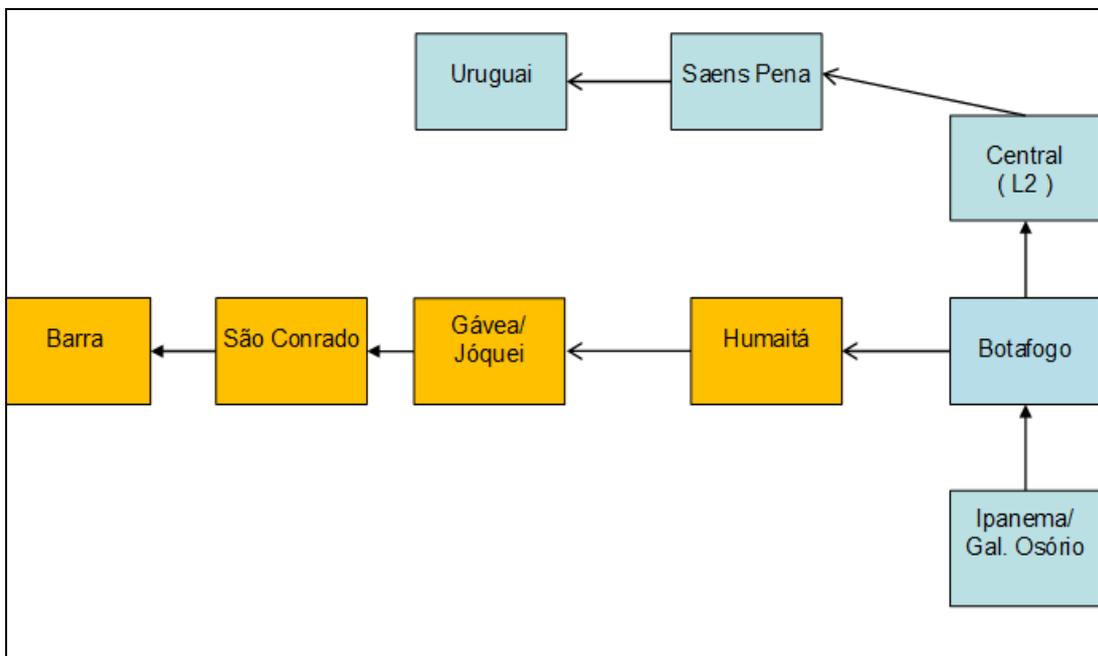


Figura 4 Representação das estações contempladas no Contrato s/nº (em amarelo)

Em 25/02/2010, foi assinado o primeiro Termo Aditivo ao referido contrato, alterando o traçado da Linha 4, com origem na Estação Jardim Oceânico, passando pelas estações intermediárias São Conrado, Jóquei, Bartolomeu Mitre, Jardim de Alah e Praça Nossa Senhora da Paz, e integrando-a à Linha 1 na Estação General Osório, conforme Figura 4 (cenário atual).

Termo Aditivo (25/02/2010):

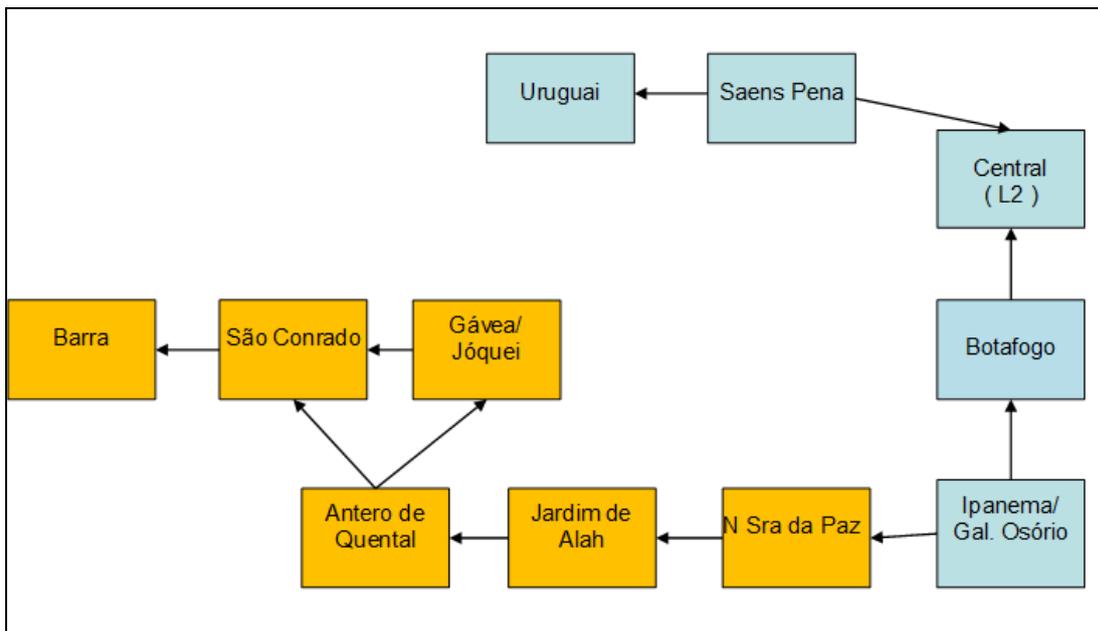


Figura 5 Configuração atual da Linha 4 em execução (em amarelo)

A última modificação procedida, conforme consta do aditivo ao Contrato, foi motivada pelas seguintes considerações:

- a) A escolha da Cidade do Rio de Janeiro como uma das Cidades Sede da Copa do Mundo de Futebol de 2014 e como Cidade Sede das Olimpíadas de 2016;
- b) A necessidade de adequar o traçado da Linha 4, promovendo integração com a Linha 1 do Metrô, na Estação General Osório, através dos bairros de Ipanema e Leblon, integrando os principais pontos da rede hoteleira com os locais de competição dos Jogos Olímpicos;
- c) A urgência na implantação das alterações a tempo de atender aos eventos da Copa do Mundo de 2014 e, principalmente, das Olimpíadas de 2016;
- d) A constatação, corroborada pela Diretoria de Engenharia da Rio Trilhos, de que somente o início imediato das obras viabilizaria sua conclusão em prazos compatíveis com a realização dos eventos citados.

Com isso, o projeto original do Metrô sofreu modificações que não visaram a otimização do Sistema, mas o atendimento pontual a turistas durante eventos esportivos.

2.3 Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica do Metropolitano do Rio de Janeiro

O projeto concebido inicialmente para o Metrô do Rio de Janeiro, conforme Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica do Metropolitano do Rio de Janeiro, foi elaborado para o Governo do Estado da Guanabara, em 1968, pelas empresas Companhia Construtora Nacional S.A., Hotchtief Aktiengesellschaft für Hoch- und Tiefbauten vorm. Gebr. Helfmann - Deutsche Eisenbahn Consulting GmbH e previa seis etapas de construção, a saber:

Trecho I → Saens Peña – N. Sr^a da Paz (Linha 1) > 22 estações (18 km)

Trecho II → Castelo – Praça da Bandeira - Triagem, cruzando a Linha 1 nas estações Estácio e Carioca > 11 estações (8,5 km)

Trecho III → Saens Peña – Méier - Boca do Mato > 6 estações (7,65 km)

Trecho IV → Boca do Mato – Jacarepaguá > 5 estações (11,4 km)

Trecho V → Triagem – Pavuna > 10 estações (16,75 km)

Trecho VI → Castelo – Niterói > 1 estação (4,55 km)

O trecho II, além de estrategicamente localizado em relação à linha férrea, foi concebido a fim de proporcionar o alívio ao tráfego de superfície no Centro, com a projeção de dois pontos de entroncamento, nas Estações Carioca e Estácio de Sá, conforme Figura 5.

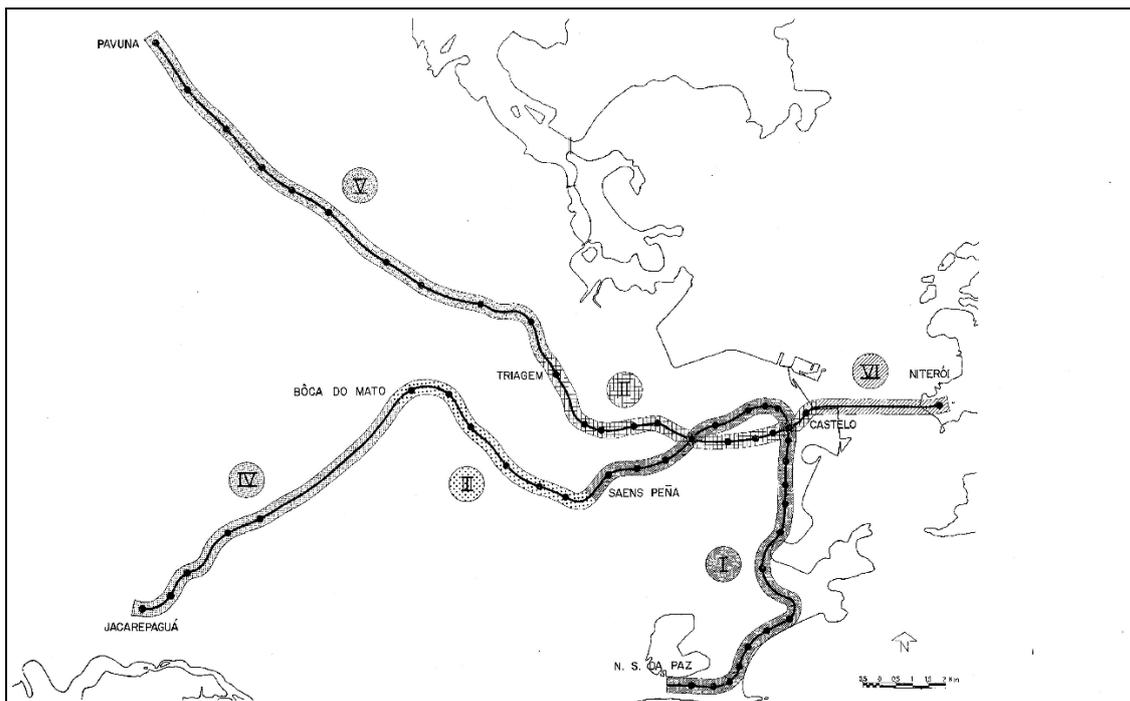


Figura 6 Projeto Original do metrô (1968)

A escolha dos pontos de entroncamento relativamente próximos tem como objetivo equilibrar o tráfego de baldeação nas estações Estácio e Carioca. Caso o trecho II tivesse sido concluído, o sistema não estaria hoje tão sobrecarregado. Há hoje uma desvirtuação na utilização do sistema a ponto de haver passageiros que viajam algumas estações em sentido contrário, para conseguirem trocar para composições com vaga na direção desejada. Este fato é particularmente crítico no trecho Uruguaiana – Presidente Vargas – Central no pico vespertino.

O Metropolitano do Rio de Janeiro foi projetado levando-se em consideração, ainda, as intervenções rodoviárias planejadas para a época, de acordo com o Plano Dioxiádis, elaborado na década de 60, que previa a construção de seis vias expressas, as linhas policromáticas a seguir elencadas:

Linha Lilás → via expressa, inicialmente prevista para ligar Botafogo ao Catumbi, tendo sido construída ligando os bairros de Laranjeiras e Santo Cristo, através do Túnel Santa Bárbara e do Elevado Trinta e Um de Março, cruzando por sobre a Avenida Presidente Vargas.

Linha Vermelha → via expressa paralela à Avenida Brasil, ligando o Centro do Rio à Via Dutra, implantada em duas etapas, cujos términos ocorreram em 1992 e 1994.

Linha Amarela → ligação da Barra da Tijuca à ilha do Fundão, eliminando a necessidade de transitar pelas vias da Zona Sul, concluída em 1997.

Linha Azul → rodovia projetada para ligar a Zona Sul (Leblon) à Barra da Tijuca. A ligação implementada nos anos 70, através da execução da auto-estrada Lagoa-Barra, não seguiu o projeto concebido nesse estudo.

Linha Marrom → ligação entre o Rio Comprido e o bairro de Santa Cruz, seguiria paralela à Avenida Brasil, mas nunca foi iniciada.

Linha Verde → rodovia que ligaria a Via Dutra à Gávea, tendo sido executados alguns trechos, como o Túnel Noel Rosa, que liga os bairros de Vila Isabel e Jacaré. No traçado original, estava prevista a execução de um túnel ligando a Praça Santos Dumont, na Gávea, à Rua Uruguai, seguindo, por elevado, até o Túnel Noel Rosa, de onde seguiria em direção à Via Dutra, cruzando a Linha Amarela, na altura de Del Castilho, e a Av. Brasil, na altura de Coelho Neto.

O Plano para o Desenvolvimento Urbano da Guanabara, desenvolvido em 1965 pela Comissão Executiva para o Desenvolvimento Urbano (CEDUG) – Doxiádis Associates, Consultants and Ekistics - Plano Doxiádis – apresentava ligações viárias entre diversas regiões, sem a necessidade de transitar pelo centro da cidade, com projeção do volume de tráfego até o ano de 2000, para todo o Estado do Rio de Janeiro, enfatizando, no tocante à Guanabara, a topografia local, que obriga as principais artérias urbanas a se espremerem entre o mar e a montanha. Destacava, ainda, os gastos excessivos com túneis a fim de ajudar o deslocamento entre a Zona Sul e a Zona Norte, mencionando o Túnel Rebouças, então recém construído, e aberto parcialmente ao tráfego, que já vinha aliviando essa situação.

O Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica do Metropolitano do Rio de Janeiro reconhecia que os túneis traziam alívio e maior rapidez ao trânsito, por encurtarem caminhos e evitarem zonas edificadas, e listava quatro túneis projetados na época: Leme – Praia Vermelha, Botafogo – Lagoa, Frei Caneca – Henrique Valadares e Santos Dumont (Gávea) – Uruguai. Ainda assim, o referido Estudo considerava pouco provável que a capacidade da rede de vias

públicas fosse suficiente, por si só, para atender ao desenvolvimento “explosivo” do tráfego.

A não implementação de algumas intervenções rodoviárias, que garantiriam a mobilidade urbana, como o Túnel que ligaria a Praça Santos Dumont, na Gávea, à Rua Uruguai, na Tijuca, pertencente à Linha Verde do Plano Doxiádis, com execução então prevista para o período 1975-1990, sobrecarrega, 40 (quarenta) anos depois, o Túnel Rebouças e o entorno da Lagoa Rodrigo de Freitas, com o respectivo impacto ambiental causado pelos congestionamentos (poluição atmosférica, sonora, visual etc).

Conforme se lê no Relatório nº 2, desenvolvido pelo Consórcio LOGIT – Oficina – JGP, em Abril/2005, com foco no desenvolvimento do Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, a tecnologia de transporte proposta para algumas das linhas policromáticas foi alterada em relação à proposta original, que previa apenas ligações viárias; no que diz respeito à ligação Gávea – Tijuca (Linha Verde) existe a possibilidade de sistema sobre trilhos, reforçando o traçado aqui estudado.

Outras obras projetadas e executadas na época, como a Ponte Rio-Niterói, também se encontram no limite de sua capacidade nos horários de pico. Sobre esse assunto, o Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica do Metropolitano do Rio de Janeiro já previa o impacto que a facilidade de tráfego por sobre a Baía de Guanabara criaria, como a sobrecarga das vias públicas do centro do Rio de Janeiro e o aumento da demanda por estacionamento.

Por outro lado, as linhas de barcas (Figura 6), à exceção da ligação Rio-Niterói, são pouco exploradas e esse assunto mereceria uma maior atenção dos governantes, em se tratando de um Estado banhado por uma Baía comum a diversos municípios populosos, como São Gonçalo; uma Universidade Federal; uma ilha-bairro, a Ilha do Governador; além de dois aeroportos. Trata-se de um assunto técnico, mas que mobiliza muitos interesses estabelecidos em contrário.

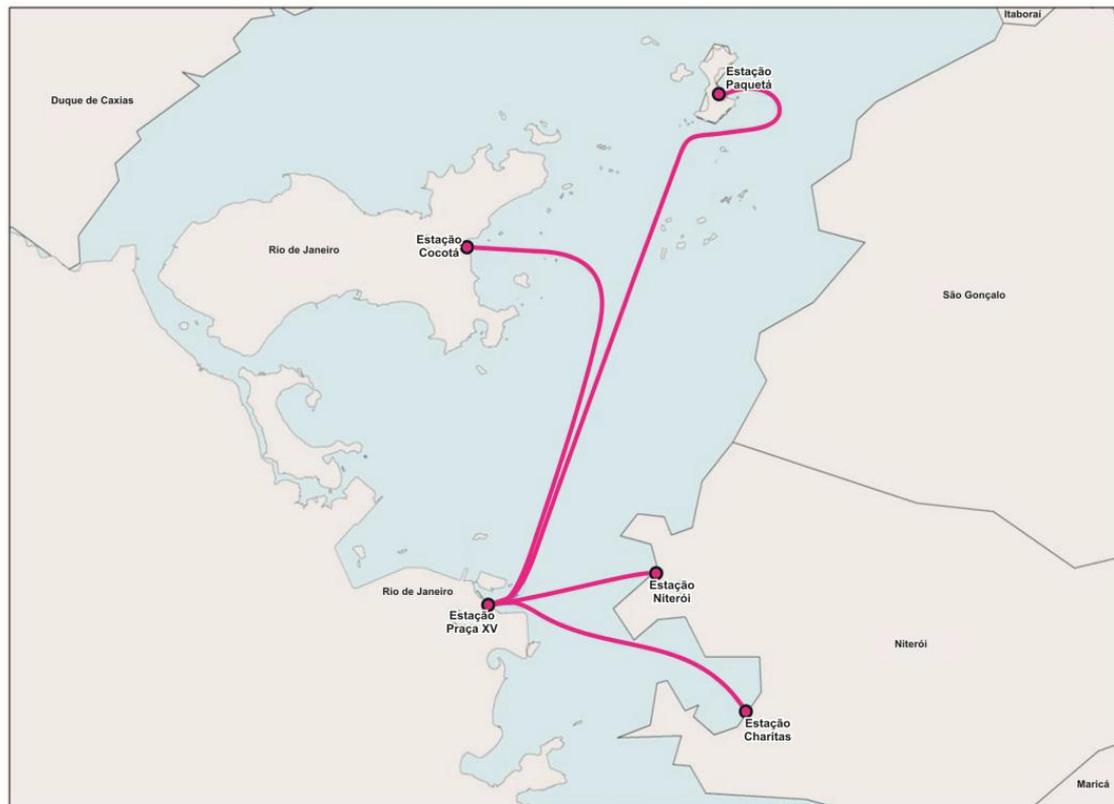


Figura 7 Linhas de barcas em operação (Fonte: PDTU 2011 - Atualização do Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, acesso em 29/03/2012)

Existem apenas 4 viagens por dia em cada sentido do trajeto Cocotá-Praça XV, serviço este prestado de maneira irregular, quando poderia ser oferecido um transporte aquaviário regular entre o Aeroporto Internacional Antônio Carlos Jobim/Galeão e o Aeroporto Santos Dumont (doméstico), facilitando a conexão não apenas dos cidadãos fluminenses, mas também dos turistas e passageiros em trânsito.

O que se depreende dos fluxos representando as “Linhas de Desejos de Tráfego”, no Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica do Metropolitano do Rio de Janeiro para 1975 (p. 148) e 1990 (p. 149), é que duas das principais demandas por transporte podem ser suprimidas por aquavias (Ilha do Governador e São Gonçalo).

A demora na execução de projetos rodoviários, ferroviários, metroviários e aquaviários, no âmbito do Rio de Janeiro, bem como a execução de obras pontuais em detrimento de um planejamento integrado, com transporte de alta capacidade, provoca caos no trânsito na Região Metropolitana - Grande Rio de Janeiro que poderia ter sido evitado caso tivesse sido respeitado o planejamento, que buscava contemplar com infraestrutura as áreas com potencial de expansão.

O Plano Diretor, desenvolvido pela equipe de Alfred *Agache*, intitulado *Cidade do Rio de Janeiro: Remodelação – Extensão e Embelezamento*, já enfatizava, em 1930, a importância dos projetos não estarem dissociados, sendo necessária a ligação do projeto geral do futuro Metropolitano com o Plano Diretor.

A linha proposta por Agache começava na Estação São Cristóvão da Central do Brasil, passando por baixo do Canal do Mangue, atravessando o centro da cidade até a Lapa, depois Catete, Largo do Machado, contornando o Maciço do Corcovado em direção à Gávea e, daí, seguindo paralelamente ao litoral até o Matadouro de Santa Cruz, perfazendo 81 km.

A partir de Santa Cruz, seria utilizada a linha da Central do Brasil, transformada em Metropolitano, para retornar ao ponto de partida da Estação São Cristóvão, formando um grande circuito sobre trilhos.

O Plano Agache previa a execução de 81 km de metrô, enquanto o projeto concebido originalmente para o Metropolitano do Rio de Janeiro, em 1968, totalizava cerca de 67 km.

A equipe de Agache projetava, para um futuro mais longínquo – que ainda não chegou – uma segunda linha de metropolitano, de Copacabana à Ilha do Governador.

A terceira linha proposta, para um futuro ainda mais distante, avaliada como mais onerosa, seria a que ligaria o centro da cidade do Rio de Janeiro a Niterói.

3 - Fatores de Aferição

O nível de serviço do Metropolitano e do seu impacto social pode ser aferido por diversos fatores, tais como o tempo de deslocamento, o conforto, a pontualidade e a tarifa praticada. Entretanto, nos Estudos de Demanda da Linha 4 do Metrô, elaborado pela FGV Projetos, as pesquisas de preferência com potenciais usuários apontaram a tarifa como um ponto secundário na tomada de decisão, quando comparada com o tempo de viagem, confirmando a premissa de que o fator tempo é determinante na escolha do modal.

O conforto é outro fator que não pode ser desprezado em face da prática, corrente entre os usuários do metrô do Rio de Janeiro, de embarcar no sentido contrário ao seu destino, nos horários de pico, para garantir um assento nas composições. O desconforto no transporte público tem sido objeto de estudos, relacionando-o, inclusive, com perda de produtividade no trabalho.

A comparação entre os dois cenários definidos será feita, portanto, com base em dois fatores de aferição: o tempo de deslocamento dos passageiros na rede e a densidade de ocupação das composições do metrô.

3.1 Tempo de Deslocamento

O presente estudo partiu da premissa que a escolha do modal a ser utilizado, sobretudo no deslocamento casa-trabalho e trabalho-casa, é fortemente influenciada pelo fator tempo, sendo este o fato motivador desse estudo comparativo entre duas opções de trajeto, com foco na otimização do tempo despendido pelo usuário do Metrô.

O item 8.4 do Relatório Final dos Estudos de Demanda para a Linha 4 do Metrô, elaborado pela FGV Projetos, em sua página 97 destaca a importância do tempo de deslocamento na opção sobre a escolha do modal, conforme lê-se abaixo:

Uma outra análise de sensibilidade refere-se ao tempo relativo entre os modos competitivos.

Esta análise de sensibilidade é mais um indicador, como, aliás, já havia sido constatado nas pesquisas de preferência declarada, da **alta importância do tempo de viagem na tomada de decisão sobre qual o modo de transporte a ser utilizado**, ainda mais pelo aspecto de renda dos usuários de automóveis e pela existência do Vale Transporte e do Bilhete Único na Cidade e na Região Metropolitana, que contribuem em graus diversos, mas muito importantes para colocar a tarifa como um ponto secundário na tomada de decisão, quando comparada com o tempo de viagem.

No Rio de Janeiro, 24,7% da população do Rio desperdiça mais de uma hora em cada trajeto casa – trabalho e trabalho – casa, segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA, em seu Comunicado 161 sobre Indicadores de Mobilidade Urbana da PNAD 2012, de 24/10/2013, de onde foi extraída a Figura 7.

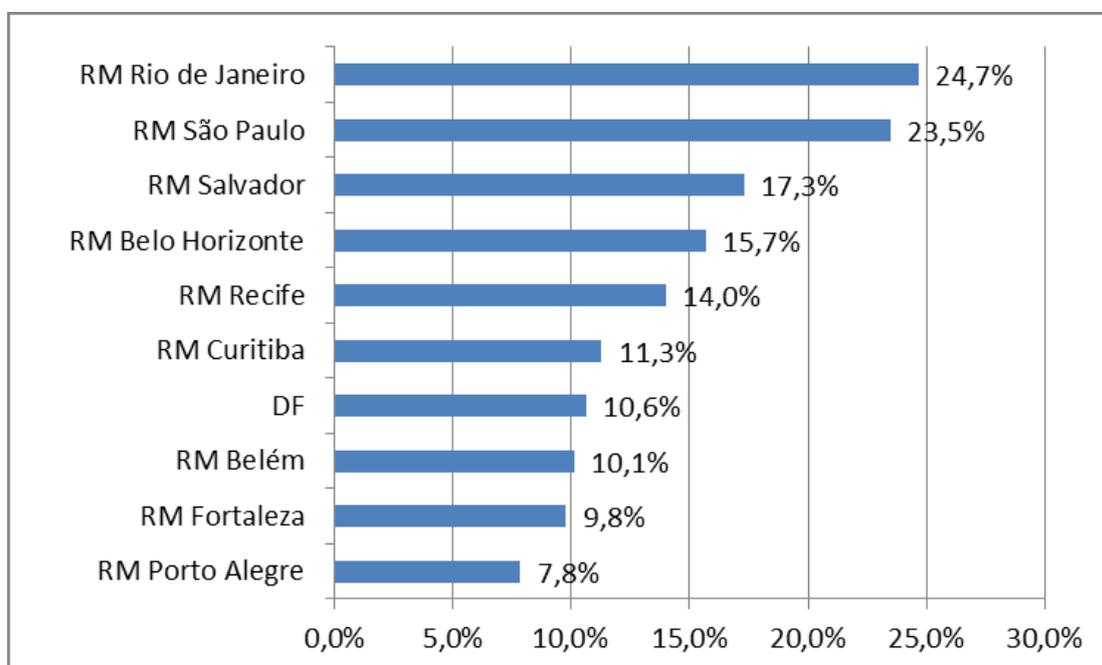


Figura 8 Percentual de trabalhadores com tempo de percurso casa-trabalho superior a 60 minutos (PNAD 2012 – IBGE)

Pretende-se comprovar que a execução de um determinado segmento do metrô, ligando as Estações Uruguai e Gávea, minimiza o tempo de deslocamento de um grande contingente de usuários do sistema metroviário, maximizando seus benefícios.

Parte-se, portanto, da premissa de que o usuário sempre irá optar pelo caminho mais rápido, premissa essa reforçada pela pesquisa de demanda para a Linha 4 do Metrô, que registrou não ser o valor da tarifa determinante, mas o tempo gasto no percurso. A exceção poderá ser a Pessoa Portadora de

Deficiência, que pode optar por trajeto maior, sem o inconveniente do transbordo.

Existirão, portanto, dois possíveis trajetos, a partir da Estação São Conrado, para chegar às demais estações: através da ligação em estudo Gávea-Uruguai ou através da Estação Antero de Quental.

O traçado em estudo tem, como vantagens, o menor impacto viário e aos moradores, por constituir-se, em quase sua totalidade, de túnel sob maciço rochoso (extensão aproximada entre estações de 5,3 km), e na inexistência de custos com estações intermediárias, não afetando a rotina dos moradores ao longo do traçado nem daqueles que precisam se deslocar através dos locais afetados pelas intervenções urbanas.

Os inconvenientes aos moradores da Rua Barão da Torre, em Ipanema, por exemplo, com afundamento da pavimentação, do calçamento, de muros e o aparecimento de rachaduras generalizadas, ocorridos ao longo das obras da Linha 4, especialmente em maio/2014, vão além dos prejuízos financeiros, pois causam insegurança aos moradores.

A desvantagem da ligação Uruguai-Gávea decorre dos custos do desmonte em rocha, que, entretanto, devem ficar no mesmo patamar do túnel entre São Conrado – Barra, cuja extensão (5 km) é similar à da ligação Uruguai-Gávea (5,3 km), ambos fazendo parte do mesmo maciço rochoso.

O morador da Barra, com destino à Região da Tijuca, dificilmente optará por embarcar na Estação Jardim Oceânico em direção à Tijuca (e vice-versa), tendo que percorrer toda a Linha 1 (26 estações), quando existe a opção de seguir pela estrada existente no Alto da Boa Vista. Por outro lado, através da ligação Uruguai-Gávea, percorreria 4 estações, o que representa uma redução de tempo capaz de atrair um número maior de usuários.

No Tomo III dos Estudos de Demanda da Linha 4, a figura 8.1.3.6.4.1, reproduzida no Apêndice, apresenta a contagem volumétrica dos diversos tipos de veículo passando por um determinado local, no período de 8 às 20h. No caso da estrada do Alto da Boa Vista, o número de veículos (automóveis, ônibus, vans, motos e bicicletas) no sentido Barra é de 8.025, enquanto no sentido Tijuca é de 6.742, respondendo, os veículos individuais, por 7.321 e 6.120, respectivamente.

3.2 Conforto (pax/m^2)

A percepção da qualidade do serviço do Sistema Metropolitano, por parte dos seus usuários, não depende apenas dos horários e frequência do serviço oferecido, mas também do conforto durante a viagem e do tempo de espera nas plataformas. Para tal concorre o tipo de instalação e de veículos colocados à disposição, como também a densidade de ocupação dos veículos durante as viagens ($\text{taxa de ocupação/m}^2$).

Estudos do Instituto de Transporte e Logística da Universidade de Sidney indicam ser inaceitável uma taxa de ocupação que permite a visualização apenas da cabeça dos outros passageiros no vagão, conforme ilustrado na Figura 8, extraída do referido estudo australiano.

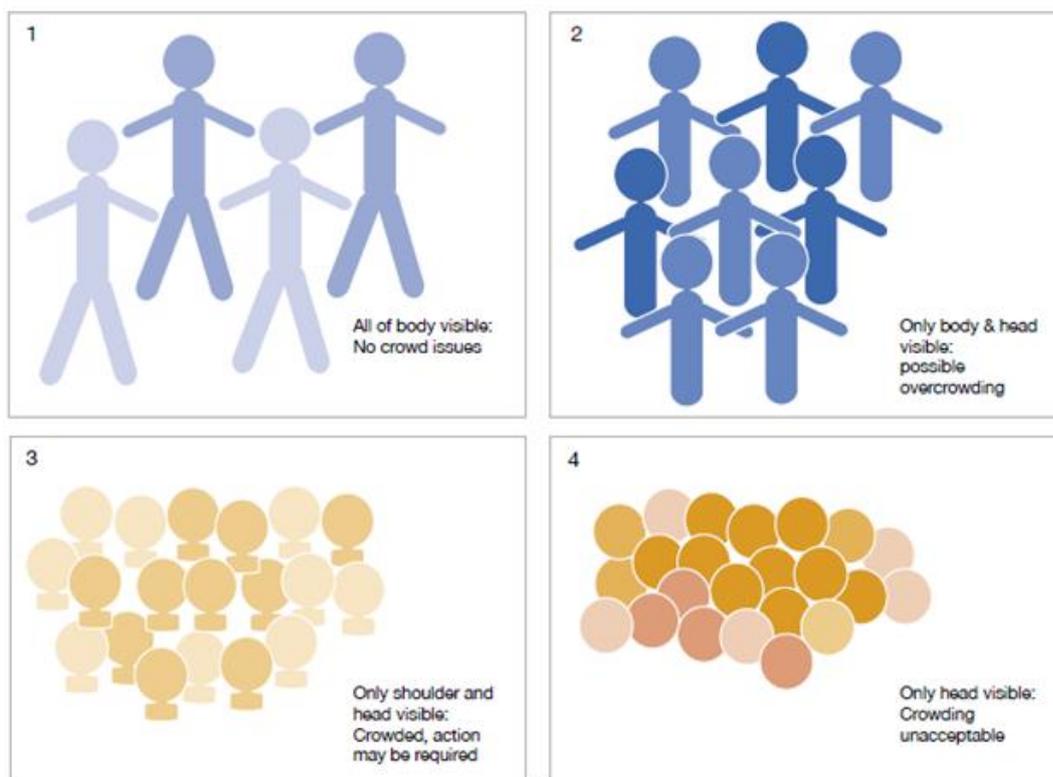


Figura 9 Níveis de superlotação (Fonte: Instituto de Transporte e Logística da Universidade de Sidney)

A taxa de ocupação, adotada nos Estudos da Demanda da Linha 4 da FGV Projetos para o Metrô do Rio, está de acordo com o PDTU e não pode ultrapassar 6 pax/m², taxa esta considerada no cálculo dos lugares ofertados por hora em cada sentido (Tabela 2), sendo 14.310 o número de lugares ofertados (por hora, em cada sentido) para um *headway* (intervalo) de 6 minutos e 27.690 lugares para um *headway* de 4 minutos.

Tabela 2 Lugares Ofertados por hora sentido

Trecho	Lugares ofertados (por hora sentido)	
	Headway de 6 min	Headwayde 4 min
Linha 1	14.310	27.690
Linha 2	17260	27.690
Trecho compartilhado	31.570	55.380
Fonte: MetrôRio		

Entretanto, o nível de desconforto é tal nas linhas existentes, que são destinados carros exclusivos para mulheres nos horários de pico, evidenciando que a densidade máxima adotada (6 passageiros/m²) nos Estudos de Demanda não é compatível com a dignidade humana ou está sendo usualmente ultrapassada.

Conforme texto elaborado por Christina Maria De Marchiori Borges (SPTrans), Cristina Freitas (Metrô) e Denise Daud (Metrô), com a colaboração dos demais membros da Comissão Técnica Pesquisa de Opinião e do GT Pesquisa de Imagem dos Transportes da ANTP, na Pesquisa Imagem dos Transportes na Região Metropolitana de São Paulo”, realizada em setembro/2010, conduzida pela ANTP e Toledo Associados, foram avaliadas sensações e sentimentos em relação aos modos de transporte coletivo, da qual importa destacar, para ilustrar o quanto o desconforto afeta a autoestima dos usuários do transporte público:

A educação e respeito entre as pessoas no transporte coletivo é uma questão recorrente entre os usuários. O fato de ser um espaço onde as relações são transitórias, fugazes e fortuitas permite às pessoas colocarem em primeiro plano seus interesses e necessidades, sem levar em consideração o outro. O anonimato serve de escudo para atitudes desrespeitosas e pouco solidárias.

Outro aspecto importante a ser destacado é que, à medida que os serviços tornam-se insatisfatórios e não condizentes com as necessidades de seus usuários, parecem abrir caminho para o descumprimento das regras básicas de uso, de sociabilidade e de ética. Comportamentos como empurrar o outro, passar à frente, correr para pegar assento tornam-se transgressões usuais.

E ainda:

A reclamação frequente de falta de civilidade e de respeito entre as pessoas só faz aumentar o nervosismo e o desgaste físico que os usuários do transporte coletivo declaram sofrer no seu dia a dia. Do estresse, que se repete em cada jornada diária, decorrem as sensações de desgaste físico, cansaço e desânimo constantemente verbalizadas nas discussões em grupo.

As sensações relatadas causam perda de produtividade no trabalho, cujas taxas variam de 14 a 20%, conforme Branco (2013).

Os problemas diagnosticados na pesquisa conduzida pela SPTrans/Metrô/ANTP, no âmbito de São Paulo, refletem também a realidade dos usuários do Metropolitano do Rio de Janeiro, sobretudo com relação à Linha 2 do MetroRio, onde a saturação é ainda mais evidente, sem que sejam adotadas providências para garantir aos seus usuários, de estrato social mais baixo, qualidade no transporte público.

Para verificação da capacidade da Linha 1 absorver o aumento da demanda provocado por seu próprio crescimento e pela inauguração da Linha 4, serão utilizados os dados dos Estudos da Demanda para a Linha 4, desenvolvidos pela FGV projetos e disponíveis no site oficial do Metrô.

A qualidade do transporte pode ser aferida, pelo tempo empregado no deslocamento e a densidade (taxa de ocupação/m²). Não é objeto de estudo, no presente, a avaliação da densidade adotada, que varia de acordo com meio de transporte e o país, sendo essas taxas de ocupação reduzidas em países mais desenvolvidos.

4 – Estudo dos 2 Cenários da Rede Metropolitana Do Rio De Janeiro

O caso em estudo consiste na comparação entre duas opções de rotas, através da Linha 4 atualmente em implantação ou da ligação entre as estações Uruguai e Gávea, perfazendo um traçado circular, tendo como objetivo a redução do tempo de deslocamento decorrente de uma nova conexão entre estações existentes.

Não se trata de uma aplicação inovadora, sua importância reside no ato de reforçar a necessidade das ações governamentais levarem em consideração os custos sociais em suas tomadas de decisão. Baseado em lógica, não foi empregado software especial, mas planilhas excel, e a fonte de dados, para os cálculos foi o Estudo de Demanda, elaborado pela FGV Projetos para o MetroRio, composto do Relatório Final e dos Tomos I, II e III, que se referem a pesquisas e estudos referentes à demanda para a Linha 4.

A partir dos dados disponíveis, são estimados os tempos de parada nas novas estações e no percurso proposto, para obtenção do tempo entre cada par de estações no traçado circular (cenário proposto), a fim de possibilitar a comparação com o cenário atual. Após comparação entre o tempo empregado nos dois traçados, é calculado o número de beneficiados com a execução desse novo trecho do metrô e o valor monetário referente às horas improdutivas desses usuários ao percorrer um traçado mais longo.

4.1 - Cenários

Foram definidos dois cenários, o atual e o proposto. O cenário atual refere-se à Linha 4 em implantação, enquanto o cenário proposto trata do sistema com Linhas 1 e 4 perfazendo um circuito, através da conexão das estações Uruguai e Gávea, tendo como objetivo a otimização do sistema. No caso em estudo, por abranger apenas duas opções de rotas (cenário atual e cenário proposto), não foi usado nem desenvolvido software especial.

4.1.1 – Cenário Atual

A Linha 4 em implantação consiste na expansão da Linha 1 em direção à Zona Oeste (Barra), compreendendo cerca de 16 km de linha subterrânea e composta por 6 estações (Nossa Senhora da Paz, Jardim de Alah, Antero de Quental, Gávea, São Conrado e Jardim Oceânico), sem configurar uma rede com as linhas atuais (Linhas 1 e 2), por ligar pontos sobre um mesmo caminho

O total de usuários previstos para essa nova linha, pelos Estudos de Demanda para a Linha 4, é de 383.753 passageiros/dia, com 114.094 transferências para as Linhas 1 e 2, a partir da Estação General Osório, dados esses referentes ao período de maio/2010 a abril/2011.

Um item relevante dos Estudos de Demanda refere-se ao transporte fretado, muito comum em condomínios localizados na Barra da Tijuca, cujo volume de passageiros não está contemplado na matriz OD atual (2011) nem nas futuras (2016, 2026 e 2040).

A considerar a densidade estimada para a Linha 4 nos próximos anos, conforme projeção de passageiros por m^2 , a Linha 4, quando de sua inauguração, chegará à Estação Ipanema – General Osório com taxa de ocupação de 2 pax/ m^2 , ou seja, todos os assentos ocupados, conforme evidenciado na Tabela 3.

Tabela 3 Taxas de ocupação – projeção de passageiros/ m^2 (Fonte: Vieira, R.G.O.)

Trecho	2011	2016	2026	2036
J. Oceânico – S. Conrado	1	2	3	4
S. Conrado - Gávea	<1	<1	<1	<1
S. Conrado – Leblon	2	3	5	6
Leblon – Gávea	<1	<1	<1	<1
Leblon – J. de Alah	2	2	3	4
J de Alah – N. S. da Paz	2	2	3	4
N. S. da Paz – G. Osório	2	2	3	4

4.1.2 – Cenário Proposto

A ligação das Estações Gávea e Uruguai compreende 5,3 km de túnel, predominantemente em rocha, e sua proposição atende não apenas à redução do tempo de deslocamento, mas significa um passo importante para a transformação do sistema de metrô do Rio de Janeiro em uma rede de metrô, capaz de encurtar espaços e não competir com outros modais, como aqueles que trafegam pelo Alto da Boa Vista, considerando que a distância entre a Estação Jardim Oceânico e Uruguai soma mais de 30 km, a ser percorrida num tempo mínimo de 52 minutos, enquanto os 14 km da estrada Estrada de Furnas, no Alto da Boa Vista, podem ser vencidos em meia hora.

Em face desta constatação, verifica-se que uma alternativa é a implantação do trecho de metrô Uruguai – Gávea, licitado em 1998, a fim de evitar a superlotação do sistema, com a execução de túnel em rocha sob o Maciço da Tijuca (Sumaré) como forma de reduzir o tempo de viagem para os usuários do sistema, inclusive aqueles que se deslocam da Zona Oeste rumo ao Centro e no sentido oposto, propiciando a redistribuição do fluxo de passageiros.

Entretanto, a proposição de uma nova conexão entre duas estações, com o objetivo único de reequilibrar o fluxo, poderia não ser suficientemente atrativa ao usuário. De acordo com Nikos A. Salingaros (1998), “o projeto urbano tem que otimizar as condições de tal maneira que um dado caminho carregue tráfego suficiente para fazê-lo viável”.

No presente estudo, a viabilidade da ligação Uruguai-Gávea decorre da redução do tempo de deslocamento para um grande número de passageiros, tornando essa opção de trajeto mais atrativa do que a existente (Linha 4 em implantação) para um determinado contingente de usuários.

4.2 - Capacidade do Sistema

A capacidade do sistema atual do MetroRio atender à demanda oriunda da Linha 4 é fonte de preocupação, sobretudo diante de casos como o do metrô de Brasília, que teve sua demanda triplicada, após inaugurar 5 novas estações, sem que houvesse aumento da capacidade do serviço já existente, conforme Carlos Henrique Ribeiro de Carvalho (2009), técnico do IPEA.

Para verificação da capacidade do sistema absorver a entrada de passageiros, a partir da entrada em operação da Linha 4, a fonte de dados considerada foi o Relatório referente aos Estudos de Demanda, elaborado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV Projetos) para o Governo do Estado do Rio de Janeiro, por ser o dado oficial disponível e ter fundamentado sua matriz atual (2011) a partir da matriz existente no Plano Diretor de Transportes da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (2005), conforme item 6 do Relatório Final da FGV.

A configuração final adotada para a Estação General Osório, com a possibilidade de extensão da Linha 2 até a sua plataforma, afeta a capacidade do sistema, havendo risco de “congestionamento do canal”, ocasionando paradas das composições para “normalização do tráfego à frente”, como é usual ouvir pelo sistema de som do metropolitano do Rio de Janeiro.

4.2.1 – Capacidade do Sistema: cenário atual

A partir das matrizes OD disponibilizadas no Tomo I dos Estudos de Demanda do Metrô, conclui-se ser o pico vespertino o momento crítico no sentido de Ipanema em direção ao centro da cidade, com 11.418 embarques no pico da tarde, enquanto os embarques no pico matutino somam 5.053 passageiros. Entretanto, como as matrizes elaboradas para a linha 4 contemplam os embarques e desembarques no pico matutino, o estudo da capacidade aqui realizado considerou o pico matutino, ainda que não seja o crítico para o caso da Estação Ipanema.

Outra questão relevante ao estudo da capacidade atual refere-se aos fluxos decorrentes do sistema de fretamento (ônibus de condomínio saindo da Barra), os quais, segundo o Relatório Final elaborado pela FGV, totalizam 7.418 viagens no pico matutino, mas não estão refletidos na Matriz Atual (2011) nem nas matrizes futuras (2016, 2026, 2036 e 2040) relativas à Linha 4, o que pode

comprometer o funcionamento do sistema, como ocorrido em Brasília, em face da migração dos usuários de outros modais para o sistema metroviário.

Como na concepção de um sistema integrado de transporte, os ônibus de condomínio devem ser entendidos como elementos alimentadores do sistema público de transporte de massa, no caso, o sistema metroviário, a contribuição do fretamento será computada adiante.

Os fluxos decorrentes do sistema de fretamento, referentes aos ônibus de condomínio saindo da Barra, encontram-se reproduzidos na Tabela 4.

Tabela 4 Matriz de viagens originadas no sistema de fretamento (origem: Barra da Tijuca)

Bairro Destino	Total de viagens da Barra da Tijuca
Botafogo	601
Centro	4.893
Copacabana	445
Flamengo	58
Gávea	330
Glória	20
Ipanema	136
Jardim Botânico	78
Lagoa	20
Laranjeiras	58
Leblon	272
Maracanã	78
Tijuca	350
Urca	78
TOTAL	7.418
Fonte: Estudos de Demanda – Tomo III	

A pesquisa sobre o fretamento, conduzida pela FGV Projetos para os Estudos de Demanda da Linha 4, foi realizada em três pontos (Auto Estrada Lagoa-Barra, Estrada do Alto da Boa Vista e Estrada Grajaú-Jacarepaguá), no período de 5h às 12h. Nesses três pontos de coleta de dados, 51 ônibus, do total de 193, passaram no período de 7 às 8h, hora mais carregada.

Considerando, então, para a hora mais carregada, a correlação 51/193 (26,4%), por serem os números que refletem o volume de ônibus na hora mais carregada e o total de veículos, obtém-se uma contribuição de 1.960 passageiros por hora ao sistema ($0,264 \times 7.418 = 1.960$ pax/hora), enquanto a Linha 1, no sentido Ipanema-Saens Peña, conforme dados extraídos do carregamento das Linhas 1, 2 e 4 dos Estudos de Demanda, opera, na hora mais carregada do pico matutino (2011), no trecho Glória-Cinelândia (trecho crítico), com 17.968 passageiros. O total de passageiros por hora, considerando os usuários de fretamento (2011), somaria 19.928 pax/hora.

O total de 19.928 pax/hora é superior ao número de lugares ofertados para o headway de 6 minutos (10 viagens/hora): 14.310 pax/ hora em cada sentido. Para o *headway* de 4 minutos, o número de lugares ofertados pode alcançar, segundo os dados do Metrô utilizados nos Estudos de Demanda, 27.690 lugares.

Considerando o patamar de usuários de 2011, sem projeção do crescimento para o ano previsto para a inauguração (2016), seria possível escoar o contingente de passageiros advindos da Linha 4, no pico matutino, se mantido o *headway* de 4 min.

Entretanto, o momento crítico da Linha 1, sentido Ipanema – Saens Peña, ocorre no pico vespertino, quando usuários embarcam em Copacabana no sentido Ipanema, contrário ao seu destino final, para viajarem com conforto, ou seja, sentados.

Como os dados relativos às Linhas 1 e 2 não contemplam projeção do crescimento da demanda para 2016, utilizando-se o volume de passageiros disponibilizado no Estudo de Demanda do MetroRio para o período de maio/2010 a abril/2011, se for projetado o crescimento dos usuários originados na própria Linha 1, o grau de desconforto será ainda maior, o que poderá ocasionar a fuga desses passageiros para outros modais, inclusive o transporte individual.

4.2.2 – Capacidade do Sistema: cenário proposto

A capacidade do sistema, no cenário proposto, é alterada pela criação de outra opção de rota à existente, duplicando o número de lugares ofertados, independente do *headway* praticado, pois para cada estação haverá oferta de lugares nos dois sentidos para chegar ao mesmo destino. O usuário, nos horários de pico, tem, inclusive, a opção de definir sua rota preferencial em função do critério tempo ou conforto, contribuindo para a redistribuição de fluxo e alívio dos trechos sobrecarregados.

Dessa forma, sem muito esforço, conclui-se que a quantidade de lugares ofertados, para cada par de estações OD, considerando os dados do MetrôRio (Tabela 2) será de 55.380 pax/h e 28.620 pax/hora, conforme seja praticado o *headway* de 4 ou 6 minutos.

4.3 - Estimativa dos Tempos de Deslocamento e Paradas nas Estações

No cenário atual, para as novas estações da Linha 4, o Relatório Final dos Estudos de Demanda fornece os tempos de deslocamento entre as mesmas, não havendo informação quanto ao tempo de deslocamento entre as estações Saens Peña e Uruguai, trecho que ainda não havia sido inaugurado, sendo necessário estimá-lo.

Em relação ao tempo de parada para as novas estações e também para aquelas que deixam de ser estações terminais (Saens Peña e General Osório), ainda que seu impacto no tempo final de percurso para cada par de estações OD seja insignificante (a diferença de tempo varia de 20 a 50 segundos), será feito um breve estudo para obtenção dos mesmos.

Para o trecho proposto, entre as Estações Gávea e Uruguai, será necessário o cálculo do tempo para vencer esse novo trecho, bem como o tempo de parada nas estações conectadas, por se apresentarem como estações terminais no cenário atual.

A estimativa dos tempos de deslocamento e de parada foi baseada no comportamento da Linha 1, ou seja, a partir dos tempos praticados, tanto nos deslocamentos quanto nas paradas da Linha 1, foi estudada uma correlação a fim de ser aplicada na obtenção dos tempos referentes às novas estações do cenário atual e do cenário proposto. Houve uma simplificação no cálculo das distâncias entre as estações, tratadas como distâncias cartesianas, sem considerar aclives, declives ou curvas.

4.3.1 – Cenário Atual

O tempo de deslocamento entre as novas estações da Linha 4 é fornecido pela Figura 9, extraída do Relatório Final dos Estudos da Demanda, enquanto para o trecho Saens Peña - Uruguai será calculado com base nos tempos disponíveis entre as estações existentes da Linha 1, antes da inauguração da Estação Uruguai, e as distâncias entre as mesmas.

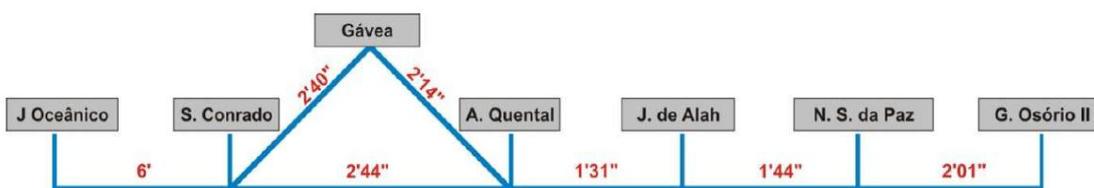


Figura 10 Tempos de viagem da Linha 4

A Matriz Tempo, relativa à Linha Atual, é elaborada a partir dos dados disponibilizados nos Estudos de Demanda para a Linha 1, reproduzidos no Apêndice (Tempo médio por Trecho sentido Ipanema – Saens Peña e sentido Saens Peña – Ipanema), e dos dados estimados nos próximos itens, referentes aos tempos de deslocamento e de paradas desconhecidos. A Matriz Tempo para o traçado atual assume o modelo da Figura 10:

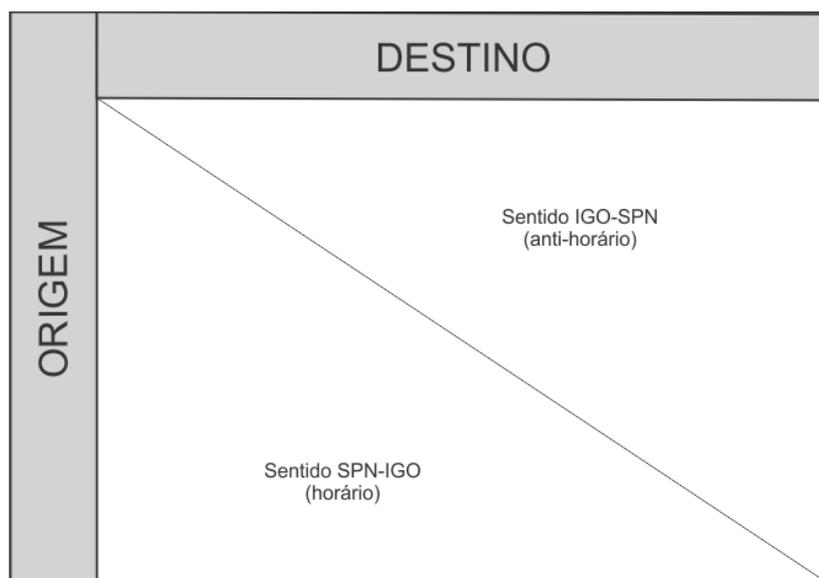


Figura 11 Matriz Tempo para o cenário atual

4.3.1.1 - Tempo estimado entre as estações Saens Peña e Uruguai:

Os dados necessários para a estimativa do tempo foram obtidos dos Estudos de Demanda e encontram-se reproduzidos no Apêndice a esta Dissertação

:

- Sigla das estações;
- Localização geográfica das estações;
- Tempo médio por trecho Linha 1, sentido Ipanema – Saens Peña;
- Tempo médio por trecho Linha 1, sentido Saens Peña – Ipanema.

Com os dados referentes às distâncias e os respectivos tempos de percurso, é possível ordená-los a fim de obter o gráfico de dispersão (Figura 11), com a respectiva linha de tendência, a fim de estimar o tempo aproximado de deslocamento entre as Estações Saens Peña e Uruguai.

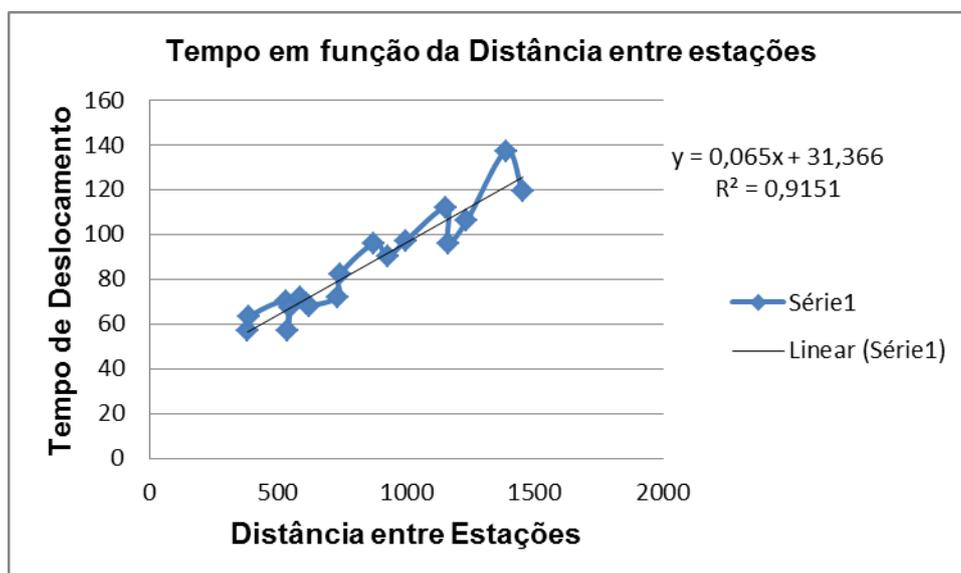


Figura 12 Gráfico representativo do tempo de deslocamento em função da distância

Pelo gráfico representando a dispersão (Figura 11), verifica-se uma forte correlação do tempo em função das distâncias ($R^2 = 0,9151$), portanto, sendo $R^2 > 75\%$, podemos considerar o modelo aceitável (a variável “x” explica 91,51% da variável “y”, sendo 8,49% devido a efeitos aleatórios).

$$t = (0,065 \times \text{distância}) + 31,366 \text{ (Equação 1)}$$

A partir da equação extraída do gráfico, obtemos o tempo estimado entre as estações Saens Peña – Uruguai, a partir da distância entre as mesmas:

Saens Peña – Uruguai:

distância = 1.100 metros → t = 102,866 segundos → adotado: t = 01:43

4.3.1.2 – Tempo de Parada nas Estações

Foram considerados os seguintes elementos, constantes do Estudo de Demanda elaborado pela FGV Projetos para o MetroRio, que encontram-se reproduzidos nos Apêndices a esta Dissertação:

- Carregamento (embarque + desembarque) das Linhas 1 e 2 – hora mais carregada do pico matutino 2011;
- Tempo médio por trecho Linha 1, sentido Ipanema – Saens Peña;
- Tempo médio por trecho Linha 1, sentido Saens Peña – Ipanema;
- Matriz de Origem e Destino – Dia Útil Típico – Pico da Manhã;
- O tipo de plataforma;
- *Headway* de 6 minutos.

Serão utilizados os atuais carregamentos da Linha 1, referentes ao período de maio/2010 a abril/2011, por serem a referência dos Estudos de Demanda, para estabelecer uma relação entre número de embarques/desembarques por parada, considerando *headway* de 6 minutos (10 paradas por hora).

Essa relação é aplicada para obtenção dos tempos de parada das novas estações, bem como para aquelas que deixarão de ser estações terminais para se transformarem em estações intermediárias (Ipanema-Gal Osório e Saens Peña, pois figuram como estações terminais nos Estudos de Demanda, que antecederam a inauguração da Estação Uruguai).

Para as novas estações, toma-se como base, ainda, a Matriz atual (2011) para movimentos que utilizam pelo menos uma estação da Linha 4.

4.3.1.2.1 – Tempo de Parada em Plataforma Dupla:

Para o cálculo do tempo de parada nas estações Saens Peña (772 pax/parada) e Ipanema –General Osório (426 pax/parada) em função do total de passageiros por parada, partiu-se da matriz OD disponível para o pico matutino (2011), de onde foi extraído o total de embarques em cada estação da Linha 1. Para os desembarques, foi levado em consideração o sentido do trajeto percorrido (Ipanema – Saens Peña ou Saens Peña – Ipanema), a fim de obter uma correlação entre tempo de parada e volume de passageiros na estação.

Para obtenção do volume de passageiros referentes à hora mais carregada, os dados da matriz OD para a Linha 1, pico matutino (2011), disponível no Tomo I dos Estudos de Demanda da FGV, foram lançados em planilha Excel, assim como os dados extraídos do fluxo de carregamento representado no Relatório Final dos Estudos de Demanda para a hora mais carregada do pico matutino (2011), referente às Linhas 1 e 2. O objetivo foi verificar a existência, ou não, de uma correlação entre o fluxo horário e o comportamento no pico matutino (6:30 às 9:29). A Figura 12 ilustra o método adotado.

ORIGEM	DESTINO	Entradas		
		Total de Embarques	Hora + Carregada	Relação hora/pico
Saídas	Total de desembarques em cada estação			
	Hora + Carregada			
	Relação hora/pico matutino = 0,447			

Figura 13 Comportamento da Linha 1

De fato, a relação obtida pela divisão do carregamento horário pelo pico, para cada estação, apresenta pouca variação considerando todas as estações da

Linha 1. Das 19 estações (a Estação Uruguaí ainda não havia sido inaugurada à época dos estudos), considerando entradas e saídas (38 dados, portanto), 28 apresentaram percentual de 44,7% (hora/pico = 0,447), enquanto as demais variaram de 44,6% (3 estações) a 44,9 % (uma estação), conforme pode ser verificado na planilha Anexa.

Adotou-se, portanto, o percentual de 44,7 %, aplicado às matrizes O/D disponíveis para as Linhas existentes e para a Linha 4, referentes ao pico matutino, a fim de obter o fluxo horário e, conseqüentemente, o volume de passageiros por parada, considerando o *headway* de 6 minutos (10 paradas por hora).

Dessa forma, foi obtido o total de passageiros por parada (Tabela 5), enquanto o tempo foi obtido diretamente do Tomo I dos Estudos de Demanda.

Tabela 5 Tempo de parada em plataforma dupla

Estação	pax/parada	t (segundos)
Estácio (SPN-IGO)	53	35
Carioca (SPN-IGO)	475	50
Botafogo (SPN-IGO)	718	40
Botafogo (IGO-SPN)	410	50
Carioca (IGO-SPN)	435	45
Estácio (IGO-SPN)	89	35

Da Tabela 5 não é possível inferir, por agrupamento, um comportamento do tempo de parada em plataforma dupla, deduzindo-se, pelo tempo de parada na Estação Estácio (53 pax/parada), que o tempo mínimo de parada em plataforma dupla é de 35s.

$$t_{\text{mín}} = 35 \text{ s (plataforma dupla)}$$

Os dados disponíveis referentes à Estação Botafogo mostram-se aparentemente incongruentes por indicarem um tempo maior no sentido que apresenta um menor volume de passageiros. Como se tratam de tempos médios, essa distorção pode ser explicada pela retenção da composição da Linha 1 por tempo superior ao necessário devido ao fato da plataforma da Estação Botafogo servir à Linha 2 como estação terminal.

Os dados referentes ao volume de passageiros (pax/parada) foram organizados em ordem crescente para, em seguida, obter-se o gráfico com o volume de passageiros (pax/parada) em ordem crescente no eixo das abscissas (Figura 13).

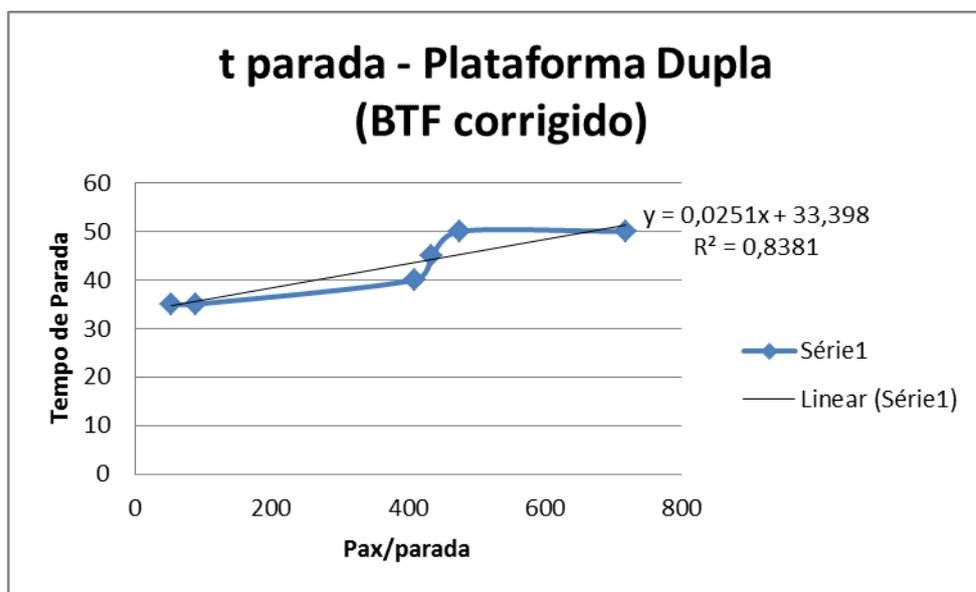


Figura 14 Representação do tempo de parada em função do volume de passageiros e a respectiva Linha de Tendência

$$t_{\text{parada}} = 0,0251 X \text{ pax} + 33,398 \text{ (Equação 2)}$$

Para obtenção do tempo de parada nas estações Saens Peña (772 pax/parada) e Ipanema – General Osório (426 pax/parada), considerando a linha de tendência linear, obtém-se os valores conforme Tabela 6:

Tabela 6 Tempo de parada nas estações

Estação	Volume de Passageiros	t de parada (s)
Ipanema/General Osório	426 pax	44 segundos
Saens Peña	772 pax	53 segundos

4.3.1.2.2 - Tempo de Parada em Plataforma Simples:

O tempo de parada nas novas estações da Linha 4 será estimado a partir dos tempos de parada nas estações existentes, constantes da Tabela 7, de onde deduz-se que o tempo mínimo de parada, em plataforma simples, é de 20 segundos.

Tabela 7 Tempo de parada em plataforma simples

Estação	t estação (sentido SPN - IGO)	t estação (sentido IGO - SPN)	Tipo de Plataforma
São Francisco Xavier	00:00:20	00:00:20	Simple
Afonso Pena	00:00:20	00:00:20	Simple
Praca Onze	00:00:20	00:00:20	Simple
Central	00:00:45	00:00:40	Simple
Presidente Vargas	00:00:20	00:00:20	Simple
Uruguaiana	00:00:30	00:00:30	Simple
Cinelândia	00:00:30	00:00:30	Simple
Glória	00:00:20	00:00:20	Simple
Catete	00:00:20	00:00:20	Simple
Largo do Machado	00:00:30	00:00:20	Simple
Flamengo	00:00:25	00:00:20	Simple
Arcoverde	00:00:25	00:00:20	Simple
Siqueira Campos	00:00:30	00:00:30	Simple
Cantagalo	00:00:20	00:00:20	Simple

Para as estações em plataforma simples, tanto as estações novas quanto aquelas que deixam de ser estações terminais, foi utilizado o mesmo procedimento adotado anteriormente para a estimativa do tempo em plataforma dupla, obtendo-se o gráfico da Figura 14.

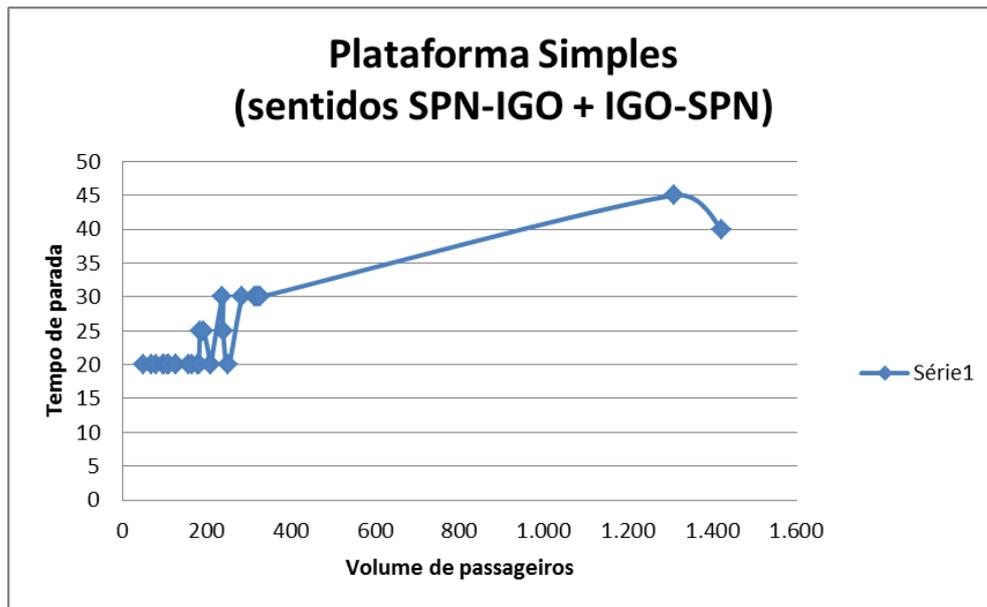


Figura 15 Representação do tempo de parada em função do volume de passageiros

$$t_{\min} = 20 \text{ s} \\ (\text{plataforma simples})$$

Para volume de passageiros entre 327 e 1309 pax/parada:

$$t_{\text{parada}} = (0,0153 \times \text{pax}) + 25,005 \text{ (Equação 3)}$$

Para as novas estações, a Tabela 8 fornece os dados para a estimativa dos tempos de parada, obtidos a partir dos dados disponíveis nos Estudos de Demanda para a Linha 4.

Tabela 8 Volume de passageiros por parada nas estações da Linha 4 (2011)

Estação	Pax/ pico matutino (2011)			h + carregada	pax/parada
	Embarque	Desembarque	Total (emb+desemb)		
N. Sra da Paz	4.659	11.187	15.846	7.087	709
Jardim de Alah	2.789	4.072	6.861	3.068	307
Antero de Quental	5.575	7.940	13.515	6.044	604
Gávea	2.837	5.425	8.262	3.695	369
São Conrado	12.413	7.697	20.110	8.993	899
Jardim Oceânico	23.429	8.958	32.387	14.484	1.448

A partir do volume de passageiros por parada, representado na Tabela 8, obtém-se o tempo de parada nas novas estações (Tabela 9), conforme anteriormente estimado para estações em plataforma dupla.

Tabela 9 Tempo de parada adotado nas novas estações – cenário atual

Estação	Volume de passageiros/parada	t parada adotado
N. Sra da Paz	709 pax/parada	36 s
Jardim de Alah	307 pax/parada	30 s
Antero de Quental	604 pax/parada	34 s
Gávea	369 pax/parada	31 s
São Conrado	899 pax/parada	39 s
Jardim Oceânico	1.448 pax/parada	Estação Terminal
Uruguai	-	$t_{\min} = 20$ s

4.3.2 – Cenário Proposto

O cenário proposto consiste na conexão de duas estações existentes, sendo necessário estimar o tempo de deslocamento apenas para o percurso Gávea – Uruguai, que será considerado o mesmo nos dois sentidos (Uruguai-Gávea e Gávea-Uruguai) por não haver elementos suficientes para sua diferenciação.

Para obtenção do tempo entre cada par de estações no traçado proposto, em forma de circuito, calculou-se o tempo necessário para percorrer todo o circuito (no sentido horário e anti horário). No caso do usuário se deslocar no sentido horário, basta deduzir, do tempo total para percorrer o circuito, o tempo que levaria para alcançar sua estação destino no sentido contrário.(anti-horário) e vice-versa.

4.3.2.1 - Tempo estimado entre as estações Gávea e Uruguai:

Seguindo o raciocínio exposto para o cenário atual, o tempo de deslocamento entre as estações Gávea e Uruguai será obtido em função da distância entre as estações. As distâncias entre as estações Gávea - Uruguai e entre as estações São Conrado e Jardim Oceânico, que serve de parâmetro, foram obtidas dos editais referentes à concessão da Linha 4 do Metrô e da sua fiscalização e gerenciamento.

A escolha do trecho São Conrado – Jardim Oceânico como parâmetro deve-se à semelhança das dimensões e da tipologia do terreno. O túnel que ligará o emboque no lado da Barra à futura Estação São Conrado terá 5.100m e as prospecções realizadas, quando da contratação do gerenciamento e fiscalização das obras, já indicava que sua construção encontraria rocha em toda sua extensão, à semelhança do que deve ocorrer com o túnel proposto entre Gávea e Uruguai, sob o mesmo Maciço. O tempo estimado para o trecho Gávea-Uruguai pode ser obtido, então, da seguinte forma:

Trecho São Conrado – Jd Oceânico² → 5,1 km → 6 min (360 segundos)

Trecho Gávea - Uruguai³ > 5,3 km > $t_{\text{dotado}} = 6:14$ (374 segundos)

² Fonte: Edital de Licitação por Concorrência Pública Casa Civil nº 4/2010

4.3.2.2 - Tempo estimado entre as estações para o traçado proposto

Para ilustrar o raciocínio de como foram obtidos os tempos de deslocamento entre cada par de estações para o cenário proposto, a Figura 15 representa uma linha que perfaz um circuito, no qual o usuário da Estação Saens Peña (SPN), por exemplo, com destino à Estação Arcoverde (CAV), tem a opção de seguir no sentido horário ou anti-horário.

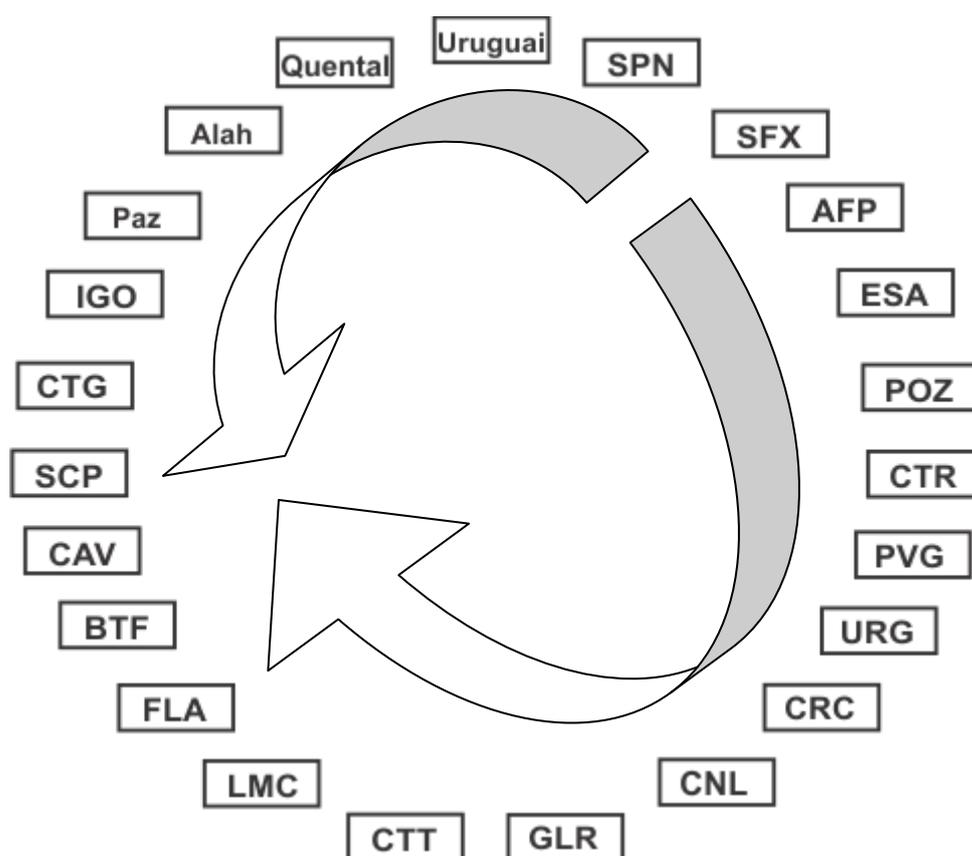


Figura 16 Opções de trajeto para o percurso Saens Peña – Cardeal Arcoverde

$$t_{\text{sentido anti-horário}} = t_{\text{circuito}} - t_{\text{parada}} - t_{\text{sentido horário}} \text{ (Equação 4)}$$

³ Fonte: Edital de Licitação por Concorrência Pública PED-ERJ nº 02/98 – METRO (item 2.3.3)

O tempo empregado no trajeto SPN – CAV, pela linha atual (sentido horário) é de 27 minutos e 11 segundos, calculado anteriormente (Matriz Tempo para a linha atual), enquanto o tempo total do circuito SPN-SPN, conforme Tabela 10, é de 51 minutos e 47 segundos no sentido anti-horário. Então o tempo que será consumido no percurso SPN-CAV, através da ligação Uruguai-Gávea (sentido anti-horário), é obtido da seguinte forma:

$$t_{\text{sentido anti-horário}} = t_{\text{circuito}} - t_{\text{parada}} - t_{\text{sentido horário}}$$

$$t_{\text{sentido anti-horário}} = 00:51:47 - 00:00:53 - 00:27:11 = 00:24:36$$

A Tabela 10 apresenta o tempo para completar o circuito nos dois sentidos (horário e anti-horário) calculado para cada estação deduzindo-se o tempo de parada na mesma.

Tabela 10 Tempo nos sentidos horário e anti-horário (traçado circular)

Estação	t viagem e t parada (sentido Horário)	Circuito	t viagem e t parada (sentido anti-Horário)	Circuito
parada (Uruguai)	00:00:20	00:52:09	00:00:20	00:52:20
Uruguai – S. Peña	00:01:43		00:01:43	
parada (SPN)	00:00:53	00:51:36	00:00:53	00:51:47
SPN - S Fco Xavier	00:01:36		00:01:36	
parada (SFX)	00:00:20	00:52:09	00:00:20	00:52:20
SFX - Afonso Pena	00:01:08		00:01:12	
parada (AFP)	00:00:20	00:52:09	00:00:20	00:52:20
AFP - Estácio	00:01:47		00:01:46	
parada (ESA)	00:00:35	00:51:54	00:00:35	00:52:05
ESA - Praça Onze	00:01:11		00:01:22	
parada (POZ)	00:00:20	00:52:09	00:00:20	00:52:20
POZ - Central	00:01:37		00:01:36	
parada (CTR)	00:00:45	00:51:44	00:00:40	00:52:00

CTR – Pres. Vargas	00:00:59		00:01:03	
parada (PVG)	00:00:20	00:52:09	00:00:20	00:52:20
PVG - Uruguiana	00:00:55		00:00:57	
parada (URG)	00:00:30	00:51:59	00:00:30	00:52:10
URG - Carioca	00:01:07		00:01:10	
parada (CRC)	00:00:50	00:51:39	00:00:45	00:51:55
CRC - Cinelândia	00:00:52		00:00:57	
parada (CNL)	00:00:30	00:51:59	00:00:30	00:52:10
CNL - Glória	00:01:31		00:01:30	
parada (GLR)	00:00:20	00:52:09	00:00:20	00:52:20
GLR - Catete	00:01:08		00:01:12	
parada (CTT)	00:00:20	00:52:09	00:00:20	00:52:20
CTT - Lgo Machado	00:01:10		00:01:08	
parada (LMC)	00:00:30	00:51:59	00:00:20	00:52:20
LMC - Flamengo	00:01:17		00:01:09	
parada (FLA)	00:00:25	00:52:04	00:00:20	00:52:20
FLA - Botafogo	00:02:01		00:01:59	
parada (BTF)	00:00:40	00:51:49	00:00:50	00:51:50
BTF - Arcoverde	00:02:07		00:02:17	
parada (CAV)	00:00:25	00:52:04	00:00:20	00:52:20
CAV – Siq. Campos	00:01:14		00:01:07	
parada (SCP)	00:00:30	00:51:59	00:00:25	00:52:15
SCP - Cantagalo	00:01:35		00:01:52	
parada (CTG)	00:00:20	00:52:09	00:00:20	00:52:20
CTG - Gal Osório	00:01:39		00:01:37	
parada (IGO):	00:00:44	00:51:45	00:00:44	00:51:56
IGO - N Sra da Paz	00:02:01		00:02:01	
parada (N Sra Paz)	00:00:36	00:51:53	00:00:36	00:52:04
N Sra Paz - Jd Alah	00:01:44		00:01:44	

parada (Jd Alah)	00:00:30	00:51:59	00:00:30	00:52:10
Jd Alah – Ant. Quental	00:01:31		00:01:31	
parada (Ant Quental)	00:00:34	00:51:55	00:00:34	00:52:06
Ant Quental - Gávea	00:02:14		00:02:14	
parada (Gávea)	00:00:31	00:51:58	00:00:31	00:52:09
Gávea-Uruguai	00:06:14		00:06:14	
TOTAL	00:52:29		00:52:40	

O tempo total do circuito, considerando todas as paradas nas estações e o tempo consumido para deslocamento entre elas soma, no sentido horário, 52 minutos e 29 segundos, enquanto, no sentido anti-horário, o montante é de 52 minutos e 40 segundos.

A Matriz Tempo, referente ao deslocamento através da ligação Uruguai-Gávea, é obtida deduzindo-se o tempo de deslocamento entre cada par de estações calculado anteriormente (Matriz Tempo para o cenário atual) do tempo total do circuito.

Para as estações Jardim Oceânico e São Conrado, foi adotado o mesmo procedimento utilizado para a elaboração da Matriz Tempo referente ao traçado atual, ou seja, por estarem fora do circuito, sua obtenção é mais simples e consiste no somatório de uma sequência de tempos de parada e deslocamentos

4.4 - Estudo Comparativo

Conforme apresentado anteriormente, o tempo consumido pelos usuários do Metrô para os diferentes destinos da Linha 1 circular, considerando os dois trajetos possíveis, poderá assumir dois valores.

A partir da Estação São Conrado, por exemplo, haverá duas opções de rota:

- através da ligação Gávea - Uruguai (opção J) ou
- através da Linha 4 (Leblon- Ipanema), ora em implantação (opção K).

Sentido Jd Oceânico – Saens Peña:

i = Estação Jd Oceânico;

$J = \{SC, Gávea, Uruguai, S. Peña\}$;

$K = \{SC, Antero de Quental, Jd Alah, N Sra Paz, ..., S Fco Xavier, S. Peña \}$.

Sentido Saens Peña - Jd Oceânico:

i = Estação Saens Peña;

$J = \{ S. Peña, Uruguai, Gávea, SC, Jd. Oceânico\}$;

$K = \{ S. Peña, S Fco Xavier, ..., Central, ..., Antero de Quental, SC, Jd. Oceânico\}$.

A partir dos tempos de parada e deslocamentos entre estações, foram elaboradas as planilhas constantes do Anexo, de onde extraímos os tempos de viagem.

Para cada “par” Origem/Destino, haverá um trajeto mais rápido, caso o usuário se desloque no sentido horário (T_{ij}) ou anti-horário (T_{ik}), havendo um ponto no qual o tempo de deslocamento será aproximadamente o mesmo, ou seja, onde $T_{ij} = T_{ik}$.

A partir das tabelas em Anexo, extrai-se a informação quanto à Estação para a qual $T_{ij} = T_{ik}$ (centro “geométrico”, isto é \mathcal{T}) para, em seguida, atribuir o valor 0 (rota não escolhida) ou 1 (rota preferencial):

Se $\mathcal{T}_{ij} < \mathcal{T}_{ik}$, então $X_{ij}=1$, $X_{kj}=0$;

Se $\mathcal{T}_{ij} > \mathcal{T}_{ik}$, então $X_{ij}=0$, $X_{kj}=1$.

As Tabelas 11 e 12 exemplificam essa situação para a Estação Jardim Oceânico:

Tabela 11 Tempo de viagem Jardim Oceânico – Cinelândia (via Uruguai)

ORIGEM: Jardim Oceânico (Via Gávea- Uruguai)		
DESTINO	t de viagem (\mathcal{T}_{ij})	X_{ij}
São Conrado	00:06:00	1
Gávea	00:09:19	1
Uruguai	00:16:04	1
Saens Pena	00:18:07	1
São Francisco Xavier	00:20:36	1
Afonso Pena	00:22:04	1
Estácio	00:24:11	1
Praça XI	00:25:57	1
Central	00:27:54	1
Presidente Vargas	00:29:38	1
Uruguaiana	00:30:53	1
Carioca	00:32:30	1
Cinelândia	00:34:12	≈
Glória	00:36:13	0
Catete	00:37:41	0
Largo do Machado	00:39:11	0
Flamengo	00:40:58	0
Botafogo	00:43:24	0
Cardeal Arcoverde	00:46:11	0
Siqueira Campos	00:47:50	0
Cantagalo	00:49:55	0
General Osório	00:51:54	0
Nossa Senhora da Paz	00:54:39	0
Jardim de Alah	00:56:59	0
Antero de Quental	00:59:00	0

Tabela 12 Tempo de viagem Jardim Oceânico – Cinelândia (via Ipanema)

ORIGEM: Jardim Oceânico (Via Ipanema)		
DESTINO	t de viagem (T_{ij})	X_{ij}
São Conrado	00:06:00	1
Antero de Quental	00:09:23	1
Jardim de Alah	00:11:28	1
Nossa Senhora da Paz	00:13:42	1
General Osório	00:16:19	1
Cantagalo	00:18:40	1
Siqueira Campos	00:20:52	1
Arcoverde	00:22:24	1
Botafogo	00:25:01	1
Flamengo	00:27:50	1
Largo do Machado	00:29:19	1
Catete	00:30:47	1
Glória	00:32:19	1
Cinelândia	00:34:09	≈
Carioca	00:35:36	0
Uruguaiana	00:37:31	0
Presidente Vargas	00:38:58	0
Central	00:40:21	0
Praca Onze	00:42:37	0
Estácio	00:44:19	0
Afonso Pena	00:46:40	0
São Francisco Xavier	00:48:12	0
Saens Pena	00:50:08	0
Uruguai	00:52:44	0

Enquanto o usuário da Zona Oeste tem opção de rota a partir da Estação São Conrado, para os usuários da Linha 2 a opção se apresenta a partir da Estação Central.

Sentido Jd Oceânico – Pavuna:

i = Estação Jd Oceânico;

J = {SC, Gávea, Uruguai, S. Peña,..., **Central**,..., Pavuna};

K = {SC, Antero de Quental,, **Botafogo**, **Central**,..., Pavuna }.

Sentido Pavuna - Jd Oceânico:

i = Estação Pavuna;

J = {Pavuna,..., **Central**, Praça XI,..., S. Peña, Uruguai, Gávea, São Conrado, Jd Oceânico};

K = {Pavuna,..., **Central**, Pres. Vargas,..., **Botafogo**,..., Gal. Osório, N Sra Paz, Jd Alah, Antero de Quental, São Conrado, Jd Oceânico }.

Considerações:

- Na elaboração das planilhas que serviram de suporte para o presente estudo, não foi considerado tempo de transbordo, posto que o mesmo seria necessário nos dois sentidos;
- Apesar de mantidas na matriz, as estações Jardim Oceânico e São Conrado não fazem parte do circuito, havendo opção de trajeto a partir da Estação São Conrado, através da Estação Gávea (sentido horário) ou Antero de Quental (sentido anti horário);
- As estações da Linha 2 não estão explícitas nas planilhas, mas seu carregamento foi considerado tendo como origem a Estação Central; em relação à cada Estação-destino da Linha 4 e da Linha 1 circular, sendo os desembarques a partir da Estação Central equivalentes aos passageiros embarcados na Estação Central somados àqueles oriundos da Linha 2.

Para as estações Jardim Oceânico e São Conrado, a opção de trajeto ocorre após a estação São Conrado: através da ligação Uruguai-Gávea (sentido horário) ou através da Estação Antero de Quental (sentido anti-horário).

Sentido horário = {Jd Oceânico, SC, Gávea, Uruguai, S.Peña,..., Central, ..., Antero de Quental};

Sentido anti-horário = {Jd Oceânico, SC, Antero de Quental, ..., Central, ..., Uruguai, Gávea}.

Para a Linha 2, a opção de traçado surge a partir da Estação Central e, portanto, só haverá um diferencial de tempo no momento em que o usuário da Linha 2 ingressar no traçado da Linha 1, ou seja, a partir da Estação Central.

Dessa forma, a Linha 2 não está contemplada nas Matrizes tempo para o traçado atual e para o trajeto via ligação Uruguai-Gávea, mas seu volume de passageiros foi contemplado na obtenção do número de beneficiados.

Os usuários da Linha 2, que têm como destino uma estação nas Linhas 1 ou 4, foram considerados como oriundos da Estação Central e os desembarques em cada estação/destino foram somados àqueles da Estação Central, conforme planilhas anexas.

A partir das planilhas elaboradas para os tempos de deslocamento entre origem e destino, considerando as duas opções de percurso (Matrizes Tempo para o cenário atual e o proposto), foi elaborada uma nova planilha onde foram alinhados os tempos empreendidos nos dois percursos para cada estação e seus diversos destinos, a fim de facilitar a comparação do tempo de deslocamento entre os dois traçados para cada estação das Linhas 1 e 4.

Tendo como parâmetro o tempo consumido no percurso, haverá uma rota preferencial para cada par de estações origem/destino. No caso das estações Jardim Oceânico e São Conrado, por exemplo, o traçado proposto oferece uma opção mais rápida caso o destino seja uma das estações destacadas na Tabela 13.

Tabela 13 Rota preferencial (em destaque)

Estação	Jd Oceânico			São Conrado		
	Trajeto → Via U- Gávea	Via Atual	Carrega- mento	Via U- Gávea	Via Atual	Carrega- mento
Jd Oceânico	00:00:00	00:00:00		00:06:00	00:06:00	
São Conrado	00:06:00	00:06:00		00:00:00	00:00:00	
Gávea	00:09:19	00:09:19		00:02:40	00:02:40	
Uruguai	00:16:04	00:52:44		00:09:25	00:46:05	
Saens Pena	00:18:07	00:50:08		00:11:28	00:43:29	
São Fco Xavier	00:20:36	00:48:12		00:13:57	00:41:33	
Afonso Pena	00:22:04	00:46:40		00:15:25	00:40:01	
Estácio	00:24:11	00:44:19		00:17:32	00:37:40	
Praca Onze	00:25:57	00:42:37		00:19:18	00:35:58	
Central	00:27:54	00:40:21		00:21:15	00:30:24	
Pres. Vargas	00:29:38	00:38:58		00:22:59	00:32:19	
Uruguaiana	00:30:53	00:37:31		00:24:14	00:30:52	
Carioca	00:32:30	00:35:36		00:25:51	00:28:57	
Cinelândia	00:34:12	00:34:09		00:27:33	00:27:30	
Glória	00:36:13	00:32:19		00:29:34	00:25:40	
Catete	00:37:41	00:30:47		00:31:02	00:24:08	
Lgo Machado	00:39:11	00:29:19		00:32:32	00:22:40	
Flamengo	00:40:58	00:27:50		00:34:19	00:21:11	
Botafogo	00:43:24	00:25:01		00:36:45	00:18:22	
Arcoverde	00:46:11	00:22:24		00:39:32	00:15:45	
Siq Campos	00:47:50	00:20:52		00:41:11	00:14:13	
Cantagalo	00:49:55	00:18:40		00:43:16	00:12:01	
Gal Osório	00:51:54	00:16:19		00:45:15	00:09:40	
N Sra Paz	00:54:39	00:13:42		00:48:00	00:07:03	
Jd Alah	00:56:59	00:11:28		00:50:20	00:04:49	
Ant. Quental	00:59:00	00:09:23		00:52:21	00:02:44	

A planilha completa, compreendendo todas as estações das Linhas 1 e 4, encontra-se nos Anexos, sendo que os usuários oriundos da Linha 2 foram considerados como ingressando no circuito a partir da Estação Central.

5 - Benefício Social e Monetário Devido à Otimização

5.1 – Carregamento Diário

Para as Linhas 1 e 2, atualmente em operação, o tomo I dos Estudos de Demanda apresenta matriz com volume diário, à exceção da Linha Uruguaí que ainda não havia sido inaugurada quando de sua elaboração.

Para a Linha 4, as matrizes do Relatório Final dos Estudos de Demanda referem-se ao pico matutino; dessa forma, para obtenção do carregamento diário referente a cada estação da Linha 4, será adotada a relação encontrada entre o total de entradas diárias, que é fornecido no referido Relatório, reproduzido na Tabela 14, e o total de embarques no pico matutino (Tabela 15).

Tabela 14 Total de embarques diários nas estações da Linha 4 (2011)

ESTAÇÃO	Entradas
Jardim Oceânico	72.400
São Conrado	44.674
Gávea	18.359
Leblon	30.084
Jardim de Alah	15.280
N Sra da Paz	35.228
Ipanema / Gal Osório	18.058
Transferências para Linhas 1 e 2	108.764
TOTAL	342.847
Fonte: FGV Projetos (estudos de Demanda)	

A partir da Matriz OD para deslocamentos no pico matutino que utilizam pelo menos uma estação da Linha 4, obtém-se os dados constantes da Tabela 15.

Tabela 15 Total de embarques no Pico Matutino nas estações da Linha 4 (2011)

Estação	Embarques
Jd Oceânico	23.432
São Conrado	12.415
Gávea	2.840
Leblon	5.576
Jardim de Alah	2.788
Nossa Senhora da Paz	4.660
General Osório	5.462
TOTAL	57.173

A fim de contemplar a Linha 4 no cálculo do total de horas improdutivoas, ao comparar-se o tempo despendido na nova opção de traçado, em relação ao projeto em execução, adotar-se-á uma relação direta, conforme abaixo, a fim de obter-se o volume diário de desembarque por estação.

Embarques por dia = 342.848 pax

Embarques no pico = 57.173 pax

Relação: $342.848 = 6 \times 57.173$

Essa relação será utilizada para obtenção dos valores diários de carregamento para cada estação da Linha 4, ou seja, a partir da Matriz OD da Linha 4 para o pico matutino, aplicando-se a relação encontrada (6 X), é possível obter a Matriz OD diária para fins de estimar o total de beneficiados. A tabela 16 representa o estudo comparativo com o total de beneficiados que embarcam nas estações Jardim Oceânico e São Conrado.

A planilha completa, compreendendo todas as estações das Linhas 1 e 4, encontra-se nos Anexos, sendo que os usuários oriundos da Linha 2 foram considerados como ingressando no circuito a partir da Estação Central.

Tabela 16 Rota preferencial (em destaque) e o carregamento correspondente

Estação	Jd Oceânico			São Conrado		
	Trajetos → Cenário proposto	Cenário Atual	Carregamento	Cenário Proposto	Cenário Atual	Carregamento
Jd Oceânico	00:00:00	00:00:00		00:06:00	00:06:00	
São Conrado	00:06:00	00:06:00		00:00:00	00:00:00	
Gávea	00:09:19	00:09:19		00:02:40	00:02:40	
Uruguai	00:16:04	00:52:44	-	00:09:25	00:46:05	-
Saens Pena	00:18:07	00:50:08	6 X 815	00:11:28	00:43:29	6 X 36
São Fco Xavier	00:20:36	00:48:12	6 X 179	00:13:57	00:41:33	6 X 5
Afonso Pena	00:22:04	00:46:40	6 X 80	00:15:25	00:40:01	6 X 38
Estácio	00:24:11	00:44:19	6 X 76	00:17:32	00:37:40	6 X 7
Praca Onze	00:25:57	00:42:37	6 X 409	00:19:18	00:35:58	6 X 0
Central	00:27:54	00:40:21	6 X 2.150	00:21:15	00:30:24	6 X 29
Pres. Vargas	00:29:38	00:38:58	6 X 623	00:22:59	00:32:19	6 X 1
Uruguaiana	00:30:53	00:37:31	6 X 741	00:24:14	00:30:52	6 X 50
Carioca	00:32:30	00:35:36	6 x 3.175	00:25:51	00:28:57	6 X 33
Cinelândia	00:34:12	00:34:09		00:27:33	00:27:30	
Glória	00:36:13	00:32:19		00:29:34	00:25:40	
Catete	00:37:41	00:30:47		00:31:02	00:24:08	
Lgo Machado	00:39:11	00:29:19		00:32:32	00:22:40	
Flamengo	00:40:58	00:27:50		00:34:19	00:21:11	
Botafogo	00:43:24	00:25:01		00:36:45	00:18:22	
Arcoverde	00:46:11	00:22:24		00:39:32	00:15:45	
Siq Campos	00:47:50	00:20:52		00:41:11	00:14:13	
Cantagalo	00:49:55	00:18:40		00:43:16	00:12:01	
Gal Osório	00:51:54	00:16:19		00:45:15	00:09:40	
N Sra Paz	00:54:39	00:13:42		00:48:00	00:07:03	
Jd Alah	00:56:59	00:11:28		00:50:20	00:04:49	
Ant. Quental	00:59:00	00:09:23		00:52:21	00:02:44	

O campo referente à Estação Uruguai encontra-se sem preenchimento pela ausência de dados, não sendo computados seus usuários no número de beneficiados. Contudo, seu carregamento pode estar parcialmente contemplado no volume de passageiros da Estação Saens Peña, devido à proximidade dessas duas estações.

5.2 – Horas Improdutivas

A base para o cálculo das horas improdutivas e o número de usuários beneficiados foi a planilha onde foram consolidados e comparados os tempos de percurso, parcialmente reproduzida na Tabela 16.

O total de horas improdutivas pode ser extraído da diferença de tempo referente a cada percurso combinado com o respectivo carregamento (produto obtido a partir da diferença de tempo e número de usuários beneficiados).

Não estão considerados, no referido cálculo, os usuários da Estação Uruguai pela ausência de dados disponíveis.

Considerando o Salário-Médio na Região Metropolitana do Rio de Janeiro de R\$ 1.491,95, obtido do IBGE (rendimento médio real domiciliar per capita a preços de março de 2014) e a carga horária média de 220h de trabalho ao mês, o valor horário médio corresponde a R\$ 6,78.

O total de horas desperdiçadas no metrô, por não ter sido implantado o projeto licitado em 1998, representa um total de 18.355 horas/dia em cada sentido, que corresponde ao montante de R\$ 124.446,90 ao dia ou R\$ 2.737.831,80 ao mês.

Se considerado o movimento pendular (casa-trabalho e trabalho-casa), o valor atinge um montante superior a R\$ 5,4 milhões por mês (duas vezes R\$ 2.737.831,80).

A planilha criada para consolidação dos dados e cálculo das horas improdutivas, em anexo, fornece, ainda, o total de beneficiados com a redução do tempo de percurso: 96.950 usuários.

6 - Conclusão

Essa Dissertação não teve a pretensão de estudar as alternativas viáveis para os diversos traçados do Metrô do Rio de Janeiro (caminhos possíveis), mas utilizar os projetos existentes na busca das justificativas para o abandono, pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro, de projetos tecnicamente consistentes e de longo prazo, que demandaram esforços e recursos públicos para serem elaborados, ainda que não implantados.

Uma limitação encontrada é quanto à existência de apenas uma fonte de dados, o Estudo de Demanda elaborado pela FGV Projetos para o MetrôRio, que, por seu turno, utilizou-se dos dados do PDTU e do MetrôRio.

A avaliação da capacidade do sistema, no presente, ficou limitada, portanto, em função dos dados disponíveis não contemplarem a projeção de crescimento das Linhas 1 e 2 nem apresentarem a matriz OD referente ao pico vespertino na Linha 4, o que pode comprometer o funcionamento do sistema quando de sua inauguração.

A opção pelo estudo de transporte sobre trilho deve-se à convicção da autora em ser este o único transporte capaz de efetivamente atender à demanda, solucionando diversos problemas, a saber:

- Redução das emissões de gases que contribuem para o efeito estufa, sejam eles emitidos por veículos individuais ou coletivos;
- Capacidade de transportar grande número de usuários (transporte de alta capacidade);
- Imprevisibilidade do trânsito no Rio de Janeiro, com alto índice de acidentes, inclusive fatais, envolvendo motos, ciclistas, pedestres e os próprios ocupantes dos veículos (individuais e coletivos).

Considerando o movimento pendular (casa-trabalho e trabalho-casa), o usuário do metrô pode desperdiçar mais de uma hora por dia nesse modal, a depender de sua estação de origem e destino, tempo significativo para ser desprezado na aferição da qualidade de vida.

A adoção de traçado circular, conforme proposto, permite a redistribuição do fluxo, favorecendo o equilíbrio do tráfego nas horas de pico e a redução no tempo entre diversas estações, que pode atingir 36 minutos de diferença por percurso, caso do trajeto com origem no Jardim Oceânico e término na Estação Uruguai.

O total de usuários que se beneficiarão diariamente com o novo traçado, devido à redução do tempo de percurso, ano-base 2011, é da ordem de 97.000 beneficiados e o valor correspondente ao total de horas improdutivas, devido à não otimização do traçado, é superior a R\$ 5,4 milhões a cada mês.

A redução significativa de tempo para o trajeto mencionado (Jd Oceânico – Uruguai) provocará certamente uma evasão do transporte no modal rodoviário (individual e coletivo), através do Alto da Boa Vista, para o Sistema Metrô, aumentando o número de beneficiados.

Conclui-se, portanto, que a execução da ligação Uruguai-Gávea é essencial para o aumento da capacidade do Sistema Metropolitano do Rio de Janeiro e para garantir qualidade ao usuário do Metrô Rio, com a redução do tempo de viagem e da densidade (taxa de ocupação por metro quadrado) no horário de pico, tanto nas composições quanto nas plataformas.

No caso de ser adotado o traçado circular proposto, as estações devem disponibilizar, aos usuários, informação quanto ao tempo necessário de deslocamento até o seu destino, considerando as duas rotas e informando sobre a existência de transbordo.

Para garantir a qualidade do transporte público, as Agências Reguladoras, como a AGETRANSP, devem monitorar a qualidade do serviço oferecido aos usuários, através de pesquisas de satisfação, nos moldes, por exemplo, dos estudos desenvolvidos pelo Instituto de Transporte e Logística da Universidade de Sidney, a fim de garantir ao cidadão qualidade no transporte a que tem direito e coibir o lucro das concessionárias advindos da superlotação, bem como prover os gestores públicos de dados realistas para planejamento dos trechos críticos.

Um objetivo secundário, porém de grande importância, é reforçar, aos gestores públicos e aos órgãos de controle, a necessidade de considerar o custo social quando da tomada de decisão pelos governantes, não negligenciando as ferramentas de logística disponíveis que devem ser usadas quando do Planejamento Estratégico de suas políticas públicas de uma forma geral e não, apenas, no que tange à mobilidade urbana.

Diante de tantos estudos e polêmicas públicas que cercam a expansão do Sistema de Metrô do Rio de Janeiro em direção à Zona Oeste, torna-se

fundamental acrescentar-se o presente estudo para a viabilidade do Sistema, não apenas para garantir o atendimento à demanda agregada pela Linha 4, mas pelo conforto que pode propiciar ao usuário, com redução do tempo médio de viagem e garantia de taxas de utilização por metro quadrado de plataformas e composições de acordo com os níveis de segurança e conforto definidos internacionalmente.

Referências

AGACHE, A.; GROËR, E.; PALANCHON, W.; DUFFIEUX, A. *Cidade do Rio de Janeiro: Remodelação – Extensão e Embelezamento*. 1926-1930.

AGETRANSP-Agência Reguladora de Serviços Públicos Concedidos de Transportes do Estado do Rio de Janeiro. **Edital PED/ERJ nº 02/98, Contrato s/nº de 21/12/98 e Primeiro Termo Aditivo ao Contrato de Concessão da Linha 4**. Disponível em: <<http://www.agetransp.rj.gov.br/agetransp/images/contrato%20de%20concessap.pdf>>, <<http://www.agetransp.rj.gov.br/agetransp/images/primeiro%20termo%20aditivo.pdf>> e <<http://www.agetransp.rj.gov.br/agetransp/images/edital%20de%20licita%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em 18/08/2014.

BARZAC, Rafael; DUARTE, Fábio. **Impactos ambientais da mobilidade urbana: cinco categorias de medidas mitigadoras**. *urbe, Rev. Bras. Gest. Urbana*, Curitiba, v.4, n.1, June 2012 (<http://dx.doi.org/10.1590/S2175-33692012000100002>). Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-33692012000100002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 20/08/2013.

BIANCHI, Maria Carolina Alves de Paula; NOBRE, Eduardo Alberto Cusce. **Os Caminhos e Descaminhos do Metrô: análise comparativa da implantação da rede metroviária nas metrópoles de São Paulo e México**. [2013] Disponível em: <http://www.usp.br/fau/pesquisa/napplac/trabalhos/enobre/enobre_art4.pdf>. Acesso em 18/07/2014.

BRANCO, Adriano Murgel. **Os Custos Sociais do Transporte Urbano Brasileiro**. Disponível em <http://www.antp.org.br/5dotSystem/download/dcmDocument/2013/01/10/DBD_CB305-C07B-4077-BF99-789619B0CE4C.pdf>. Acesso em 02/08/2014.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Estatuto das Cidades. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 de julho de 2001.

BRASIL. Ministério das Cidades (2007). Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana.

CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de. **Desenvolvimento Urbano nos trilhos**, *Revista Desafios do Desenvolvimento do IPEA*, 2009, Ano 7, Edição 55. Disponível no site <http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=1064:catid=28&Itemid=23>. Acesso em 27/07/2014.

CERVERO, Robert; FERRELL, Christopher; MURPHY, Steven. **Transit-oriented development and joint development in the United States: A literature review**. TCRP research results digest, n. 52, 2002. Disponível em:

<http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/tcrp/tcrp_rrd_52.pdf >. Acesso em 28/08/2014.

COBA. <https://www.gov.uk/government/publications/coba-11-user-manual> , acesso em 04/09/2013.

Companhia Construtora Nacional S.A., Hotchtief Aktiengesellschaft für Hoch- und Tiefbauten vorm. Gebr. Helfmann e Detsce Eisenbahn Consulting GmbH. *Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica do Metropolitano do Rio de Janeiro*. 1968.

Companhia do Metropolitano do Estado do Rio de Janeiro, **Estudos da Demanda**., Disponível em: <<http://www.metrolinha4.com.br/wp-content/uploads/2012/03/Relatório-Final.pdf> >. Acesso em 07/10/2013.

Companhia do Metropolitano de São Paulo. **Balanco Social do Metrô São Paulo – Exercício 2011**. Disponível em: <<http://empresaspublicas.imprensaoficial.com.br/balancos/metro/metro2012.pdf>> . Acesso em 31/07/2014.

DOXIADIS Associates, Consultants and Ekistics. Guanabara – a plan for urban development. 1965

FIRJAN. **O Custo da (i)Mobilidade nas Regiões Metropolitanas do Rio de Janeiro e São Paulo**. Nota Técnica nº3. Julho 2014 (<http://migre.me/kG5bb>). Disponível em <<http://www.firjan.org.br/data/pages/2C908CEC475A6EB101477D37239150E6.htm>>. Acesso em 29/07/2014.

IPEA, **Comunicado 161**. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/comunicado/131024_comunicadoipea161.pdf>. Acesso em 28/07/2014

MORAES, Antônio Carlos de. **Congestionamento urbano: custos sociais**. Disponível em: <http://www.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2014/01/15/0669F443-51D2-4448-BFB3-252796E746B7.pdf>. Acesso em 27/07/2014.

PACÍFICO, Alan. **A história do transporte aquaviário na baía de Guanabara: Uma análise da relação entre Capital privado e Poder público no planejamento de transportes do Rio de Janeiro**. Disponível em: <http://www.cchla.ufrn.br/cnpp/pgs/anais/Artigos%20REVISADOS/A%20hist%C3%B3ria%20do%20transporte%20aquavi%C3%A1rio%20na%20ba%C3%ADa%20de%20Guanabara%20Uma%20an%C3%A1lise%20da%20rela%C3%A7%C3%A3o%20entre%20Capital%20privado%20e%20Poder%20p%C3%BAblico%20no%20planejamento%20de%20transportes%20do%20Rio%20de%20Janeiro.pdf>>. Acesso em 22/08/2013.

PEREIRA, R. H. M. ; SCHWANEN, T. . **Tempo de Deslocamento Casa - Trabalho no Brasil (1992-2009): Diferenças Entre Regiões Metropolitanas, Níveis de Renda e Sexo**. Rio de Janeiro: Ipea, 2013 (Texto para Discussão IPEA, nº. 1813), acesso em 29/07/2014, no site http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_1813.pdf

PIZZOLATO, N. D., BARROS, A.C.; BARCELOS, F.B.; e Alberto Gabbay Canen, **Localização de Escolas Públicas: Síntese de Algumas Linhas de Experiências**. Pesquisa Operacional, Vol. 24, No 1, 2004, pp. 111-131.

PIZZOLATO, N. D. **Notas de Aula**, 2012.

PIZZOLATO, N.D., RAUPP, F.M.P., ALZAMORA, G.S. 2012. **Revisão de desafios aplicados em localização com base em modelos da p-mediana e suas variantes**. Revista Eletrônica Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento, 4(1), 13-42

REPOLHO, H. M., ANTUNES, A. P., e CHURCH R. L. (2012). **Modelo de localização ótima de estações ferroviárias: a futura linha de alta velocidade Lisboa-Porto**. Revista Transportes, Vol. 20. No. 3, pp. 71-78.

REPOLHO, H. M. **Optimal Location of Access Points in Controlled Entry Transportation Networks**. Tese de Doutorado na Universidade de Coimbra. Coimbra, 2011. Disponível no Repositório Digital da Produção Científica da Universidade de Coimbra. (UC).

RIO DE JANEIRO. **Plano Diretor de Transportes Urbanos**, Revisão 2, abril/2005.

<<http://download.rj.gov.br/documentos/10112/1474054/DLFE-59250.pdf/Relatorio02AnaliseEstudosExistentes.pdf>>. Acesso em 02/09/2013.

RODRIGUES, Mauro Caetano. **As transferências de Recursos Públicos para o Terceiro Setor no Estado do Rio de Janeiro**. Dissertação de Mestrado na Universidade Cândido Mendes, 2014. CDU 336.5:347.471.8(815.3)

SALINGAROS, N. A. **A Teoria da Teia Urbana** Artigo traduzido por Lúvia Salomão Piccinini, a partir da versão *on line* do texto publicado no Journal of Urban Design, vol.3 (1998), páginas 53-71. Disponível em <http://zeta.math.utsa.edu/~yxk833/urbanweb-port.pdf>, acesso em 03/08/2014.

SCAP- Sistema de Controle e Acompanhamento de Processos do TCE-RJ. **Edital PED/ERJ nº 02/98** (processo TCE-RJ nº 109.582-7/98), **Contrato s/nº de 21/12/98** (processo TCE-RJ nº 112.969-2/10) e **Primeiro Termo Aditivo ao Contrato de Concessão da Linha 4** (processo TCE-RJ nº 107.684-7/10).

VIEIRA, Rodrigo Goulart de Oliveira. Palestra proferida em 20/05/2013, em evento organizado pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro, através da SETRANS. Disponível em: <<http://www.alamys.org/media/205419/metr%C3%B4-linha-4.pdf>>. Acesso em 19/05/2014.

Whitelegg John. **Time Pollution**. Disponível em <<http://www.ssti.us/wp/wp-content/uploads/2013/05/Time-Pollution.pdf>>. Acesso em 05/08/2014.

Apêndices

APÊNDICE A

Estação	Longitude	Latitude	ΔX (m)	ΔY (m)	SOMAQUAD	L (m)	t (min:s)
General Osório	-43197779	-22985165	0	0	0	0,00	
Cantagalo	-43192862	-22976509	491,7	865,6	991032,25	995,51	01:37
Siqueira Campos	-43185110	-22967974	775,2	853,5	1329397,29	1152,99	01:52
Arcoverde	-43180767	-22964709	434,3	326,5	295218,74	543,34	01:07
Botafogo	-43184253	-22951299	-348,6	1341	1919802,96	1385,57	02:17
Flamengo	-43178463	-22937996	579	1330,3	2104939,09	1450,84	01:59
Largo do Machado	-43177755	-22931930	70,8	606,6	372976,2	610,72	01:09
Catete	-43176692	-22925837	106,3	609,3	382546,18	618,50	01:08
Glória	-43176588	-22919961	10,4	587,6	345381,92	587,69	01:12
Cinelândia	-43175880	-22910739	70,8	922,2	855465,48	924,91	01:30
Carioca	-43178154	-22907665	-227,4	307,4	146205,52	382,37	00:57
Uruguaiana	-43180841	-22903094	-268,7	457,1	281140,1	530,23	01:10
Presidente Vargas	-43186216	-22902876	-537,5	21,8	289381,49	537,94	00:57
Central	-43189848	-22904155	-363,2	-127,9	148272,65	385,06	01:03
Praca Onze	-43200008	-22909759	-1016	-560,4	1346304,16	1160,30	01:36
Estácio	-43206446	-22913404	-643,8	-364,5	547338,69	739,82	01:22
Afonso Pena	-43217774	-22918300	-1132,8	-489,6	1522944	1234,08	01:46
São Francisco Xavier	-43224655	-22920830	-688,1	-253	537490,61	733,14	01:12
Saens Pena	-43232851	-22923850	-819,6	-302	762948,16	873,47	01:36

APÊNDICE A Comportamento da Linha 1 na hora mais carregada em relação ao Pico Matutino

SPN	SFX	AFP	ESA	POZ	CTR	PVG	URG	CRC	CNL	GLR	CTT	LMC	FLA	BTF	CAV	SCP	CTG	IGO	CNV	SCR	MRC	TRG	MGR	DCT	INH	ERN	TCL	VCV	IRJ	CLG	CNT	AFB	ERP	PVN	Entradas (h)	h / PICO																												
0	42	73	91	91	1000	543	2035	2987	1374	182	185	327	240	1145	179	367	169	426	30	15	13	20	20	32	9	3	3	55	42	30	10	13	0	141	11892	5316	0,447																											
54	0	4	79	17	243	171	528	1046	526	25	38	145	55	268	31	124	59	92	4	0	0	10	5	35	0	0	4	7	26	0	33	0	7	36	3672	1641	0,447																											
129	0	0	129	0	387	65	301	258	430	86	65	86	65	86	43	86	65	108	0	0	0	0	22	43	0	22	0	65	65	22	22	0	0	108	2758	1233	0,447																											
68	16	13	0	3	73	22	119	138	84	10	14	29	15	63	11	33	11	41	0	5	4	4	8	13	8	1	2	15	20	3	2	2	1	38	889	398	0,448																											
99	21	41	16	0	54	16	108	138	64	27	22	63	51	119	25	24	7	65	2	1	2	1	3	1	0	2	0	0	3	0	3	0	1	26	1005	449	0,447																											
3072	465	198	380	317	0	81	803	3514	2518	406	859	1509	1084	5169	1200	1439	1491	2085	84	53	38	32	67	140	18	42	16	87	75	35	16	51	16	171	27531	12306	0,447																											
75	20	9	19	24	9	0	0	66	85	25	31	40	26	69	7	31	17	70	4	3	5	1	3	2	5	0	7	5	3	5	3	0	3	14	686	307	0,448																											
227	38	41	85	77	125	32	0	65	105	144	98	224	94	433	66	139	52	143	15	20	11	6	24	59	9	16	1	12	20	9	5	14	1	63	2473	1105	0,447																											
203	32	40	79	86	147	20	25	0	22	136	66	158	130	459	29	129	57	219	22	55	28	13	19	45	7	4	1	27	41	12	10	2	7	88	2418	1081	0,447																											
84	30	35	3	164	43	147	18	0	86	87	91	74	175	56	51	66	348	21	51	7	28	9	43	3	2	1	36	10	8	15	1	12	74	1914	856	0,447																												
141	23	39	47	13	163	61	307	474	169	0	7	50	29	50	38	54	25	101	27	41	25	7	9	23	2	0	6	7	5	3	12	0	3	49	2010	898	0,447																											
149	56	79	79	119	173	78	210	200	208	46	0	48	69	173	69	102	118	110	37	91	55	23	45	35	11	0	14	22	17	6	18	0	0	88	2548	1139	0,447																											
165	15	38	28	65	664	217	813	1213	439	64	18	0	27	173	17	61	8	5	53	39	3	0	53	2	5	0	27	35	0	82	6	0	93	4433	1982	0,447																												
182	18	43	58	45	449	115	485	749	429	37	30	43	0	138	44	77	65	130	29	48	38	11	14	26	1	0	1	9	9	3	6	1	0	46	3379	1510	0,447																											
271	53	97	115	132	612	283	1013	2209	778	101	68	208	52	0	102	167	113	390	8	70	43	42	32	46	8	31	8	30	68	33	44	0	0	318	7545	3373	0,447																											
60	116	10	19	17	584	41	387	363	149	19	0	100	12	268	0	11	0	7	0	12	7	5	0	7	1	0	1	15	0	0	0	2	19	2232	997	0,447																												
100	41	22	60	135	460	82	416	703	249	27	39	483	368	483	10	0	12	143	2	55	10	8	8	7	6	4	2	6	50	54	18	3	0	83	4149	1855	0,447																											
72	38	8	7	35	284	65	538	346	294	17	9	91	47	473	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	0	27	2365	1057	0,447																											
222	47	58	77	120	444	115	499	1042	683	132	138	271	223	407	17	178	47	0	33	61	34	0	31	5	7	0	4	13	9	5	4	5	0	120	5051	2258	0,447																											
19	2	5	0	0	25	15	58	104	64	25	24	45	20	81	5	27	13	27	0	16	15	31	16	50	21	4	3	22	20	5	27	2	8	82	881																													
22	16	3	20	9	39	27	126	266	208	49	54	98	110	304	19	56	21	64	46	0	7	60	35	120	19	17	10	56	22	29	12	17	7	152	2120																													
2	0	0	0	0	26	16	71	85	36	11	10	20	4	68	5	2	4	19	0	6	0	12	13	113	7	13	8	27	20	7	25	7	16	119	772																													
6	0	6	2	2	19	16	112	130	82	16	17	53	27	133	11	53	10	40	7	11	0	0	16	48	6	3	0	13	27	6	13	15	2	81	983																													
34	3	3	3	10	622	56	437	343	70	0	10	67	45	376	64	6	11	51	19	62	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	5	3	0	177	2483																													
61	16	12	21	17	185	92	396	548	335	46	43	120	40	375	36	75	29	86	62	156	25	23	1	0	11	15	3	35	27	13	57	11	0	108	3080																													
37	0	20	3	5	187	74	378	487	303	10	13	25	0	295	11	58	9	39	61	42	59	17	0	73	0	11	0	20	0	0	27	0	0	5	2269																													
80	6	13	14	3	177	41	197	328	230	29	23	52	30	312	29	67	24	118	87	106	45	46	13	28	0	0	13	15	17	11	33	18	0	73	2278																													
10	0	0	10	0	173	55	87	89	103	0	10	12	20	117	0	12	34	103	34	20	10	0	0	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	994																													
115	23	19	45	42	571	134	622	795	315	38	51	120	122	531	66	244	161	186	312	393	111	101	32	332	4	4	2	0	16	22	61	2	23	109	5724																													
311	39	39	155	0	233	116	544	815	388	39	0	272	39	505	78	116	39	155	116	155	78	39	78	155	116	0	0	78	0	0	78	0	0	116	4892																													
100	0	17	5	0	1055	77	387	423	373	7	5	58	57	636	19	16	4	59	42	68	14	9	16	33	4	8	0	11	2	0	20	10	1	25	3561																													
167	25	69	42	4	465	84	481	564	319	15	85	109	120	940	42	85	86	93	196	359	183	148	85	243	61	39	12	81	0	0	0	3	0	91	5296																													
67	34	9	9	5	230	86	287	229	130	18	24	59	53	276	18	52	34	71	85	175	69	54	28	132	9	6	0	24	9	15	0	0	0	0	2297																													
0	40	19	40	9	430	103	325	216	201	61	16	82	62	519	49	117	38	177	77	154	79	40	90	104	5	5	9	31	0	5	11	4	0	69	3187																													
629	98	38	129	130	1978	316	2239	2093	1318	129	235	800	406	3236	200	502	193	740	360	910	463	466	283	711	161	237	0	486	127	8	30	44	19	0	19714																													
7033	1373	1120	1901	1535	12450	3358	15481	23044	13081	2060	2394	5958	3816	18855	2596	4561	3092	6511	1827	3267	1517	1260	1025	2840	530	501	131	1337	785	349	702	238	129	2821	149466																													
																												149481																																				
																													Média =																																			0,447
3143	615	502	847	688	5566	1501	6918	10304	5848	922	1067	2663	1707	8426	1165	2037	1378	2913																																														
0,447	0,448	0,448	0,446	0,448	0,447	0,447	0,447	0,447	0,447	0,448	0,446	0,447	0,447	0,447	0,447	0,449	0,447	0,446	0,447																																													
5316	1641	1233	398	449	12306	307	1105	1081	856	898	1139	1982	1510	3373	997	1855	1057	2258																																														

APÊNDICE B Volume de passageiros por parada – sentido Saens Peña – General Osório

Estação	Embarque/ hora	Embarque/parada	Desembarque no pico matutino (sentido SPN-IGO)	Desembarque / hora mais carregada	Desembarque / parada	Embarque + Desembarque por parada	t estação (sentido SPN - IGO)	Tipo de Plataforma
Saens Peña	5.316	532	0	0	0	532		Dupla
São Francisco Xavier	1.641	164	42	19	2	166	00:00:20	Simple
Afonso Pena	1.233	123	77	34	3	127	00:00:20	Simple
Estácio	398	40	299	134	13	53	00:00:35	Dupla
Praca Onze	449	45	111	50	5	50	00:00:20	Simple
Central	12.306	1.231	1.757	786	79	1.309	00:00:45	Simple
Presidente Vargas	307	31	898	402	40	71	00:00:20	Simple
Uruguiana	1.105	111	3.894	1.741	174	285	00:00:30	Simple
Carioca	1.081	108	8.212	3.673	367	475	00:00:50	Dupla
Cinelândia	856	86	5.208	2.329	233	319	00:00:30	Simple
Glória	898	90	2.060	921	92	182	00:00:20	Simple
Catete	1.139	114	1.472	658	66	180	00:00:20	Simple
Largo do Machado	1.982	198	2.770	1.239	124	322	00:00:30	Simple
Flamengo	1.510	151	1.959	876	88	239	00:00:25	Simple
Botafogo	3.373	337	8.520	3.810	381	718	00:00:40	Dupla
Arcoverde	997	100	1.917	857	86	185	00:00:25	Simple
Siqueira Campos	1.855	186	2.895	1.295	129	315	00:00:30	Simple
Cantagalo	1.057	106	2.335	1.044	104	210	00:00:20	Simple
General Osório	2.258	226	4.483	2.005	200	426		Dupla

APÊNDICE C Volume de passageiros por parada – sentido General Osório - Saens Peña

Estação	Embarque	Embarque/parada	Desembarque no pico matutino (sentido IGO-SPN)	Desembarque / hora mais carregada	Desembarque / parada	Embarque + Desembarque por parada	t estação (sentido IGO - SPN)	Tipo de Plataforma
General Osório	2.258	226	0	0	0	226		Dupla
Cantagalo	1.057	106	47	21	2	108	00:00:20	Simple
Siqueira Campos	1.855	186	178	80	8	193	00:00:25	Simple
Arcoverde	997	100	27	12	1	101	00:00:20	Simple
Botafogo	3.373	337	1.631	729	73	410	00:00:50	Dupla
Flamengo	1.510	151	702	314	31	182	00:00:20	Simple
Largo do Machado	1.982	198	1.196	535	53	252	00:00:20	Simple
Catete	1.139	114	302	135	14	127	00:00:20	Simple
Glória	898	90	443	198	20	110	00:00:20	Simple
Cinelândia	856	86	3.398	1.520	152	238	00:00:30	Simple
Carioca	1.081	108	7.317	3.272	327	435	00:00:45	Dupla
Uruguaiana	1.105	111	4.840	2.165	216	327	00:00:30	Simple
Presidente Vargas	307	31	1.152	515	52	82	00:00:20	Simple
Central	12.306	1.231	4.278	1.913	191	1.422	00:00:40	Simple
Praça Onze	449	45	1.188	531	53	98	00:00:20	Simple
Estácio	398	40	1.104	494	49	89	00:00:35	Dupla
Afonso Pena	1.233	123	771	345	34	158	00:00:20	Simple
São Francisco Xavier	1.641	164	1.029	460	46	210	00:00:20	Simple
Saens Peña	5.316	532	5.373	2.403	240	772		Dupla

APÊNDICE D Matriz tempo para o cenário atual

Estação	Jd Oceânico	S C	Gávea	Uruguai	SPN	SFX	AFP	ESA	POZ	CTR	PVG	URG	CRC	CNL	GLR	CTT	LMC	FLA	BTF	CAV	SCP	CTG	IGO	N. Sra Paz	Jd Alah	Ant Qental
Jd Oceânico	00:00:00	00:06:00	00:09:19	00:52:33	00:49:57	00:48:01	00:46:33	00:44:11	00:42:40	00:40:18	00:38:59	00:37:34	00:35:37	00:34:15	00:32:24	00:30:56	00:29:16	00:27:34	00:24:53	00:22:21	00:20:37	00:18:42	00:16:19	00:13:42	00:11:28	00:09:23
São Conrado	00:06:00	00:00:00	00:02:40	00:45:54	00:43:18	00:41:22	00:39:54	00:37:32	00:36:01	00:33:39	00:32:20	00:30:55	00:28:58	00:27:36	00:25:45	00:24:17	00:22:37	00:20:55	00:18:14	00:15:42	00:13:58	00:12:03	00:09:40	00:07:03	00:04:49	00:02:44
Gávea	00:09:19	00:02:40	00:00:00	00:45:24	00:42:48	00:40:52	00:39:24	00:37:02	00:35:31	00:33:09	00:31:50	00:30:25	00:28:28	00:27:06	00:25:15	00:23:47	00:22:07	00:20:25	00:17:44	00:15:12	00:13:28	00:11:33	00:09:10	00:06:33	00:04:19	00:02:14
Uruguai	00:52:44	00:46:05	00:45:35	00:00:00	00:01:43	00:04:12	00:05:44	00:07:50	00:09:47	00:11:43	00:13:26	00:14:43	00:16:23	00:18:05	00:20:05	00:21:37	00:23:05	00:24:34	00:26:53	00:30:00	00:31:27	00:33:44	00:35:41	00:38:26	00:40:46	00:42:47
Saens Pena	00:50:08	00:43:29	00:42:59	00:01:43	00:00:00	00:01:36	00:03:08	00:05:14	00:07:11	00:09:07	00:10:50	00:12:07	00:13:47	00:15:29	00:17:29	00:19:01	00:20:29	00:21:58	00:24:17	00:27:24	00:28:51	00:31:08	00:33:05	00:35:50	00:38:10	00:40:11
São Fco Xavier	00:48:12	00:41:33	00:41:03	00:04:12	00:01:36	00:00:00	00:01:12	00:03:18	00:05:15	00:07:11	00:08:54	00:10:11	00:11:51	00:13:33	00:15:33	00:17:05	00:18:33	00:20:02	00:22:21	00:25:28	00:26:55	00:29:12	00:31:09	00:33:54	00:36:14	00:38:15
Afonso Pena	00:46:40	00:40:01	00:39:31	00:05:40	00:03:04	00:01:08	00:00:00	00:01:46	00:03:43	00:05:39	00:07:22	00:08:39	00:10:19	00:12:01	00:14:01	00:15:33	00:17:01	00:18:30	00:20:49	00:23:56	00:25:23	00:27:40	00:29:37	00:32:22	00:34:42	00:36:43
Estácio	00:44:19	00:37:40	00:37:10	00:07:47	00:05:11	00:03:15	00:01:47	00:00:00	00:01:22	00:03:18	00:05:01	00:06:18	00:07:58	00:09:40	00:11:40	00:13:12	00:14:40	00:16:09	00:18:28	00:21:35	00:23:02	00:25:19	00:27:16	00:30:01	00:32:21	00:34:22
Praca Onze	00:42:37	00:35:58	00:35:28	00:09:33	00:06:57	00:05:01	00:03:33	00:01:11	00:00:00	00:01:36	00:03:19	00:04:36	00:06:16	00:07:58	00:09:58	00:11:30	00:12:58	00:14:27	00:16:46	00:19:53	00:21:20	00:23:37	00:25:34	00:28:19	00:30:39	00:32:40
Central	00:40:21	00:30:24	00:33:12	00:11:30	00:08:54	00:06:58	00:05:30	00:03:08	00:01:37	00:00:00	00:01:03	00:02:20	00:04:00	00:05:42	00:07:42	00:09:14	00:10:42	00:12:11	00:14:30	00:17:37	00:19:04	00:21:21	00:23:18	00:26:03	00:28:23	00:30:24
Pres. Vargas	00:38:58	00:32:19	00:31:49	00:13:14	00:10:38	00:08:42	00:07:14	00:04:52	00:03:21	00:00:59	00:00:00	00:00:57	00:02:37	00:04:19	00:06:19	00:07:51	00:09:19	00:10:48	00:13:07	00:16:14	00:17:41	00:19:58	00:21:55	00:24:40	00:27:00	00:29:01
Uruguiana	00:37:31	00:30:52	00:30:22	00:14:29	00:11:53	00:09:57	00:08:29	00:06:07	00:04:36	00:02:14	00:00:55	00:00:00	00:01:10	00:02:52	00:04:52	00:06:24	00:07:52	00:09:21	00:11:40	00:14:47	00:16:14	00:18:31	00:20:28	00:23:13	00:25:33	00:27:34
Carioca	00:35:36	00:28:57	00:28:27	00:16:06	00:13:30	00:11:34	00:10:06	00:07:44	00:06:13	00:03:51	00:02:32	00:01:07	00:00:00	00:00:57	00:02:57	00:04:29	00:05:57	00:07:26	00:09:45	00:12:52	00:14:19	00:16:36	00:18:33	00:21:18	00:23:38	00:25:39
Cinelandia	00:34:09	00:27:30	00:27:00	00:17:48	00:15:12	00:13:16	00:11:48	00:09:26	00:07:55	00:05:33	00:04:14	00:02:49	00:00:52	00:00:00	00:01:30	00:03:02	00:04:30	00:05:59	00:08:18	00:11:25	00:12:52	00:15:09	00:17:06	00:19:51	00:22:11	00:24:12
Glória	00:32:19	00:25:40	00:25:10	00:19:49	00:17:13	00:15:17	00:13:49	00:11:27	00:09:56	00:07:34	00:06:15	00:04:50	00:02:53	00:01:31	00:00:00	00:01:12	00:02:40	00:04:09	00:06:28	00:09:35	00:11:02	00:13:19	00:15:16	00:18:01	00:20:21	00:22:22
Catete	00:30:47	00:24:08	00:23:38	00:21:17	00:18:41	00:16:45	00:15:17	00:12:55	00:11:24	00:09:02	00:07:43	00:06:18	00:04:21	00:02:59	00:01:08	00:00:00	00:01:08	00:02:37	00:04:56	00:08:03	00:09:30	00:11:47	00:13:44	00:16:29	00:18:49	00:20:50
Lgo do Machado	00:29:19	00:22:40	00:22:10	00:22:47	00:20:11	00:18:15	00:16:47	00:14:25	00:12:54	00:10:32	00:09:13	00:07:48	00:05:51	00:04:29	00:02:38	00:01:10	00:00:00	00:01:09	00:03:28	00:06:35	00:08:02	00:10:19	00:12:16	00:15:01	00:17:21	00:19:22
Flamengo	00:27:50	00:21:11	00:20:41	00:24:34	00:21:58	00:20:02	00:18:34	00:16:12	00:14:41	00:12:19	00:11:00	00:09:35	00:07:38	00:06:16	00:04:25	00:02:57	00:01:17	00:00:00	00:01:59	00:05:06	00:06:33	00:08:50	00:10:47	00:13:32	00:15:52	00:17:53
Botafogo	00:25:01	00:18:22	00:17:52	00:27:00	00:24:24	00:22:28	00:21:00	00:18:38	00:17:07	00:14:45	00:13:26	00:12:01	00:10:04	00:08:42	00:06:51	00:05:23	00:03:43	00:02:01	00:00:00	00:02:17	00:03:44	00:06:01	00:07:58	00:10:43	00:13:03	00:15:04
Arcoverde	00:22:24	00:15:45	00:15:15	00:29:47	00:27:11	00:25:15	00:23:47	00:21:25	00:19:54	00:17:32	00:16:13	00:14:48	00:12:51	00:11:29	00:09:38	00:08:10	00:06:30	00:04:48	00:02:07	00:00:00	00:01:07	00:03:24	00:05:21	00:08:06	00:10:26	00:12:27
Siqueira Campos	00:20:52	00:14:13	00:13:43	00:31:26	00:28:50	00:26:54	00:25:26	00:23:04	00:21:33	00:19:11	00:17:52	00:16:27	00:14:30	00:13:08	00:11:17	00:09:49	00:08:09	00:06:27	00:03:46	00:01:14	00:00:00	00:01:52	00:03:49	00:06:34	00:08:54	00:10:55
Cantagalo	00:18:40	00:12:01	00:11:31	00:33:31	00:30:55	00:28:59	00:27:31	00:25:09	00:23:38	00:21:16	00:19:57	00:18:32	00:16:35	00:15:13	00:13:22	00:11:54	00:10:14	00:08:32	00:05:51	00:03:19	00:01:35	00:00:00	00:01:37	00:04:22	00:06:42	00:08:43
General Osório	00:16:19	00:09:40	00:09:10	00:35:30	00:32:54	00:30:58	00:29:30	00:27:08	00:25:37	00:23:15	00:21:56	00:20:31	00:18:34	00:17:12	00:15:21	00:13:53	00:12:13	00:10:31	00:07:50	00:05:18	00:03:34	00:01:39	00:00:00	00:02:01	00:04:21	00:06:22
N. Sra da Paz	00:13:42	00:07:03	00:06:33	00:38:15	00:35:39	00:33:43	00:32:15	00:29:53	00:28:22	00:26:00	00:24:41	00:23:16	00:21:19	00:19:57	00:18:06	00:16:38	00:14:58	00:13:16	00:10:35	00:08:03	00:06:19	00:04:24	00:02:01	00:00:00	00:01:44	00:03:45
Jardim de Alah	00:11:28	00:04:49	00:04:19	00:40:35	00:37:59	00:36:03	00:34:35	00:32:13	00:30:42	00:28:20	00:27:01	00:25:36	00:23:39	00:22:17	00:20:26	00:18:58	00:17:18	00:15:36	00:12:55	00:10:23	00:08:39	00:06:44	00:04:21	00:01:44	00:00:00	00:01:31
Antero de Qental	00:09:23	00:02:44	00:02:14	00:42:36	00:40:00	00:38:04	00:36:36	00:34:14	00:32:43	00:30:21	00:29:02	00:27:37	00:25:40	00:24:18	00:22:27	00:20:59	00:19:19	00:17:37	00:14:56	00:12:24	00:10:40	00:08:45	00:06:22	00:03:45	00:01:31	00:00:00

APÊNDICE E Montagem da matriz tempo para o cenário proposto

Estação	Jd Oceânico		São Conrado		Gávea		Uruguai		Saens Peña		São Francisco Xavier		Afonso Pena		Estácio		Praça XI		Central		Presidente Vargas		Uruguiana		
	Destino	Trajeto →	Via U-Gávea	Via Atual	Via U-Gávea	Via Atual	Via U-Gávea	Via Atual	Via U-Gávea	Via Atual	Via U-Gávea	Via Atual	Via U-Gávea	Via Atual	Via U-Gávea	Via Atual	Via U-Gávea	Via Atual							
Jardim Oceânico		00:00:00	00:00:00	00:06:00	00:06:00	00:09:19	00:09:19	00:15:59	00:52:33	00:18:02	00:49:57	00:20:31	00:48:01	00:22:03	00:46:33	00:24:09	00:44:11	00:26:06	00:42:40	00:28:02	00:40:18	00:29:45	00:38:59	00:31:02	00:37:34
São Conrado		00:06:00	00:06:00	00:00:00	00:00:00	00:02:40	00:02:40	00:09:20	00:45:54	00:11:23	00:43:18	00:13:52	00:41:22	00:15:24	00:39:54	00:17:30	00:37:32	00:19:27	00:36:01	00:21:23	00:33:39	00:23:06	00:32:20	00:24:23	00:30:55
Gávea		00:09:19	00:09:19	00:02:40	00:02:40	00:00:00	00:00:00	00:06:14	00:45:24	00:08:17	00:42:48	00:10:46	00:40:52	00:12:18	00:39:24	00:14:24	00:37:02	00:16:21	00:35:31	00:18:17	00:33:09	00:20:00	00:31:50	00:21:17	00:30:25
Uruguai		00:16:04	00:52:44	00:09:25	00:46:05	00:06:23	00:45:35	00:00:00	00:00:00	00:49:53	00:01:43	00:47:57	00:04:12	00:46:25	00:05:44	00:44:04	00:07:50	00:42:22	00:09:47	00:40:01	00:11:43	00:38:43	00:13:26	00:37:16	00:14:43
Saens Peña		00:18:07	00:50:08	00:11:28	00:43:29	00:08:59	00:42:59	00:50:37	00:01:43	00:00:00	00:00:00	00:50:33	00:01:36	00:49:01	00:03:08	00:46:40	00:05:14	00:44:58	00:07:11	00:42:37	00:09:07	00:41:19	00:10:50	00:39:52	00:12:07
São Francisco Xavier		00:20:36	00:48:12	00:13:57	00:41:33	00:10:55	00:41:03	00:48:08	00:04:12	00:50:11	00:01:36	00:00:00	00:00:00	00:50:57	00:01:12	00:48:36	00:03:18	00:46:54	00:05:15	00:44:33	00:07:11	00:43:15	00:08:54	00:41:48	00:10:11
Afonso Pena		00:22:04	00:46:40	00:15:25	00:40:01	00:12:27	00:39:31	00:46:40	00:05:40	00:48:43	00:03:04	00:51:12	00:01:08	00:00:00	00:50:08	00:01:46	00:48:26	00:03:43	00:46:05	00:05:39	00:44:47	00:07:22	00:43:20	00:08:39	
Estácio		00:24:11	00:44:19	00:17:32	00:37:40	00:14:48	00:37:10	00:44:33	00:07:47	00:46:36	00:05:11	00:49:05	00:03:15	00:50:33	00:01:47	00:00:00	00:00:00	00:50:47	00:01:22	00:48:26	00:03:18	00:47:08	00:05:01	00:45:41	00:06:18
Praça Onze		00:25:57	00:42:37	00:19:18	00:35:58	00:16:30	00:35:28	00:42:47	00:09:33	00:44:50	00:06:57	00:47:19	00:05:01	00:48:47	00:03:33	00:50:54	00:01:11	00:00:00	00:00:00	00:50:08	00:01:36	00:48:50	00:03:19	00:47:23	00:04:36
Central		00:27:54	00:40:21	00:21:15	00:30:24	00:18:46	00:33:12	00:40:50	00:11:30	00:42:53	00:08:54	00:45:22	00:06:58	00:46:50	00:05:30	00:48:57	00:03:08	00:50:43	00:01:37	00:00:00	00:00:00	00:51:06	00:01:03	00:49:39	00:02:20
Presidente Vargas		00:29:38	00:38:58	00:22:59	00:32:19	00:20:09	00:31:49	00:39:06	00:13:14	00:41:09	00:10:38	00:43:38	00:08:42	00:00:00	00:07:14	00:47:13	00:04:52	00:48:59	00:03:21	00:51:01	00:00:59	00:00:00	00:00:00	00:51:02	00:00:57
Uruguiana		00:30:53	00:37:31	00:24:14	00:30:52	00:21:36	00:30:22	00:37:51	00:14:29	00:39:54	00:11:53	00:42:23	00:09:57	00:43:51	00:08:29	00:45:58	00:06:07	00:47:44	00:04:36	00:49:46	00:02:14	00:51:25	00:00:55	00:00:00	00:00:00
Carioca		00:32:30	00:35:36	00:25:51	00:28:57	00:23:31	00:28:27	00:36:14	00:16:06	00:38:17	00:13:30	00:40:46	00:11:34	00:42:14	00:10:06	00:44:21	00:07:44	00:46:07	00:06:13	00:48:09	00:03:51	00:49:48	00:02:32	00:51:03	00:01:07
Cinelandia		00:34:12	00:34:09	00:27:33	00:27:30	00:24:58	00:27:00	00:34:32	00:17:48	00:36:35	00:15:12	00:39:04	00:13:16	00:40:32	00:11:48	00:42:39	00:09:26	00:44:25	00:07:55	00:46:27	00:05:33	00:48:06	00:04:14	00:49:21	00:02:49
Glória		00:36:13	00:32:19	00:29:34	00:25:40	00:26:48	00:25:10	00:32:31	00:19:49	00:34:34	00:17:13	00:37:03	00:15:17	00:38:31	00:13:49	00:40:38	00:11:27	00:42:24	00:09:56	00:44:26	00:07:34	00:46:05	00:06:15	00:47:20	00:04:50
Catete		00:37:41	00:30:47	00:31:02	00:24:08	00:28:20	00:23:38	00:31:03	00:21:17	00:33:06	00:18:41	00:35:35	00:16:45	00:37:03	00:15:17	00:39:10	00:12:55	00:40:56	00:11:24	00:42:58	00:09:02	00:44:37	00:07:43	00:45:52	00:06:18
Largo do Machado		00:39:11	00:29:19	00:32:32	00:22:40	00:29:48	00:22:10	00:29:33	00:22:47	00:31:36	00:20:11	00:34:05	00:18:15	00:35:33	00:16:47	00:37:40	00:14:25	00:39:26	00:12:54	00:41:28	00:10:32	00:43:07	00:09:13	00:44:22	00:07:48
Flamengo		00:40:58	00:27:50	00:34:19	00:21:11	00:31:17	00:20:41	00:27:46	00:24:34	00:29:49	00:21:58	00:32:18	00:20:02	00:33:46	00:18:34	00:35:53	00:16:12	00:37:39	00:14:41	00:39:41	00:12:19	00:41:20	00:11:00	00:42:35	00:09:35
Botafogo		00:43:24	00:25:01	00:36:45	00:18:22	00:34:06	00:17:52	00:25:20	00:27:00	00:27:23	00:24:24	00:29:52	00:22:28	00:31:20	00:21:00	00:33:27	00:18:38	00:35:13	00:17:07	00:37:15	00:14:45	00:38:54	00:13:26	00:40:09	00:12:01
Arcoverde		00:46:11	00:22:24	00:39:32	00:15:45	00:36:43	00:15:15	00:22:33	00:29:47	00:24:36	00:27:11	00:27:05	00:25:15	00:28:33	00:23:47	00:30:40	00:21:25	00:32:26	00:19:54	00:34:28	00:17:32	00:36:07	00:16:13	00:37:22	00:14:48
Siqueira Campos		00:47:50	00:20:52	00:41:11	00:14:13	00:38:15	00:13:43	00:20:54	00:31:26	00:22:57	00:28:50	00:25:26	00:26:54	00:26:54	00:25:26	00:29:01	00:23:04	00:30:47	00:21:33	00:32:49	00:19:11	00:34:28	00:17:52	00:35:43	00:16:27
Cantagalo		00:49:55	00:18:40	00:43:16	00:12:01	00:40:27	00:11:31	00:18:49	00:33:31	00:20:52	00:30:55	00:23:21	00:28:59	00:24:49	00:27:31	00:26:56	00:25:09	00:28:42	00:23:38	00:30:44	00:21:16	00:32:23	00:19:57	00:33:38	00:18:32
General Osório		00:51:54	00:16:19	00:45:15	00:09:40	00:42:48	00:09:10	00:16:50	00:35:30	00:18:53	00:32:54	00:21:22	00:30:58	00:22:50	00:29:30	00:24:57	00:27:08	00:26:43	00:25:37	00:28:45	00:23:15	00:30:24	00:21:56	00:31:39	00:20:31
Nossa Senhora da Paz		00:54:39	00:13:42	00:48:00	00:07:03	00:45:25	00:06:33	00:14:05	00:38:15	00:16:08	00:35:39	00:18:37	00:33:43	00:20:05	00:32:15	00:22:12	00:29:53	00:23:58	00:28:22	00:26:00	00:26:00	00:27:39	00:24:41	00:28:54	00:23:16
Jardim de Alah		00:56:59	00:11:28	00:50:20	00:04:49	00:47:39	00:04:19	00:11:45	00:40:35	00:13:48	00:37:59	00:16:17	00:36:03	00:17:45	00:34:35	00:19:52	00:32:13	00:21:38	00:30:42	00:23:40	00:28:20	00:25:19	00:27:01	00:26:34	00:25:36
Antero de Quental		00:59:00	00:09:23	00:52:21	00:02:44	00:49:44	00:02:14	00:09:44	00:42:36	00:11:47	00:40:00	00:14:16	00:38:04	00:15:44	00:36:36	00:17:51	00:34:14	00:19:37	00:32:43	00:21:39	00:30:21	00:23:18	00:29:02	00:24:33	00:27:37

APÊNDICE F Montagem da matriz tempo para o cenário proposto (continuação)

Estação	Trajeto →	Carioca		Cinelândia		Glória		Catete		Largo do Machado		Flamengo		Botafogo		Cardeal Arcoverde		Siqueira Campos		Cantagalo		General Osório		Nossa Senhora da Paz		Jardim de Alah		Antero de Quental	
		Via U-Gávea	Via Atual	Via U-Gávea	Via Atual	Via U-Gávea	Via Atual	Via U-Gávea	Via Atual	Via U-Gávea	Via Atual	Via U-Gávea	Via Atual	Via U-Gávea	Via Atual	Via U-Gávea	Via Atual	Via U-Gávea	Via Atual	Via U-Gávea	Via Atual	Via U-Gávea	Via Atual						
Jardim Oceânico		00:32:42	00:35:37	00:34:24	00:34:15	00:36:24	00:32:24	00:37:56	00:30:56	00:39:24	00:29:16	00:40:53	00:27:34	00:43:12	00:24:53	00:46:19	00:22:21	00:47:46	00:20:37	00:50:03	00:18:42	00:52:00	00:16:19	00:54:45	00:13:42	00:57:05	00:11:28	00:09:23	00:09:23
São Conrado		00:26:03	00:28:58	00:27:45	00:27:36	00:29:45	00:25:45	00:31:17	00:24:17	00:32:45	00:22:37	00:34:14	00:20:55	00:36:33	00:18:14	00:39:40	00:15:42	00:41:07	00:13:58	00:43:24	00:12:03	00:45:21	00:09:40	00:48:06	00:07:03	00:50:26	00:04:49	00:02:44	00:02:44
Gávea		00:22:57	00:28:28	00:24:39	00:27:06	00:26:39	00:25:15	00:28:11	00:23:47	00:29:39	00:22:07	00:31:08	00:20:25	00:33:27	00:17:44	00:36:34	00:15:12	00:38:01	00:13:28	00:40:18	00:11:33	00:42:15	00:09:10	00:45:00	00:06:33	00:47:20	00:04:19	00:49:21	00:02:14
Uruguai		00:35:16	00:16:23	00:33:54	00:18:05	00:32:04	00:20:05	00:30:32	00:21:37	00:28:54	00:23:05	00:27:30	00:24:34	00:24:56	00:26:53	00:22:04	00:30:00	00:20:32	00:31:27	00:18:25	00:33:44	00:16:04	00:35:41	00:13:27	00:38:26	00:11:13	00:40:46	00:09:08	00:42:47
Saens Pena		00:37:52	00:13:47	00:36:30	00:15:29	00:34:40	00:17:29	00:33:08	00:19:01	00:31:30	00:20:29	00:30:06	00:21:58	00:27:32	00:24:17	00:24:40	00:27:24	00:23:08	00:28:51	00:21:01	00:31:08	00:18:40	00:33:05	00:16:03	00:35:50	00:13:49	00:38:10	00:11:44	00:40:11
São Francisco Xavier		00:39:48	00:11:51	00:38:26	00:13:33	00:36:36	00:15:33	00:35:04	00:17:05	00:33:26	00:18:33	00:32:02	00:20:02	00:29:28	00:22:21	00:26:36	00:25:28	00:25:04	00:26:55	00:22:57	00:29:12	00:20:36	00:31:09	00:17:59	00:33:54	00:15:45	00:36:14	00:13:43	00:38:15
Afonso Pena		00:41:20	00:10:19	00:39:58	00:12:01	00:38:08	00:14:01	00:36:36	00:15:33	00:34:58	00:17:01	00:33:34	00:18:30	00:31:00	00:20:49	00:28:08	00:23:56	00:26:36	00:25:23	00:24:29	00:27:40	00:22:08	00:29:37	00:19:31	00:32:22	00:17:17	00:34:42	00:15:12	00:36:43
Estácio		00:43:41	00:07:58	00:42:19	00:09:40	00:40:29	00:11:40	00:38:57	00:13:12	00:37:19	00:14:40	00:35:55	00:16:09	00:33:21	00:18:28	00:30:29	00:21:35	00:28:57	00:23:02	00:26:50	00:25:19	00:24:29	00:27:16	00:21:52	00:30:01	00:19:38	00:32:21	00:17:33	00:34:22
Praca Onze		00:45:23	00:06:16	00:44:01	00:07:58	00:42:11	00:09:58	00:40:39	00:11:30	00:39:01	00:12:58	00:37:37	00:14:27	00:35:03	00:16:46	00:32:11	00:19:53	00:30:39	00:21:20	00:28:32	00:23:37	00:26:11	00:25:34	00:23:34	00:28:19	00:21:20	00:30:39	00:19:15	00:32:40
Central		00:47:39	00:04:00	00:46:17	00:05:42	00:44:27	00:07:42	00:42:55	00:09:14	00:41:17	00:10:42	00:39:53	00:12:11	00:37:19	00:14:30	00:34:27	00:17:37	00:32:55	00:19:04	00:30:48	00:21:21	00:28:27	00:23:18	00:25:50	00:26:03	00:23:36	00:28:23	00:21:31	00:30:24
Presidente Vargas		00:49:02	00:02:37	00:47:40	00:04:19	00:45:50	00:06:19	00:44:18	00:07:51	00:42:40	00:09:19	00:41:16	00:10:48	00:38:42	00:13:07	00:35:50	00:16:14	00:34:18	00:17:41	00:32:11	00:19:58	00:29:50	00:21:55	00:27:13	00:24:40	00:24:59	00:27:00	00:22:54	00:29:01
Uruguaiana		00:50:29	00:01:10	00:49:07	00:02:52	00:47:17	00:04:52	00:45:45	00:06:24	00:44:07	00:07:52	00:42:43	00:09:21	00:40:09	00:11:40	00:37:17	00:14:47	00:35:45	00:16:14	00:33:38	00:18:31	00:31:17	00:20:28	00:28:40	00:23:13	00:26:26	00:25:33	00:24:21	00:27:34
Carioca		00:00:00	00:00:00	00:51:02	00:00:57	00:49:12	00:02:57	00:47:40	00:04:29	00:46:02	00:05:57	00:44:38	00:07:26	00:42:04	00:09:45	00:39:12	00:12:52	00:37:40	00:14:19	00:35:33	00:16:36	00:33:12	00:18:33	00:30:35	00:21:18	00:28:21	00:23:38	00:26:16	00:25:39
Cinelândia		00:51:03	00:00:52	00:00:00	00:00:00	00:50:39	00:01:30	00:49:07	00:03:02	00:47:29	00:04:30	00:46:05	00:05:59	00:43:31	00:08:18	00:40:39	00:11:25	00:39:07	00:12:52	00:37:00	00:15:09	00:34:39	00:17:06	00:32:02	00:19:51	00:29:48	00:22:11	00:27:43	00:24:12
Glória		00:49:02	00:02:53	00:50:39	00:01:31	00:00:00	00:00:00	00:50:57	00:01:12	00:49:19	00:02:40	00:47:55	00:04:09	00:45:21	00:06:28	00:42:29	00:09:35	00:40:57	00:11:02	00:38:50	00:13:19	00:36:29	00:15:16	00:33:52	00:18:01	00:31:38	00:20:21	00:29:33	00:22:22
Catete		00:47:34	00:04:21	00:49:11	00:02:59	00:51:12	00:01:08	00:00:00	00:00:00	00:50:51	00:01:08	00:49:27	00:02:37	00:46:53	00:04:56	00:44:01	00:08:03	00:42:29	00:09:30	00:40:22	00:11:47	00:38:01	00:13:44	00:35:24	00:16:29	00:33:10	00:18:49	00:31:05	00:20:50
Largo do Machado		00:46:04	00:05:51	00:47:41	00:04:29	00:49:42	00:02:38	00:51:10	00:01:10	00:00:00	00:00:00	00:50:55	00:01:09	00:48:21	00:03:28	00:45:29	00:06:35	00:43:57	00:08:02	00:41:50	00:10:19	00:39:29	00:12:16	00:36:52	00:15:01	00:34:38	00:17:21	00:32:33	00:19:22
Flamengo		00:44:17	00:07:38	00:45:54	00:06:16	00:47:55	00:04:25	00:49:23	00:02:57	00:51:03	00:01:17	00:00:00	00:00:00	00:49:50	00:01:59	00:46:58	00:05:06	00:45:26	00:06:33	00:43:19	00:08:50	00:40:58	00:10:47	00:38:21	00:13:32	00:36:07	00:15:52	00:34:02	00:17:53
Botafogo		00:41:51	00:10:04	00:43:28	00:08:42	00:45:29	00:06:51	00:46:57	00:05:23	00:48:37	00:03:43	00:50:19	00:02:01	00:00:00	00:49:47	00:02:17	00:48:15	00:03:44	00:46:08	00:06:01	00:43:47	00:07:58	00:41:10	00:10:43	00:38:56	00:13:03	00:36:51	00:15:04	
Arcoverde		00:39:04	00:12:51	00:40:41	00:11:29	00:42:42	00:09:38	00:44:10	00:08:10	00:45:50	00:06:30	00:47:32	00:04:48	00:49:43	00:02:07	00:00:00	00:00:00	00:50:52	00:01:07	00:48:45	00:03:24	00:46:24	00:05:21	00:43:47	00:08:06	00:41:33	00:10:26	00:39:28	00:12:27
Siqueira Campos		00:37:25	00:14:30	00:39:02	00:13:08	00:41:03	00:11:17	00:42:31	00:09:49	00:44:11	00:08:09	00:45:53	00:06:27	00:48:04	00:03:46	00:51:06	00:01:14	00:00:00	00:50:17	00:01:52	00:47:56	00:03:49	00:45:19	00:06:34	00:43:05	00:08:54	00:41:00	00:10:55	
Cantagalo		00:35:20	00:16:35	00:36:57	00:15:13	00:38:58	00:13:22	00:40:26	00:11:54	00:42:06	00:10:14	00:43:48	00:08:32	00:45:59	00:05:51	00:49:01	00:03:19	00:50:40	00:01:35	00:00:00	00:00:00	00:50:08	00:01:37	00:47:31	00:04:22	00:45:17	00:06:42	00:43:12	00:08:43
General Osório		00:33:21	00:18:34	00:34:58	00:17:12	00:36:59	00:15:21	00:38:27	00:13:53	00:40:07	00:12:13	00:41:49	00:10:31	00:44:00	00:07:50	00:47:02	00:05:18	00:48:41	00:03:34	00:50:41	00:01:39	00:00:00	00:00:00	00:49:52	00:02:01	00:47:38	00:04:21	00:45:33	00:06:22
Nossa Senhora da Paz		00:30:36	00:21:19	00:32:13	00:19:57	00:34:14	00:18:06	00:35:42	00:16:38	00:37:22	00:14:58	00:39:04	00:13:16	00:41:15	00:10:35	00:44:17	00:08:03	00:45:56	00:06:19	00:47:56	00:04:24	00:49:55	00:02:01	00:00:00	00:00:00	00:50:15	00:01:44	00:48:10	00:03:45
Jardim de Alah		00:28:16	00:23:39	00:29:53	00:22:17	00:31:54	00:20:26	00:33:22	00:18:58	00:35:02	00:17:18	00:36:44	00:15:36	00:38:55	00:12:55	00:41:57	00:10:23	00:43:36	00:08:39	00:45:36	00:06:44	00:47:35	00:04:21	00:50:20	00:01:44	00:00:00	00:00:00	00:50:24	00:01:31
Antero de Quental		00:26:15	00:25:40	00:27:52	00:24:18	00:29:53	00:22:27	00:31:21	00:20:59	00:33:01	00:19:19	00:34:43	00:17:37	00:36:54	00:14:56	00:39:56	00:12:24	00:41:35	00:10:40	00:43:35	00:08:45	00:45:34	00:06:22	00:48:19	00:03:45	00:50:39	00:01:31	00:00:00	00:00:00

APÊNDICE G Matriz tempo para o cenário proposto

Estação	Jd Oceânico	S C	Gávea	Uruguai	SPN	SFX	AFP	ESA	POZ	CTR	PVG	URG	CRC	CNL	GLR	CTT	LMC	FLA	BTF	CAV	SCP	CTG	IGO	N Sra Paz	Jd Alah	Ant Quental
Jardim Oceânico	00:00:00	00:06:00	00:09:19	00:15:59	00:18:02	00:20:31	00:22:03	00:24:09	00:26:06	00:28:02	00:29:45	00:31:02	00:32:42	00:34:24	00:36:24	00:37:56	00:39:24	00:40:53	00:43:12	00:46:19	00:47:46	00:50:03	00:52:00	00:54:45	00:57:05	00:09:23
Jd Oceânico - São Conrado	00:06:00	00:00:00	00:02:40	00:09:20	00:11:23	00:13:52	00:15:24	00:17:30	00:19:27	00:21:23	00:23:06	00:24:23	00:26:03	00:27:45	00:29:45	00:31:17	00:32:45	00:34:14	00:36:33	00:39:40	00:41:07	00:43:24	00:45:21	00:48:06	00:50:26	00:02:44
SC - Gávea	00:09:19	00:02:40	00:00:00	00:06:14	00:08:17	00:10:46	00:12:18	00:14:24	00:16:21	00:18:17	00:20:00	00:21:17	00:22:57	00:24:39	00:26:39	00:28:11	00:29:39	00:31:08	00:33:27	00:36:34	00:38:01	00:40:18	00:42:15	00:45:00	00:47:20	00:49:21
Gávea - Uruguai	00:16:04	00:09:25	00:06:23	00:00:00	00:49:53	00:47:57	00:46:25	00:44:04	00:42:22	00:40:01	00:38:43	00:37:16	00:35:16	00:33:54	00:32:04	00:30:32	00:28:54	00:27:30	00:24:56	00:22:04	00:20:32	00:18:25	00:16:04	00:13:27	00:11:13	00:09:08
Uruguai - Saens Pena	00:18:07	00:11:28	00:08:59	00:50:37	00:00:00	00:50:33	00:49:01	00:46:40	00:44:58	00:42:37	00:41:19	00:39:52	00:37:52	00:36:30	00:34:40	00:33:08	00:31:30	00:30:06	00:27:32	00:24:40	00:23:08	00:21:01	00:18:40	00:16:03	00:13:49	00:11:44
SPN - São Fco Xavier	00:20:36	00:13:57	00:10:55	00:48:08	00:50:11	00:00:00	00:50:57	00:48:36	00:46:54	00:44:33	00:43:15	00:41:48	00:39:48	00:38:26	00:36:36	00:35:04	00:33:26	00:32:02	00:29:28	00:26:36	00:25:04	00:22:57	00:20:36	00:17:59	00:15:45	00:13:43
SFX - Afonso Pena	00:22:04	00:15:25	00:12:27	00:46:40	00:48:43	00:51:12	00:00:00	00:50:08	00:48:26	00:46:05	00:44:47	00:43:20	00:41:20	00:39:58	00:38:08	00:36:36	00:34:58	00:33:34	00:31:00	00:28:08	00:26:36	00:24:29	00:22:08	00:19:31	00:17:17	00:15:12
AFP - Estácio	00:24:11	00:17:32	00:14:48	00:44:33	00:46:36	00:49:05	00:50:33	00:00:00	00:50:47	00:48:26	00:47:08	00:45:41	00:43:41	00:42:19	00:40:29	00:38:57	00:37:19	00:35:55	00:33:21	00:30:29	00:28:57	00:26:50	00:24:29	00:21:52	00:19:38	00:17:33
ESA - Praca Onze	00:25:57	00:19:18	00:16:30	00:42:47	00:44:50	00:47:19	00:48:47	00:50:54	00:00:00	00:50:08	00:48:50	00:47:23	00:45:23	00:44:01	00:42:11	00:40:39	00:39:01	00:37:37	00:35:03	00:32:11	00:30:39	00:28:32	00:26:11	00:23:34	00:21:20	00:19:15
POZ - Central	00:27:54	00:21:15	00:18:46	00:40:50	00:42:53	00:45:22	00:46:50	00:48:57	00:50:43	00:00:00	00:51:06	00:49:39	00:47:39	00:46:17	00:44:27	00:42:55	00:41:17	00:39:53	00:37:19	00:34:27	00:32:55	00:30:48	00:28:27	00:25:50	00:23:36	00:21:31
CTR - Presidente Vargas	00:29:38	00:22:59	00:20:09	00:39:06	00:41:09	00:43:38	00:00:00	00:47:13	00:48:59	00:51:01	00:00:00	00:51:02	00:49:02	00:47:40	00:45:50	00:44:18	00:42:40	00:41:16	00:38:42	00:35:50	00:34:18	00:32:11	00:29:50	00:27:13	00:24:59	00:22:54
PVG - Uruguiana	00:30:53	00:24:14	00:21:36	00:37:51	00:39:54	00:42:23	00:43:51	00:45:58	00:47:44	00:49:46	00:51:25	00:00:00	00:50:29	00:49:07	00:47:17	00:45:45	00:44:07	00:42:43	00:40:09	00:37:17	00:35:45	00:33:38	00:31:17	00:28:40	00:26:26	00:24:21
URG - Carioca	00:32:30	00:25:51	00:23:31	00:36:14	00:38:17	00:40:46	00:42:14	00:44:21	00:46:07	00:48:09	00:49:48	00:51:03	00:00:00	00:51:02	00:49:12	00:47:40	00:46:02	00:44:38	00:42:04	00:39:12	00:37:40	00:35:33	00:33:12	00:30:35	00:28:21	00:26:16
CRC - Cinelândia	00:34:12	00:27:33	00:24:58	00:34:32	00:36:35	00:39:04	00:40:32	00:42:39	00:44:25	00:46:27	00:48:06	00:49:21	00:51:03	00:00:00	00:50:39	00:49:07	00:47:29	00:46:05	00:43:31	00:40:39	00:39:07	00:37:00	00:34:39	00:32:02	00:29:48	00:27:43
CNL - Glória	00:36:13	00:29:34	00:26:48	00:32:31	00:34:34	00:37:03	00:38:31	00:40:38	00:42:24	00:44:26	00:46:05	00:47:20	00:49:02	00:50:39	00:00:00	00:50:57	00:49:19	00:47:55	00:45:21	00:42:29	00:40:57	00:38:50	00:36:29	00:33:52	00:31:38	00:29:33
GLR - Catete	00:37:41	00:31:02	00:28:20	00:31:03	00:33:06	00:35:35	00:37:03	00:39:10	00:40:56	00:42:58	00:44:37	00:45:52	00:47:34	00:49:11	00:51:12	00:00:00	00:50:51	00:49:27	00:46:53	00:44:01	00:42:29	00:40:22	00:38:01	00:35:24	00:33:10	00:31:05
CTT - Largo do Machado	00:39:11	00:32:32	00:29:48	00:29:33	00:31:36	00:34:05	00:35:33	00:37:40	00:39:26	00:41:28	00:43:07	00:44:22	00:46:04	00:47:41	00:49:42	00:51:10	00:00:00	00:50:55	00:48:21	00:45:29	00:43:57	00:41:50	00:39:29	00:36:52	00:34:38	00:32:33
LMC - Flamengo	00:40:58	00:34:19	00:31:17	00:27:46	00:29:49	00:32:18	00:33:46	00:35:53	00:37:39	00:39:41	00:41:20	00:42:35	00:44:17	00:45:54	00:47:55	00:49:23	00:51:03	00:00:00	00:49:50	00:46:58	00:45:26	00:43:19	00:40:58	00:38:21	00:36:07	00:34:02
FLA - Botafogo	00:43:24	00:36:45	00:34:06	00:25:20	00:27:23	00:29:52	00:31:20	00:33:27	00:35:13	00:37:15	00:38:54	00:40:09	00:41:51	00:43:28	00:45:29	00:46:57	00:48:37	00:50:19	00:00:00	00:49:47	00:48:15	00:46:08	00:43:47	00:41:10	00:38:56	00:36:51
BTF - Arcoverde	00:46:11	00:39:32	00:36:43	00:22:33	00:24:36	00:27:05	00:28:33	00:30:40	00:32:26	00:34:28	00:36:07	00:37:22	00:39:04	00:40:41	00:42:42	00:44:10	00:45:50	00:47:32	00:49:43	00:00:00	00:50:52	00:48:45	00:46:24	00:43:47	00:41:33	00:39:28
CAV - Siqueira Campos	00:47:50	00:41:11	00:38:15	00:20:54	00:22:57	00:25:26	00:26:54	00:29:01	00:30:47	00:32:49	00:34:28	00:35:43	00:37:25	00:39:02	00:41:03	00:42:31	00:44:11	00:45:53	00:48:04	00:51:06	00:00:00	00:50:17	00:47:56	00:45:19	00:43:05	00:41:00
SCP - Cantagalo	00:49:55	00:43:16	00:40:27	00:18:49	00:20:52	00:23:21	00:24:49	00:26:56	00:28:42	00:30:44	00:32:23	00:33:38	00:35:20	00:36:57	00:38:58	00:40:26	00:42:06	00:43:48	00:45:59	00:49:01	00:50:40	00:00:00	00:50:08	00:47:31	00:45:17	00:43:12
CTG - General Osório	00:51:54	00:45:15	00:42:48	00:16:50	00:18:53	00:21:22	00:22:50	00:24:57	00:26:43	00:28:45	00:30:24	00:31:39	00:33:21	00:34:58	00:36:59	00:38:27	00:40:07	00:41:49	00:44:00	00:47:02	00:48:41	00:50:41	00:00:00	00:49:52	00:47:38	00:45:33
IGO - Nossa Senhora da Paz	00:54:39	00:48:00	00:45:25	00:14:05	00:16:08	00:18:37	00:20:05	00:22:12	00:23:58	00:26:00	00:27:39	00:28:54	00:30:36	00:32:13	00:34:14	00:35:42	00:37:22	00:39:04	00:41:15	00:44:17	00:45:56	00:47:56	00:49:55	00:00:00	00:50:15	00:48:10
N Sra Paz - Jardim de Alah	00:56:59	00:50:20	00:47:39	00:11:45	00:13:48	00:16:17	00:17:45	00:19:52	00:21:38	00:23:40	00:25:19	00:26:34	00:28:16	00:29:53	00:31:54	00:33:22	00:35:02	00:36:44	00:38:55	00:41:57	00:43:36	00:45:36	00:47:35	00:50:20	00:00:00	00:50:24
Jd Alah - Antero de Quental	00:59:00	00:52:21	00:49:44	00:09:44	00:11:47	00:14:16	00:15:44	00:17:51	00:19:37	00:21:39	00:23:18	00:24:33	00:26:15	00:27:52	00:29:53	00:31:21	00:33:01	00:34:43	00:36:54	00:39:56	00:41:35	00:43:35	00:45:34	00:48:19	00:50:39	00:00:00

APÊNDICE H Rota preferencial entre o cenário atual e o proposto

Estação	Jd Oceânico			São Conrado			Gávea			Uruguai			Saens Peña			São Francisco Xavier			
	Trajetos →	Via U-Gávea	Via Atual	Carregamento	Via U-Gávea	Via Atual	Carregamento												
Jardim Oceânico		00:00:00	00:00:00		00:06:00	00:06:00		00:09:19	00:09:19		00:15:59	00:52:33		00:18:02	00:49:57	6 X 113	00:20:31	00:48:01	6 X 30
São Conrado		00:06:00	00:06:00		00:00:00	00:00:00		00:02:40	00:02:40		00:09:20	00:45:54		00:11:23	00:43:18	6 X 31	00:13:52	00:41:22	6 X 5
Gávea		00:09:19	00:09:19		00:02:40	00:02:40		00:00:00	00:00:00		00:06:14	00:45:24		00:08:17	00:42:48	6 X 45	00:10:46	00:40:52	6 X 53
Uruguai		00:16:04	00:52:44		00:09:25	00:46:05		00:06:23	00:45:35		00:00:00	00:00:00		00:49:53	00:01:43		00:47:57	00:04:12	
Saens Peña		00:18:07	00:50:08	6 X 815	00:11:28	00:43:29	6 X 36	00:08:59	00:42:59	6 X 7	00:50:37	00:01:43		00:00:00	00:00:00		00:50:33	00:01:36	
São Francisco Xavier		00:20:36	00:48:12	6 X 179	00:13:57	00:41:33	6 X 5	00:10:55	00:41:03	6 X 1	00:48:08	00:04:12		00:50:11	00:01:36		00:00:00	00:00:00	
Afonso Pena		00:22:04	00:46:40	6 X 80	00:15:25	00:40:01	6 X 38	00:12:27	00:39:31	6 X 6	00:46:40	00:05:40		00:48:43	00:03:04		00:51:12	00:01:08	
Estácio		00:24:11	00:44:19	6 X 76	00:17:32	00:37:40	6 X 7	00:14:48	00:37:10	6 X 0	00:44:33	00:07:47		00:46:36	00:05:11		00:49:05	00:03:15	
Praca Onze		00:25:57	00:42:37	6 X 409	00:19:18	00:35:58	6 X 0	00:16:30	00:35:28	6 X 8	00:42:47	00:09:33		00:44:50	00:06:57		00:47:19	00:05:01	
Central		00:27:54	00:40:21	6 X 2.150	00:21:15	00:30:24	6 X 29	00:18:46	00:33:12	6 X 31	00:40:50	00:11:30		00:42:53	00:08:54		00:45:22	00:06:58	
Presidente Vargas		00:29:38	00:38:58	6 X 623	00:22:59	00:32:19	6 X 1	00:20:09	00:31:49	6 X 9	00:39:06	00:13:14		00:41:09	00:10:38		00:43:38	00:08:42	
Uruguaiana		00:30:53	00:37:31	6 X 741	00:24:14	00:30:52	6 X 50	00:21:36	00:30:22	6 X 11	00:37:51	00:14:29		00:39:54	00:11:53		00:42:23	00:09:57	
Carioca		00:32:30	00:35:36	6 x 3.175	00:25:51	00:28:57	6 X 33	00:23:31	00:28:27	6 X 22	00:36:14	00:16:06		00:38:17	00:13:30		00:40:46	00:11:34	
Cinelândia		00:34:12	00:34:09		00:27:33	00:27:30		00:24:58	00:27:00	6 X 2	00:34:32	00:17:48		00:36:35	00:15:12		00:39:04	00:13:16	
Glória		00:36:13	00:32:19		00:29:34	00:25:40		00:26:48	00:25:10		00:32:31	00:19:49		00:34:34	00:17:13		00:37:03	00:15:17	
Catete		00:37:41	00:30:47		00:31:02	00:24:08		00:28:20	00:23:38		00:31:03	00:21:17		00:33:06	00:18:41		00:35:35	00:16:45	
Largo do Machado		00:39:11	00:29:19		00:32:32	00:22:40		00:29:48	00:22:10		00:29:33	00:22:47		00:31:36	00:20:11		00:34:05	00:18:15	
Flamengo		00:40:58	00:27:50		00:34:19	00:21:11		00:31:17	00:20:41		00:27:46	00:24:34		00:29:49	00:21:58		00:32:18	00:20:02	
Botafogo		00:43:24	00:25:01		00:36:45	00:18:22		00:34:06	00:17:52		00:25:20	00:27:00		00:27:23	00:24:24		00:29:52	00:22:28	
Arcoverde		00:46:11	00:22:24		00:39:32	00:15:45		00:36:43	00:15:15		00:22:33	00:29:47		00:24:36	00:27:11	676	00:27:05	00:25:15	
Siqueira Campos		00:47:50	00:20:52		00:41:11	00:14:13		00:38:15	00:13:43		00:20:54	00:31:26		00:22:57	00:28:50	1.061	00:25:26	00:26:54	328
Cantagalo		00:49:55	00:18:40		00:43:16	00:12:01		00:40:27	00:11:31		00:18:49	00:33:31		00:20:52	00:30:55	686	00:23:21	00:28:59	183
General Osório		00:51:54	00:16:19		00:45:15	00:09:40		00:42:48	00:09:10		00:16:50	00:35:30		00:18:53	00:32:54	1.578	00:21:22	00:30:58	271
Nossa Senhora da Paz		00:54:39	00:13:42		00:48:00	00:07:03		00:45:25	00:06:33		00:14:05	00:38:15		00:16:08	00:35:39	6 X 44	00:18:37	00:33:43	6 X 0
Jardim de Alah		00:56:59	00:11:28		00:50:20	00:04:49		00:47:39	00:04:19		00:11:45	00:40:35		00:13:48	00:37:59	6 X 26	00:16:17	00:36:03	6 X 0
Antero de Quental		00:59:00	00:09:23		00:52:21	00:02:44		00:49:44	00:02:14		00:09:44	00:42:36		00:11:47	00:40:00	6 X 108	00:14:16	00:38:04	6 X 0

APÊNDICE H – Rota preferencial entre o cenário atual e o proposto (continuação)

Estação	Afonso Pena			Estácio			Praça XI			Central			Presidente Vargas			Uruguiana		
	Trajetos →	Via U-Gávea	Via Atual	Carregamento	Via U-Gávea	Via Atual	Carregamento	Via U-Gávea	Via Atual									
Jardim Oceânico	00:22:03	00:46:33	6 X 65	00:24:09	00:44:11	6 X 77	00:26:06	00:42:40	6 X 69	00:28:02	00:40:18	6 X 1698	00:29:45	00:38:59	6 X 70	00:31:02	00:37:34	6 X 16
São Conrado	00:15:24	00:39:54	6 X 9	00:17:30	00:37:32	6 X 7	00:19:27	00:36:01	6 X 0	00:21:23	00:33:39	6 X 51	00:23:06	00:32:20	6 X 1	00:24:23	00:30:55	6 X 0
Gávea	00:12:18	00:39:24	6 X 149	00:14:52	00:37:02	6 X 22	00:16:49	00:35:31	6 X 0	00:18:51	00:33:09	6 X 337	00:20:30	00:31:50	6 X 5	00:21:45	00:30:25	6 X 1
Uruguai	00:46:25	00:05:44		00:44:04	00:07:50		00:42:22	00:09:47		00:40:01	00:11:43		00:38:43	00:13:26		00:37:16	00:14:43	
Saens Pena	00:49:01	00:03:08		00:46:40	00:05:14		00:44:58	00:07:11		00:42:37	00:09:07		00:41:19	00:10:50		00:39:52	00:12:07	
São Francisco Xavier	00:50:57	00:01:12		00:48:36	00:03:18		00:46:54	00:05:15		00:44:33	00:07:11		00:43:15	00:08:54		00:41:48	00:10:11	
Afonso Pena	00:00:00	00:00:00		00:50:08	00:01:46		00:48:26	00:03:43		00:46:05	00:05:39		00:44:47	00:07:22		00:43:20	00:08:39	
Estácio	00:50:33	00:01:47		00:00:00	00:00:00		00:50:47	00:01:22		00:48:26	00:03:18		00:47:08	00:05:01		00:45:41	00:06:18	
Praça Onze	00:48:47	00:03:33		00:50:54	00:01:11		00:00:00	00:00:00		00:50:08	00:01:36		00:48:50	00:03:19		00:47:23	00:04:36	
Central	00:46:50	00:05:30		00:48:57	00:03:08		00:50:43	00:01:37		00:00:00	00:00:00		00:51:06	00:01:03		00:49:39	00:02:20	
Presidente Vargas	00:00:00	00:07:14		00:47:13	00:04:52		00:48:59	00:03:21		00:51:01	00:00:59		00:00:00	00:00:00		00:51:02	00:00:57	
Uruguiana	00:43:51	00:08:29		00:45:58	00:06:07		00:47:44	00:04:36		00:49:46	00:02:14		00:51:25	00:00:55		00:00:00	00:00:00	
Carioca	00:42:14	00:10:06		00:44:21	00:07:44		00:46:07	00:06:13		00:48:09	00:03:51		00:49:48	00:02:32		00:51:03	00:01:07	
Cinelândia	00:40:32	00:11:48		00:42:39	00:09:26		00:44:25	00:07:55		00:46:27	00:05:33		00:48:06	00:04:14		00:49:21	00:02:49	
Glória	00:38:31	00:13:49		00:40:38	00:11:27		00:42:24	00:09:56		00:44:26	00:07:34		00:46:05	00:06:15		00:47:20	00:04:50	
Catete	00:37:03	00:15:17		00:39:10	00:12:55		00:40:56	00:11:24		00:42:58	00:09:02		00:44:37	00:07:43		00:45:52	00:06:18	
Largo do Machado	00:35:33	00:16:47		00:37:40	00:14:25		00:39:26	00:12:54		00:41:28	00:10:32		00:43:07	00:09:13		00:44:22	00:07:48	
Flamengo	00:33:46	00:18:34		00:35:53	00:16:12		00:37:39	00:14:41		00:39:41	00:12:19		00:41:20	00:11:00		00:42:35	00:09:35	
Botafogo	00:31:20	00:21:00		00:33:27	00:18:38		00:35:13	00:17:07		00:37:15	00:14:45		00:38:54	00:13:26		00:40:09	00:12:01	
Arcoverde	00:28:33	00:23:47		00:30:40	00:21:25		00:32:26	00:19:54		00:34:28	00:17:32		00:36:07	00:16:13		00:37:22	00:14:48	
Siqueira Campos	00:26:54	00:25:26		00:29:01	00:23:04		00:30:47	00:21:33		00:32:49	00:19:11		00:34:28	00:17:52		00:35:43	00:16:27	
Cantagalo	00:24:49	00:27:31	179	00:26:56	00:25:09		00:28:42	00:23:38		00:30:44	00:21:16		00:32:23	00:19:57		00:33:38	00:18:32	
General Osório	00:22:50	00:29:30	361	00:24:57	00:27:08	226	00:26:43	00:25:37		00:28:45	00:23:15		00:30:24	00:21:56		00:31:39	00:20:31	
Nossa Senhora da Paz	00:20:05	00:32:15	6 X 3	00:22:12	00:29:53	6 X 35	00:23:58	00:28:22	6 X 0	00:26:00	00:26:00		00:27:39	00:24:41		00:28:54	00:23:16	
Jardim de Alah	00:17:45	00:34:35	6 X 5	00:19:52	00:32:13	6 X 39	00:21:38	00:30:42	6 X 2	00:23:40	00:28:20	6 X 424	00:25:19	00:27:01	6 X 0	00:26:34	00:25:36	
Antero de Quental	00:15:44	00:36:36	6 X 16	00:17:51	00:34:14	6 X 114	00:19:37	00:32:43	6 X 9	00:21:39	00:30:21	6 X 1220	00:23:18	00:29:02	6 X 1	00:24:33	00:27:37	6 X 1

APÊNDICE H – Rota preferencial entre o cenário atual e o proposto (continuação)

Estação	Carioca			Cinelândia			Glória			Catete			Largo do Machado			Flamengo			Botafogo				
	Trajetos →	Via U-Gávea	Via Atual	Carregamento	Via U-Gávea	Via Atual	Carregamento	Via U-Gávea	Via Atual	Carregamento	Via U-Gávea	Via Atual	Carregamento										
Jardim Oceânico	00:32:42	00:35:37	6 X 56	00:34:24	00:34:15		00:36:24	00:32:24		00:37:56	00:30:56		00:39:24	00:29:16		00:40:53	00:27:34		00:43:12	00:24:53			
São Conrado	00:26:03	00:28:58	6 X 1	00:27:45	00:27:36		00:29:45	00:25:45		00:31:17	00:24:17		00:32:45	00:22:37		00:34:14	00:20:55		00:36:33	00:18:14			
Gávea	00:23:27	00:28:28	6 X 1	00:25:04	00:27:06	6 X 17	00:27:05	00:25:15		00:28:33	00:23:47		00:30:13	00:22:07		00:52:20	00:20:25		00:34:06	00:17:44			
Uruguai	00:35:16	00:16:23		00:33:54	00:18:05		00:32:04	00:20:05		00:30:32	00:21:37		00:28:54	00:23:05		00:27:30	00:24:34		00:24:56	00:26:53	Desconhecido		
Saens Pena	00:37:52	00:13:47		00:36:30	00:15:29		00:34:40	00:17:29		00:33:08	00:19:01		00:31:30	00:20:29		00:30:06	00:21:58		00:27:32	00:24:17			
São Francisco Xavier	00:39:48	00:11:51		00:38:26	00:13:33		00:36:36	00:15:33		00:35:04	00:17:05		00:33:26	00:18:33		00:32:02	00:20:02		00:29:28	00:22:21			
Afonso Pena	00:41:20	00:10:19		00:39:58	00:12:01		00:38:08	00:14:01		00:36:36	00:15:33		00:34:58	00:17:01		00:33:34	00:18:30		00:31:00	00:20:49			
Estácio	00:43:41	00:07:58		00:42:19	00:09:40		00:40:29	00:11:40		00:38:57	00:13:12		00:37:19	00:14:40		00:35:55	00:16:09		00:33:21	00:18:28			
Praca Onze	00:45:23	00:06:16		00:44:01	00:07:58		00:42:11	00:09:58		00:40:39	00:11:30		00:39:01	00:12:58		00:37:37	00:14:27		00:35:03	00:16:46			
Central	00:47:39	00:04:00		00:46:17	00:05:42		00:44:27	00:07:42		00:42:55	00:09:14		00:41:17	00:10:42		00:39:53	00:12:11		00:37:19	00:14:30			
Presidente Vargas	00:49:02	00:02:37		00:47:40	00:04:19		00:45:50	00:06:19		00:44:18	00:07:51		00:42:40	00:09:19		00:41:16	00:10:48		00:38:42	00:13:07			
Uruguiana	00:50:29	00:01:10		00:49:07	00:02:52		00:47:17	00:04:52		00:45:45	00:06:24		00:44:07	00:07:52		00:42:43	00:09:21		00:40:09	00:11:40			
Carioca	00:00:00	00:00:00		00:51:02	00:00:57		00:49:12	00:02:57		00:47:40	00:04:29		00:46:02	00:05:57		00:44:38	00:07:26		00:42:04	00:09:45			
Cinelandia	00:51:03	00:00:52		00:00:00	00:00:00		00:50:39	00:01:30		00:49:07	00:03:02		00:47:29	00:04:30		00:46:05	00:05:59		00:43:31	00:08:18			
Glória	00:49:02	00:02:53		00:50:39	00:01:31		00:00:00	00:00:00		00:50:57	00:01:12		00:49:19	00:02:40		00:47:55	00:04:09		00:45:21	00:06:28			
Catete	00:47:34	00:04:21		00:49:11	00:02:59		00:51:12	00:01:08		00:00:00	00:00:00		00:50:51	00:01:08		00:49:27	00:02:37		00:46:53	00:04:56			
Largo do Machado	00:46:04	00:05:51		00:47:41	00:04:29		00:49:42	00:02:38		00:51:10	00:01:10		00:00:00	00:00:00		00:50:55	00:01:09		00:48:21	00:03:28			
Flamengo	00:44:17	00:07:38		00:45:54	00:06:16		00:47:55	00:04:25		00:49:23	00:02:57		00:51:03	00:01:17		00:00:00	00:00:00		00:49:50	00:01:59			
Botafogo	00:41:51	00:10:04		00:43:28	00:08:42		00:45:29	00:06:51		00:46:57	00:05:23		00:48:37	00:03:43		00:50:19	00:02:01		00:00:00	00:00:00			
Arcoverde	00:39:04	00:12:51		00:40:41	00:11:29		00:42:42	00:09:38		00:44:10	00:08:10		00:45:50	00:06:30		00:47:32	00:04:48		00:49:43	00:02:07			
Siqueira Campos	00:37:25	00:14:30		00:39:02	00:13:08		00:41:03	00:11:17		00:42:31	00:09:49		00:44:11	00:08:09		00:45:53	00:06:27		00:48:04	00:03:46			
Cantagalo	00:35:20	00:16:35		00:36:57	00:15:13		00:38:58	00:13:22		00:40:26	00:11:54		00:42:06	00:10:14		00:43:48	00:08:32		00:45:59	00:05:51			
General Osório	00:33:21	00:18:34		00:34:58	00:17:12		00:36:59	00:15:21		00:38:27	00:13:53		00:40:07	00:12:13		00:41:49	00:10:31		00:44:00	00:07:50			
Nossa Senhora da Paz	00:30:36	00:21:19		00:32:13	00:19:57		00:34:14	00:18:06		00:35:42	00:16:38		00:37:22	00:14:58		00:39:04	00:13:16		00:41:15	00:10:35			
Jardim de Alah	00:28:16	00:23:39		00:29:53	00:22:17		00:31:54	00:20:26		00:33:22	00:18:58		00:35:02	00:17:18		00:36:44	00:15:36		00:38:55	00:12:55			
Antero de Quental	00:26:15	00:25:40		00:27:52	00:24:18		00:29:53	00:22:27		00:31:21	00:20:59		00:33:01	00:19:19		00:34:43	00:17:37		00:36:54	00:14:56			

APÊNDICE H – Rota preferencial entre o cenário atual e o proposto (continuação)

Estação	Cardeal Arcoverde			Siqueira Campos			Cantagalo			General Osório			Nossa Senhora da Paz			Jardim de Alah			Antero de Quental			
	Trajetos →	Via U-Gávea	Via Atual	Carregamento	Via U-Gávea	Via Atual	Carregamento	Via U-Gávea	Via Atual	Carregamento	Via U-Gávea	Via Atual	Carregamento	Via U-Gávea	Via Atual	Carregamento	Via U-GávCa	Via Atual	Carregamento	Via U-GávCa	Via Atual	Carregamento
Jardim Oceânico		00:46:19	00:22:21		00:47:46	00:20:37		00:50:03	00:18:42		00:52:00	00:16:19		00:54:45	00:13:42		00:57:05	00:11:28		00:09:23	00:09:23	
São Conrado		00:39:40	00:15:42		00:41:07	00:13:58		00:43:24	00:12:03		00:45:21	00:09:40		00:48:06	00:07:03		00:50:26	00:04:49		00:02:44	00:02:44	
Gávea		00:37:08	00:15:12		00:38:47	00:13:28		00:40:47	00:11:33		00:42:46	00:09:10		00:45:31	00:06:33		00:47:51	00:04:19		00:49:52	00:02:14	
Uruguai		00:22:04	00:30:00	Desconhecido	00:20:32	00:31:27	Desconhecido	00:18:25	00:33:44	Desconhecido	00:16:04	00:35:41	Desconhecido	00:13:27	00:38:26	Desconhecido	00:11:13	00:40:46	Desconhecido	00:09:08	00:42:47	Desconhecido
Saens Pena		00:24:40	00:27:24	636	00:23:08	00:28:51	1.760	00:21:01	00:31:08	846	00:18:40	00:33:05	2.268	00:16:03	00:35:50	6 X 95	00:13:49	00:38:10	6 X 6	00:11:44	00:40:11	6 X 23
São Francisco Xavier		00:26:36	00:25:28		00:25:04	00:26:55	278	00:22:57	00:29:12	228	00:20:36	00:31:09	409	00:17:59	00:33:54	6 X 0	00:15:45	00:36:14	6 X 0	00:13:43	00:38:15	6 X 0
Afonso Pena		00:28:08	00:23:56		00:26:36	00:25:23		00:24:29	00:27:40	161	00:22:08	00:29:37	341	00:19:31	00:32:22	6 X 17	00:17:17	00:34:42	6 X 160	00:15:12	00:36:43	6 X 9
Estácio		00:30:29	00:21:35		00:28:57	00:23:02		00:26:50	00:25:19		00:24:29	00:27:16	354	00:21:52	00:30:01	6 X 27	00:19:38	00:32:21	6 X 0	00:17:33	00:34:22	6 X 0
Praca Onze		00:32:11	00:19:53		00:30:39	00:21:20		00:28:32	00:23:37		00:26:11	00:25:34		00:23:34	00:28:19	6 X 25	00:21:20	00:30:39	6 X 16	00:19:15	00:32:40	6 X 0
Central		00:34:27	00:17:37		00:32:55	00:19:04		00:30:48	00:21:21		00:28:27	00:23:18		00:25:50	00:26:03		00:23:36	00:28:23	6 X 4	00:21:31	00:30:24	6 X 11
Presidente Vargas		00:35:50	00:16:14		00:34:18	00:17:41		00:32:11	00:19:58		00:29:50	00:21:55		00:27:13	00:24:40		00:24:59	00:27:00	6 X 28	00:22:54	00:29:01	6 X 55
Uruguiana		00:37:17	00:14:47		00:35:45	00:16:14		00:33:38	00:18:31		00:31:17	00:20:28		00:28:40	00:23:13		00:26:26	00:25:33		00:24:21	00:27:34	6 X 24
Carioca		00:39:12	00:12:52		00:37:40	00:14:19		00:35:33	00:16:36		00:33:12	00:18:33		00:30:35	00:21:18		00:28:21	00:23:38		00:26:16	00:25:39	
Cinelandia		00:40:39	00:11:25		00:39:07	00:12:52		00:37:00	00:15:09		00:34:39	00:17:06		00:32:02	00:19:51		00:29:48	00:22:11		00:27:43	00:24:12	
Glória		00:42:29	00:09:35		00:40:57	00:11:02		00:38:50	00:13:19		00:36:29	00:15:16		00:33:52	00:18:01		00:31:38	00:20:21		00:29:33	00:22:22	
Catete		00:44:01	00:08:03		00:42:29	00:09:30		00:40:22	00:11:47		00:38:01	00:13:44		00:35:24	00:16:29		00:33:10	00:18:49		00:31:05	00:20:50	
Largo do Machado		00:45:29	00:06:35		00:43:57	00:08:02		00:41:50	00:10:19		00:39:29	00:12:16		00:36:52	00:15:01		00:34:38	00:17:21		00:32:33	00:19:22	
Flamengo		00:46:58	00:05:06		00:45:26	00:06:33		00:43:19	00:08:50		00:40:58	00:10:47		00:38:21	00:13:32		00:36:07	00:15:52		00:34:02	00:17:53	
Botafogo		00:49:47	00:02:17		00:48:15	00:03:44		00:46:08	00:06:01		00:43:47	00:07:58		00:41:10	00:10:43		00:38:56	00:13:03		00:36:51	00:15:04	
Arcoverde		00:00:00	00:00:00		00:50:52	00:01:07		00:48:45	00:03:24		00:46:24	00:05:21		00:43:47	00:08:06		00:41:33	00:10:26		00:39:28	00:12:27	
Siqueira Campos		00:51:06	00:01:14		00:00:00	00:00:00		00:50:17	00:01:52		00:47:56	00:03:49		00:45:19	00:06:34		00:43:05	00:08:54		00:41:00	00:10:55	
Cantagalo		00:49:01	00:03:19		00:50:40	00:01:35		00:50:00	00:00:00		00:50:08	00:01:37		00:47:31	00:04:22		00:45:17	00:06:42		00:43:12	00:08:43	
General Osório		00:47:02	00:05:18		00:48:41	00:03:34		00:50:41	00:01:39		00:00:00	00:00:00		00:49:52	00:02:01		00:47:38	00:04:21		00:45:33	00:06:22	
Nossa Senhora da Paz		00:44:17	00:08:03		00:45:56	00:06:19		00:47:56	00:04:24		00:49:55	00:02:01		00:00:00	00:00:00		00:50:15	00:01:44		00:48:10	00:03:45	
Jardim de Alah		00:41:57	00:10:23		00:43:36	00:08:39		00:45:36	00:06:44		00:47:35	00:04:21		00:50:20	00:01:44		00:00:00	00:00:00		00:50:24	00:01:31	
Antero de Quental		00:39:56	00:12:24		00:41:35	00:10:40		00:43:35	00:08:45		00:45:34	00:06:22		00:48:19	00:03:45		00:50:39	00:01:31		00:00:00	00:00:00	

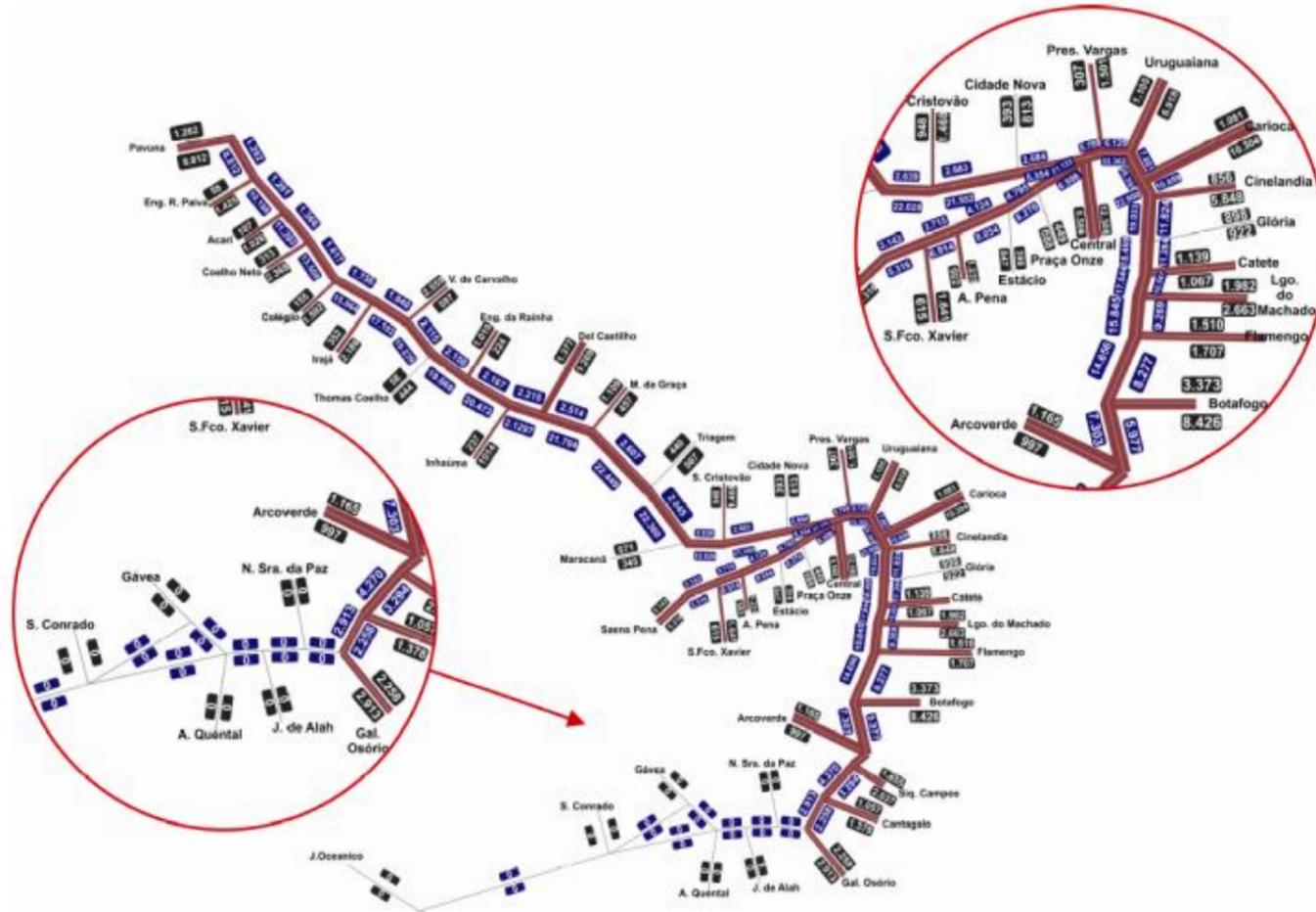
APÊNDICE I Cálculo das Horas Improdutivas

Estação	U-Gávea	Atual	Pax	Multiplicador (M)	Δ t	pax X M	Horas/dia													
Jd Oceânico	00:16:04	00:52:44	0	1	00:36:40	0	0:00:00													
	00:18:07	00:50:08	815	6	00:32:01	4.890	2609:21:30													
	00:20:36	00:48:12	179	6	00:27:36	1.074	494:02:24													
	00:22:04	00:46:40	80	6	00:24:36	480	196:48:00													
	00:24:11	00:44:19	76	6	00:20:08	456	153:00:48													
	00:25:57	00:42:37	409	6	00:16:40	2.454	681:40:00													
	00:27:54	00:40:21	2.150	6	00:12:27	12.900	2676:45:00													
	00:29:38	00:38:58	623	6	00:09:20	3.738	581:28:00													
	00:30:53	00:37:31	741	6	00:06:38	4.446	491:31:48													
00:32:30	00:35:36	3.175	6	00:03:06	19.050	984:15:00														
São Conrado	00:09:25	00:46:05	0	1	00:36:40	0	0:00:00													
	00:11:28	00:43:29	36	6	00:32:01	216	115:15:36													
	00:13:57	00:41:33	5	6	00:27:36	30	13:48:00													
	00:15:25	00:40:01	38	6	00:24:36	228	93:28:48													
	00:17:32	00:37:40	7	6	00:20:08	42	14:05:36													
	00:19:18	00:35:58	0	6	00:16:40	0	0:00:00													
	00:21:15	00:30:24	29	6	00:09:09	174	26:32:06													
	00:22:59	00:32:19	1	6	00:09:20	6	0:56:00													
	00:24:14	00:30:52	50	6	00:06:38	300	33:10:00													
Gávea	00:25:51	00:28:57	33	6	00:03:06	198	10:13:48													
	00:06:23	00:45:35	0	1	00:39:12	0	0:00:00													
	00:08:59	00:42:59	7	6	00:34:00	42	23:48:00													
	00:10:55	00:41:03	1	6	00:30:08	6	3:00:48													
	00:12:27	00:39:31	6	6	00:27:04	36	16:14:24													
	00:14:48	00:37:10	0	6	00:22:22	0	0:00:00													
	00:16:30	00:35:28	8	6	00:18:58	48	15:10:24													
	00:18:46	00:33:12	31	6	00:14:26	186	44:44:36													
	00:20:09	00:31:49	9	6	00:11:40	54	10:30:00													
URUGUAI	00:21:36	00:30:22	11	6	00:08:46	66	9:38:36													
	00:23:31	00:28:27	22	6	00:04:56	132	10:51:12													
	00:24:58	00:27:00	2	6	00:02:02	12	0:24:24													
	00:15:59	00:52:33					0													
	00:09:20	00:45:54					0													
	00:06:14	00:45:24					0													
	00:25:20	00:27:00					0													
	00:22:33	00:29:47					0													
	00:20:54	00:31:26					0													
Saens Peña	00:18:49	00:33:31					0													
	00:16:50	00:35:30					0													
	00:14:05	00:38:15					0													
	00:11:45	00:40:35					0													
	00:09:44	00:42:36					0													
	00:18:02	00:49:57	113	6	00:31:55	678	360:39:30													
	00:11:23	00:43:18	31	6	00:31:55	186	98:56:30													
	00:08:17	00:42:48	45	6	00:34:31	270	155:19:30													
	00:24:36	00:27:11	676	1	00:02:35	676	29:06:20													
00:22:57	00:28:50	1.061	1	00:05:53	1.061	104:02:13														
São Fco Xavier	00:20:52	00:30:55	686	1	00:10:03	686	114:54:18													
	00:18:53	00:32:54	1.578	1	00:14:01	1.578	368:38:18													
	00:16:08	00:35:39	44	6	00:19:31	264	85:52:24													
	00:13:48	00:37:59	26	6	00:24:11	156	62:52:36													
	00:11:47	00:40:00	108	6	00:28:13	648	304:44:24													
	00:20:31	00:48:01	30	6	00:27:30	180	82:30:00													
	00:13:52	00:41:22	5	6	00:27:30	30	13:45:00													
	00:10:46	00:40:52	53	6	00:30:06	318	159:31:48													
	00:25:26	00:26:54	328	1	00:01:28	328	8:01:04													
Afonso Pena	00:23:21	00:28:59	183	1	00:05:38	183	17:10:54													
	00:21:22	00:30:58	271	1	00:09:36	271	43:21:36													
	00:18:37	00:33:43	0	6	00:15:06	0	0:00:00													
	00:16:17	00:36:03	0	6	00:19:46	0	0:00:00													
	00:14:16	00:38:04	0	6	00:23:48	0	0:00:00													
	00:22:03	00:46:33	65	6	00:24:30	390	159:15:00													
	00:15:24	00:39:54	9	6	00:24:30	54	22:03:00													
00:12:18	00:39:24	149	6	00:27:06	894	403:47:24														
00:24:49	00:27:31	179	1	00:02:42	179	8:03:18														
00:22:50	00:29:30	361	1	00:06:40	361	40:06:40														
00:20:05	00:32:15	3	6	00:12:10	18	3:39:00														
00:17:45	00:34:35	5	6	00:16:50	30	8:25:00														
00:15:44	00:36:36	16	6	00:20:52	96	33:23:12														

Multiplicador: utilizado para obtenção do carregamento diário, pois foi disponibilizado o volume total do sistema para a Linha 4, porém não sua distribuição (O/D diário)

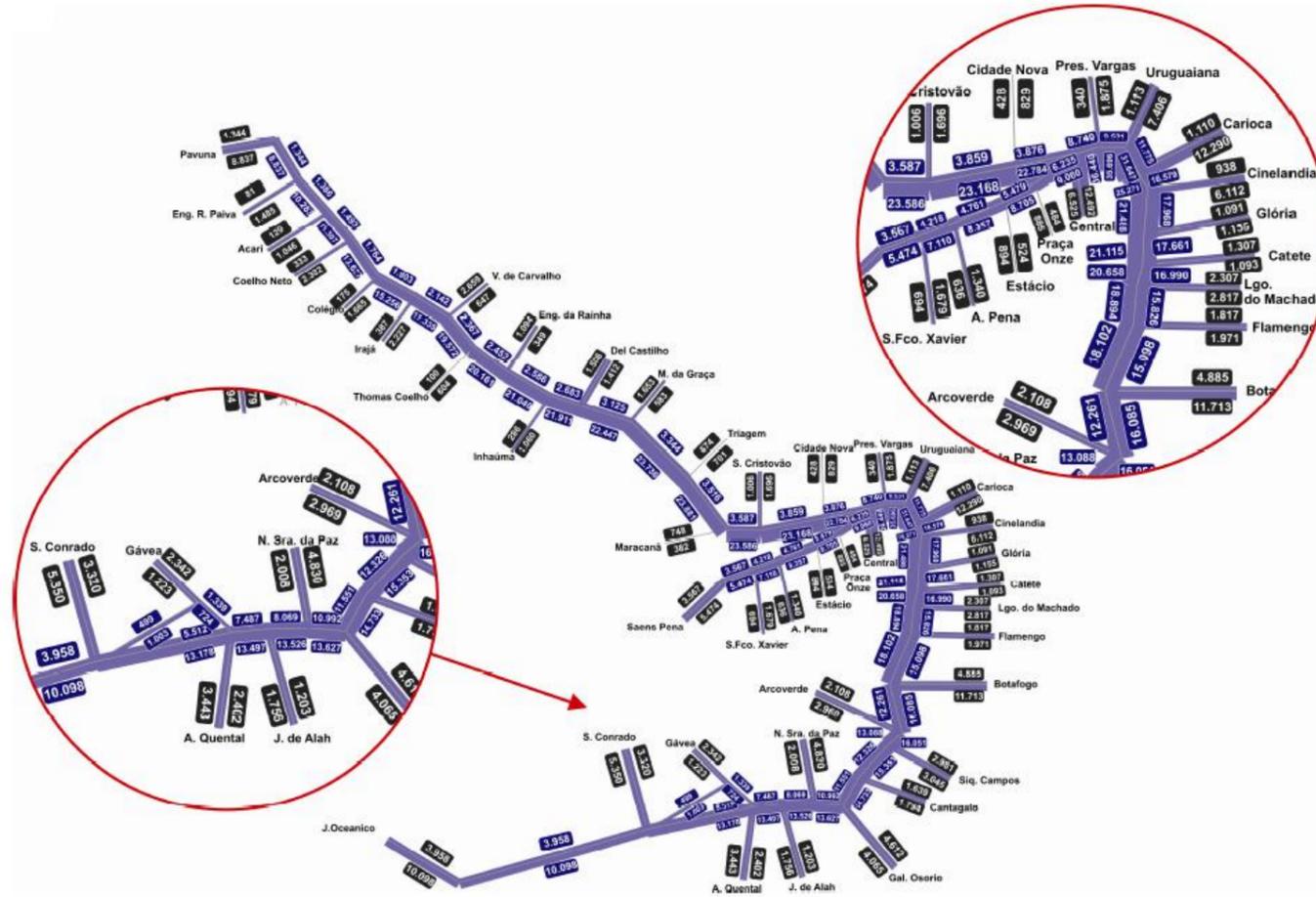
Anexos

ANEXO B Carregamento das Linha 1 e 2 – hora mais carregada do pico matutino - 2011



(Fonte: FGV Projetos - Estudos de Demanda – Relatório Final)

ANEXO C Carregamento das Linha 1, 2 e 4 – hora mais carregada do pico matutino - 2011



(Fonte: FGV Projetos - Estudos de Demanda – Relatório Final)

ANEXO D Matriz Linha 4 (2016)

ESTÁGIO	Total de Volume	Jardim Ocidental	São Conrado	Caravelas	Leblon	Jardim de Alah	Nossa Senhora da Paz	General Osório	Cantagalo	Siqueira Campos	Arrozverde	Botafogo	Flamengo	Largo do Machado	Carate	Gloria	Cherelandia	Caracas	Uruguaiana	Presidente Vargas	Central	Praca Onze	Estacio	Alfonso Pena	Sao Francisco Xavier	Saens Pena	Cidade Nova	Sao Cristovao	Maracanã	Trigem	Maria de Graça	Del Castilho	Inhauma	Engenho de Rainha	Thomas Coelho	Vicente de Carvalho	Inglis	Colégio	Coelho Neto	Azeril Fazenda Botafogo	Eng Rubens Palva	Pereira
Jardim Ocidental	30.543	-	2.635	1.846	1.333	965	2.459	1.090	328	1.380	1.202	4.574	129	110	61	665	463	3.675	674	580	1.932	389	72	93	202	925	24	489	173	255	83	88	126	295	127	130	90	25	54	39	37	195
São Conrado	14.688	2.748	-	979	2.205	310	598	1.295	688	1.205	1.327	2.271	221	166	0	38	2	3	5	0	2	0	3	29	4	29	0	12	4	2	13	28	4	14	1	6	2	4	2	5	1	
Caravelas	3.450	929	712	-	179	51	702	277	6	26	230	145	0	10	7	0	1	10	4	3	11	3	0	5	1	8	1	3	0	1	48	40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Leblon	6.479	924	2.386	138	-	235	538	270	185	202	377	595	0	143	0	0	26	125	17	38	8	0	0	6	0	26	2	22	0	15	112	70	1	1	1	1	1	2	2	0	5	1
Jardim de Alah	3.394	458	819	52	90	-	180	202	47	51	194	367	351	34	0	0	6	212	23	20	3	13	0	207	0	7	1	5	0	5	28	49	0	1	1	1	1	2	1	0	2	0
Nossa Senhora da Paz	5.510	430	480	38	515	129	-	1.119	300	561	96	683	123	1	0	116	40	252	224	122	2	20	25	14	0	99	1	30	25	27	10	69	1	1	1	2	2	3	2	0	1	
General Osório	7.090	504	1.067	123	514	317	4.495	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cantagalo	1.798	129	614	60	140	511	344	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Siqueira Campos	3.126	867	1.135	67	310	506	441	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Arrozverde	3.631	71	1.278	559	268	80	3.674	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Botafogo	4.085	626	1.506	476	943	346	298	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flamengo	837	54	72	65	1	1	644	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Largo do Machado	802	64	32	64	112	420	309	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Carate	282	171	9	101	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Gloria	628	19	2	1	252	224	131	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cherelandia	221	130	4	19	2	1	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Caracas	87	68	2	1	2	2	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Uruguaiana	23	20	0	1	1	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Presidente Vargas	90	80	2	6	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Central	560	406	25	8	38	31	51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Praca Onze	102	86	1	1	10	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Estacio	376	99	12	17	138	55	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Alfonso Pena	268	62	15	160	20	7	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sao Francisco Xavier	79	29	7	42	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Saens Pena	420	326	48	36	138	34	99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cidade Nova	102	47	1	3	41	10	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sao Cristovao	117	130	0	1	1	18	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Maracanã	77	40	1	35	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Trigem	676	113	4	131	64	36	326	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Maria de Graça	1.659	145	3	3	1.060	280	268	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Del Castilho	330	120	17	48	85	26	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Inhauma	109	71	3	8	20	6	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Engenho de Rainha	202	41	3	23	104	26	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Thomas Coelho	427	251	2	23	86	23	41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Vicente de Carvalho	328	77	8	9	16	121	98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Inglis	103	31	4	1	3	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Colégio	123	25	19	7	130	34	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Coelho Neto	15	27	3	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Azeril Fazenda Botafogo	61	37	2	0	17	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Eng Rubens Palva	170	135	6	2	3	4	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Pereira	65	59	3	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Total	95.671	10.456	12.864	5.154	9.344	5.815	15.457	4.113	1.954																																	

ANEXO E Sigla das Estações

Estações	Siglas
Ipanema/General Osório	IGO
Cantagalo	CTG
Siqueira Campos	SCP
Cardeal Arcoverde	CAV
Botafogo	BTF
Flamengo	FLA
Largo do Machado	LMC
Catete	CTT
Glória	GLR
Cinelândia	CNL
Carioca	CRC
Uruguaiana	URG
Presidente Vargas	PVG
Central	CTR
Praça Onze	POZ
Estácio	ESA
Afonso Pena	AFP
São Francisco Xavier	SFX
Saens Peña	SPN
Cidade Nova	CNV
São Cristóvão	SCR
Maracanã	MRC
Triagem	TRG
Maria da Graça	MGR
Nova América/Del Castilho	DCT
Inhaúma	INH
Engenho da Rainha	ERN
Thomaz Coelho	TCL
Vicente de Carvalho	VCV
Irajá	IRJ
Colégio	CLG
Coelho Neto	CNT
Acarí/Fazenda Botafogo	AFB
Engenheiro Rubens Paiva	ERP
Pavuna	PVN

(Fonte: FGV Projetos - Estudos de Demanda – Tomo I)

ANEXO F Localização geográfica das estações (Linhas 1 e 2)

Estação	LONGITUDE	LATITUDE
General Osório	-43197779	-22985165
Cantagalo	-43192862	-22976509
Siqueira Campos	-43185110	-22967974
Arcoverde	-43180767	-22964709
Botafogo	-43184253	-22951299
Flamengo	-43178463	-22937996
Largo do Machado	-43177755	-22931930
Catete	-43176692	-22925837
Glória	-43176588	-22919961
Cinelandia	-43175880	-22910739
Carioca	-43178154	-22907665
Uruguaiana	-43180841	-22903094
Presidente Vargas	-43186216	-22902876
Central	-43189848	-22904155
Praca Onze	-43200008	-22909759
Estácio	-43206446	-22913404
Saens Pena	-43232851	-22923850
São Francisco Xavier	-43224655	-22920830
Afonso Pena	-43217774	-22918300
São Cristovao	-43223002	-22910221
Maracanã	-43232319	-22910112
Triagem	-43244456	-22896320
Maria da Graça	-43260697	-22881412
Del Castilho	-43275283	-22877358
Inhaúma	-43284185	-22874475
Engenho da Rainha	-43296350	-22868163
Thomaz Coelho	-43306977	-22861798
Vicente de Carvalho	-43314077	-22853473
Irajá	-43324262	-22847542
Colégio	-43334755	-22842618
Coelho Neto	-43342798	-22832199
Acari / Fazenda Botafogo	-43349410	-22824881
Engenheiro Rubens Paiva	-43358365	-22816336
Pavuna	-43364734	-22805964

(Fonte: FGV Projetos - Estudos de Demanda – Tomo I)

ANEXO G Tempo médio por trecho Linha 1, sentido Ipanema – Saens Peña

Linha 1 – Laranja	Tempo [mm:ss]
Ipanema/General Osório	00:00
	01:37
Cantagalo	00:20
	01:52
Siqueira Campos	00:25
	01:07
Cardeal Arcoverde	00:20
	02:17
Botafogo	00:50
	01:59
Flamengo	00:20
	01:09
Largo do Machado	00:20
	01:08
Catete	00:20
	01:12
Glória	00:20
	01:30
Cinelândia	00:30
	00:57
Carioca	00:45
	01:10
Uruguaiana	00:30
	00:57
Presidente Vargas	00:20
	01:03
Central	00:40
	01:36
Praça Onze	00:20
	01:22
Estácio	00:35
	01:46
Afonso Pena	00:20
	01:12
São Francisco Xavier	00:20
	01:36
Saens Peña	00:00
Total da viagem	33:05

ANEXO H Tempo médio por trecho Linha 1, sentido Saens Peña - Ipanema

Linha 1 – Laranja	Tempo [mm:ss]
Saens Peña	00:00
	01:36
São Francisco Xavier	00:20
	01:08
Afonso Pena	00:20
	01:47
Estácio	00:35
	01:11
Praça Onze	00:20
	01:37
Central	00:45
	00:59
Presidente Vargas	00:20
	00:55
Uruguaiana	00:30
	01:07
Carloca	00:50
	00:52
Cinelândia	00:30
	01:31
Glória	00:20
	01:08
Catete	00:20
	01:10
Largo do Machado	00:30
	01:17
Flamengo	00:25
	02:01
Botafogo	00:40
	02:07
Cardeal Arcoverde	00:25
	01:14
Siqueira Campos	00:30
	01:35
Cantagalo	00:20
	01:39
Ipanema/General Osório	00:00
Total da viagem	00:32:54

ANEXO I Matriz de Origem e Destino – Dia Útil Típico – Pico da Manhã para as Linhas 1 e 2 (2011)

	SPN	SFX	AFP	ESA	POZ	CTR	PVG	URG	CRC	CNL	GLR	CTT	LMC	FLA	BTF	CAV	SCP	CTG	IGO	CNV	SCR	MRC	TRG	MGR	DCT	INH	ERN	TCL	VCV	IRJ	CLG	CNT	AFB	ERP	PVN	
SPN	0	42	73	91	91	1000	543	2035	2987	1374	182	185	327	240	1145	179	367	169	426	30	15	13	20	20	32	9	3	3	55	42	30	10	13	0	141	11890
SFX	54	0	4	79	17	243	171	528	1046	526	25	38	145	55	268	31	124	59	92	4	0	0	10	5	35	0	0	4	7	26	0	33	0	7	36	3672
AFP	129	0	0	129	0	387	65	301	258	430	86	65	86	65	86	43	86	65	108	0	0	0	0	22	43	0	22	0	65	65	22	22	0	0	108	2752
ESA	68	16	13	0	3	73	22	119	138	84	10	14	29	15	63	11	33	11	41	0	5	4	4	8	13	8	1	2	15	20	3	2	2	1	38	885
POZ	99	21	41	16	0	54	16	108	138	64	27	22	63	51	119	25	24	7	65	2	1	2	1	3	1	0	2	0	0	3	0	3	0	1	26	1003
CTR	3072	465	198	380	317	0	81	803	3514	2518	405	859	1509	1084	5169	1200	1439	1491	2085	84	53	38	32	67	140	18	42	16	87	75	35	16	51	16	171	27532
PVG	75	20	9	19	24	9	0	0	66	85	25	31	40	26	69	7	31	17	70	4	3	5	1	3	2	5	0	7	5	3	5	3	0	3	14	685
URG	227	38	41	85	77	125	32	0	65	105	144	98	224	94	433	66	139	52	143	15	20	11	6	24	59	9	16	1	12	20	9	5	14	1	63	2476
CRC	203	32	40	79	86	147	20	25	0	22	136	66	158	130	459	29	129	57	219	22	55	28	13	19	45	7	4	1	27	41	12	10	2	7	88	2416
CNL	84	30	35	35	3	164	43	147	18	0	86	87	91	74	175	56	51	66	348	21	51	7	28	9	43	3	2	1	36	10	8	15	1	12	74	1912
GLR	141	23	39	47	13	163	61	307	474	169	0	7	50	29	50	38	54	25	101	27	41	25	7	9	23	2	0	6	7	5	3	12	0	3	49	2009
CTT	149	56	79	79	119	173	78	210	200	208	46	0	48	69	173	69	102	118	110	37	91	55	23	45	35	11	0	14	22	17	6	18	0	0	88	2548
LMC	165	15	38	28	65	664	217	813	1213	439	64	18	0	27	173	17	61	8	5	5	53	39	3	0	53	2	5	0	27	35	0	82	6	0	93	4433
FLA	182	18	43	58	45	449	115	485	749	429	37	30	43	0	138	44	77	65	130	29	48	38	11	14	26	1	0	1	9	9	3	6	1	0	46	3380
BTF	271	53	97	115	132	612	283	1013	2209	778	101	68	208	52	0	102	167	113	390	8	70	43	42	32	46	8	31	8	30	68	33	44	0	0	318	7544
CAV	60	116	10	19	17	584	41	387	363	149	19	0	100	12	268	0	11	0	7	0	12	7	5	0	7	1	0	1	15	0	0	0	0	2	19	2232
SCP	100	41	22	60	135	460	82	416	703	249	27	39	483	368	483	10	0	12	143	2	55	10	8	8	7	6	4	2	6	50	54	18	3	0	83	4147
CTG	72	38	8	7	35	284	65	538	346	294	17	9	91	47	473	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1	0	0	0	0	4	0	27	2366	
IGO	222	47	58	77	120	444	115	499	1042	683	132	138	271	223	407	17	178	47	0	33	61	34	0	31	5	7	0	4	13	9	5	4	5	0	120	5053
CNV	19	2	5	0	0	25	15	58	104	64	25	24	45	20	81	5	27	13	27	0	16	15	31	16	50	21	4	3	22	20	5	27	2	8	82	880
SCR	22	16	3	20	9	39	27	126	266	208	49	54	98	110	304	19	56	21	64	46	0	7	60	35	120	19	17	10	56	22	29	12	17	7	152	2120
MRC	2	0	0	0	0	26	16	71	85	36	11	10	20	4	68	5	2	4	19	0	6	0	12	13	113	7	13	8	27	20	7	25	7	16	119	773
TRG	6	0	6	2	2	19	16	112	130	82	16	17	53	27	133	11	53	10	40	7	11	0	0	16	48	6	3	0	13	27	6	13	15	2	81	983
MGR	34	3	3	3	10	622	56	437	343	70	0	10	67	45	376	64	6	11	51	19	62	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	5	3	0	177	2485
DCT	61	16	12	21	17	185	92	396	548	335	46	43	120	40	375	36	75	29	86	62	156	25	23	1	0	11	15	3	35	27	13	57	11	0	108	3078
INH	37	0	20	3	5	187	74	378	487	303	10	13	25	0	295	11	58	9	39	61	42	59	17	0	73	0	11	0	20	0	0	27	0	0	5	2269
ERN	80	6	13	14	3	177	41	197	328	230	29	23	52	30	312	29	67	24	118	87	106	46	46	13	28	0	0	13	15	17	11	33	18	0	73	2279
TCL	10	0	0	10	0	173	55	87	89	103	0	10	12	20	117	0	12	34	103	34	20	10	0	0	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	997
VCV	115	23	19	45	42	571	134	622	795	315	38	51	120	122	531	66	244	161	186	312	393	111	101	32	332	4	4	2	0	16	22	61	2	23	109	5727
IRJ	311	39	39	155	0	233	116	544	815	388	39	0	272	39	505	78	116	39	155	116	155	78	39	78	155	116	0	0	78	0	0	78	0	0	116	4893
CLG	100	0	17	5	0	1055	77	387	423	373	7	5	58	57	636	19	16	4	59	42	68	14	9	16	33	4	8	0	11	2	0	20	10	1	25	3561
CNT	167	25	69	42	4	465	84	481	564	319	15	85	109	120	940	42	85	86	93	196	359	183	148	85	243	61	39	12	81	0	0	0	3	0	91	5296
AFB	67	34	9	9	5	230	86	287	229	130	18	24	59	53	276	18	52	34	71	85	175	69	54	28	132	9	6	0	24	9	15	0	0	0	2295	
ERP	0	40	19	40	9	430	103	325	216	201	61	16	82	62	519	49	117	38	177	77	154	79	40	90	104	5	5	9	31	0	5	11	4	0	69	3187
PVN	629	98	38	129	130	1978	316	2239	2093	1318	129	235	800	406	3236	200	502	193	740	350	910	453	456	283	711	161	237	0	486	127	8	30	44	19	0	19710
	7032	1373	1121	1899	1534	12448	3360	15481	23048	13080	2060	2392	5958	3816	18853	2598	4561	3092	6506	1828	3266	1517	1261	1026	2840	532	500	129	1337	782	349	699	237	129	2821	149466

(Fonte: FGV Projetos - Estudos de Demanda – Tomo I)

ANEXO J Matriz de Origem e Destino – Dia Útil Típico – Sistema para as Linhas 1 e 2 (2011)

	SPN	SFX	AFP	ESA	POZ	CTR	PVG	URG	CRC	CNL	GLR	CTT	LMC	FLA	BTF	CAV	SCP	CTG	IGO	CW	SCR	MRC	TRG	MGR	DCT	INH	ERN	TCL	VCV	BRJ	CLG	CNT	AFB	ERP	PVN	
SPN	0	290	792	607	287	8458	1074	4102	6181	2865	678	610	1357	853	3066	676	1061	686	1578	48	39	43	122	151	331	225	143	176	557	601	235	496	149	162	2746	41417
SFX	348	0	14	185	158	1773	276	986	1832	994	98	173	361	302	736	165	328	183	271	25	13	17	39	28	112	71	40	26	203	156	28	154	44	27	849	11013
AFP	368	5	0	311	23	2285	183	843	829	1040	270	190	334	247	392	164	310	179	361	0	5	7	13	60	161	17	154	9	237	263	102	186	18	24	804	10395
ESA	887	101	116	0	47	1156	237	1052	1093	506	114	160	162	155	339	75	142	37	226	0	13	6	13	39	119	30	20	10	173	164	43	73	11	14	520	7851
POZ	518	110	99	58	0	1195	94	642	823	340	98	173	298	221	491	276	194	144	352	2	22	9	13	42	46	40	19	33	161	119	77	31	14	16	359	7130
CTR	6252	1043	662	1055	598	0	181	2459	6719	4949	997	1727	3115	2388	9402	2103	3155	2217	3963	180	179	179	164	336	634	288	299	130	837	686	328	284	204	159	2450	60325
PVG	1367	263	161	201	111	113	0	61	445	523	168	206	396	283	628	137	258	112	458	37	42	35	45	173	272	212	174	50	361	341	121	159	49	54	668	8685
URG	4421	532	796	820	519	3494	146	0	481	994	808	1067	2036	1408	4116	848	1533	947	2017	258	376	239	300	766	1451	635	461	240	1200	1142	608	780	277	156	4480	40352
CRC	6205	1030	876	1088	481	7723	335	967	0	710	926	1272	2683	2178	7085	1202	2117	1211	3665	147	515	358	257	889	1493	593	473	213	1621	1292	731	944	159	197	4095	55733
CNL	3912	772	724	434	113	5261	402	1689	228	0	665	819	1580	1050	3144	670	1058	965	2635	150	264	177	212	484	1132	458	173	100	895	688	337	444	127	113	2909	34787
GLR	629	118	145	143	79	1345	155	1030	1504	610	0	136	474	256	744	197	303	145	567	43	112	104	48	115	166	69	19	29	115	122	52	97	20	6	466	10165
CTT	676	114	204	192	214	1003	418	1028	1190	1000	555	0	218	127	662	310	443	157	629	57	195	147	243	164	158	19	3	14	249	134	12	232	14	11	337	11128
LMC	1674	306	328	196	163	5077	532	2376	3529	1295	507	115	0	90	914	193	399	212	389	29	179	183	118	266	382	203	156	55	419	344	185	417	146	113	2540	24033
FLA	1080	151	265	188	144	3578	355	1270	2043	1070	268	207	253	0	766	379	705	333	844	64	185	123	87	219	255	137	59	21	203	187	81	231	33	30	1270	17084
BTF	3438	479	499	409	335	12026	669	3092	5993	2304	545	567	1632	734	0	685	1534	977	2091	32	314	193	205	720	1041	461	416	232	1119	1016	537	961	254	385	7673	53568
CAV	636	209	77	97	62	3025	129	926	985	523	139	148	419	166	2450	0	38	70	234	1	50	38	40	69	95	129	39	44	235	89	77	156	33	43	758	12230
SCP	1760	278	123	359	228	4381	386	1872	2982	1189	353	543	1823	1346	2145	59	0	130	1093	5	95	56	71	132	86	120	122	54	356	232	163	254	67	91	1102	24056
CTG	846	228	161	69	92	3122	161	1270	1155	844	155	246	407	351	1663	50	80	0	265	0	38	26	30	126	103	146	70	21	176	151	82	176	28	41	1072	13451
IGO	2268	409	341	354	248	8419	320	2037	3530	2181	784	868	1452	1105	3064	284	939	399	0	104	160	165	99	187	337	204	114	69	356	325	225	339	64	84	2023	33854
CW	84	25	21	2	10	908	91	474	502	295	68	112	154	125	342	66	90	50	84	0	70	65	100	182	392	133	116	29	320	319	116	333	81	81	1011	6854
SCR	256	32	51	65	59	380	49	827	1717	708	244	94	366	237	1469	106	303	220	359	261	0	166	193	242	976	93	185	53	1167	829	318	281	54	57	2236	14652
MRC	20	0	4	10	4	248	58	272	437	201	50	61	124	68	347	38	58	24	85	39	70	0	23	71	393	52	119	51	366	330	104	317	104	81	1432	5661
TRG	61	16	24	20	4	260	50	368	343	198	62	80	144	72	382	59	105	38	109	35	76	26	0	47	267	47	58	21	167	201	65	413	98	53	1284	5250
MGR	129	15	38	48	26	1088	111	931	843	451	41	74	304	73	888	118	74	58	177	117	316	40	16	0	68	20	18	4	101	91	26	156	55	34	795	7344
DCT	572	58	86	104	58	948	213	1200	1701	873	182	208	448	192	1230	204	291	124	324	210	655	278	233	112	0	137	224	246	885	556	282	825	158	173	2648	16637
INH	175	0	64	29	5	536	120	846	928	561	10	22	157	23	732	36	95	52	79	150	224	79	32	2	233	0	23	37	47	36	31	99	0	0	93	5558
ERN	184	26	42	35	16	382	101	403	611	389	57	57	136	68	604	77	134	65	188	146	274	107	81	49	266	22	0	55	84	60	45	137	34	15	408	5357
TCL	82	4	7	23	6	303	77	255	262	174	1	19	62	36	214	9	21	60	122	47	91	35	18	8	161	4	51	0	39	11	17	55	4	4	158	2441
VCV	398	91	45	146	74	1263	327	1294	1640	733	76	153	296	230	1145	144	407	242	359	686	1006	304	185	181	889	50	51	117	0	50	75	274	99	84	821	13936
BRJ	591	56	74	314	18	591	277	1146	1737	813	92	55	462	111	1238	129	222	92	277	406	462	166	74	129	388	185	0	18	148	0	37	148	18	92	369	10937
CLG	198	4	114	14	10	1989	144	681	971	713	26	108	101	85	1181	108	66	20	123	144	162	45	10	42	114	27	21	5	21	6	0	48	23	8	187	7519
CNT	487	76	115	133	17	859	172	928	985	580	65	148	275	193	1810	120	260	151	234	263	581	407	303	272	779	149	97	33	215	92	32	0	21	34	405	11287
AFB	130	48	21	15	10	545	179	562	420	289	26	49	128	88	529	36	92	74	98	150	346	133	103	97	356	27	28	7	81	49	38	42	0	2	240	5036
ERP	174	65	46	69	16	824	213	569	511	353	99	59	177	113	1018	83	166	72	358	179	341	182	128	155	427	23	19	10	116	39	16	51	22	0	138	6630
PVN	1646	335	183	385	270	4438	831	4484	4257	2568	412	531	1127	833	6549	383	1197	374	1230	627	1528	1241	849	638	1688	389	534	187	924	420	196	337	149	83	0	41821
	42474	7289	7317	8178	4505	88995	9067	42942	59406	33839	9638	11055	23465	15805	61485	10188	18180	10818	25843	4642	9001	5379	4468	7193	15769	5413	4500	2398	14157	11142	5420	9930	2631	2527	49347	644405

(Fonte: FGV Projetos - Estudos de Demanda – Tomo I)