

# Caminhos Rápidos e Inclusivos: O algoritmo de Dijkstra aplicado no metrô de São Paulo

Anna Laura Moura Santana

Engenharia da Computação

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

Divinópolis, Brasil

nalauramoura@gmail.com

**Resumo**—O sistema de metrô e trens de São Paulo impacta significativamente a rotina da população que faz uso diário desses meios de transporte. Assim, encontrar o caminho que gasta o menor tempo entre uma estação de origem até outra de destino desempenha um papel fundamental, para tal, aplica-se o algoritmo de Dijkstra. No entanto, mesmo que o caminho mais rápido seja identificado, não há garantia de que todos os terminais sejam acessíveis, visto que, muitos desses não possuem recursos de apoio como elevadores e rampas. Ao realizar uma análise comparativa entre esses dois cenários, os resultados evidenciam as diferenças entre o tempo e o número de estações percorridas, devido as variadas rotas que o algoritmo encontra para que permitam aos usuários passarem apenas por terminais com acessibilidade.

**Palavras-Chave**—Grafo, Caminho mínimo, Metrô, Estações, Acessibilidade, Tempo

## I. INTRODUÇÃO

O sistema de metrô consiste em uma rede de trens que operam principalmente em vias subterrâneas, utilizados para o transporte de grandes quantidades de passageiros em áreas urbanas e suburbanas. É um dos meios de transporte mais eficiente do mundo moderno já que garante uma circulação fluida de pessoas nas grandes cidades. A necessidade de criar sistemas de metrô surgiu devido ao rápido crescimento das cidades no século XIX e às distâncias cada vez maiores entre as áreas residenciais e os locais de trabalho. No contexto brasileiro, a Companhia do Metropolitano de São Paulo, também conhecida como Metrô, foi estabelecida em 24 de abril de 1968. É a companhia responsável pela operação e expansão da rede metroviária e pelo planejamento do transporte de passageiros na Região Metropolitana de São Paulo. O metrô de São Paulo é dividido em linhas que circulam pela cidade, cada linha é representada por um número e uma cor (Azul, Verde, Vermelha, Amarela, Lilás e Prata) se for estação metroviária ou por um número e o nome de uma jóia (Rubi, Diamante, Esmeralda, Turquesa, Safira, Coral e Jade) se for transporte de trens. Com o passar do tempo, as estações têm sido aprimoradas e novas instalações foram adicionadas, com um foco especial na inclusão de alguns recursos de acessibilidade para pessoas com deficiência.

De acordo com o Ministério dos Direitos Humanos e da Cidadania (MDHC) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) estima-se que no Brasil cerca de 18,6% das pessoas possuem algum tipo de deficiência. Pessoas com deficiência são aquelas que têm impedimentos de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, os quais, em interação com diversas barreiras, podem obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdades de condições com as demais pessoas. Este conceito está expresso no art. 1º da Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência [2]. Promover a acessibilidade significa proporcionar às pessoas com necessidades especiais as condições necessárias para que possam utilizar espaços urbanos, serviços de transporte, meios de comunicação e informações sem obstáculos. Logo, uma “sociedade acessível” é condição essencial para uma sociedade inclusiva, isto é, uma sociedade que reconhece, respeita e responde às necessidades de todos os seus cidadãos (DE PAULA; BUENO; 2006).

A fim de analisar essa situação, aplica-se a Teoria dos Grafos. Conforme fundamentado por Kenneth H. Rosen [3] um grafo é definido como a representação de um conjunto de elementos e das conexões entre eles. Ele é caracterizado por um grupo de pares composto por  $G = (V, A)$  no qual  $V$  é o conjunto não vazio de vértices (ou nós) e  $A$  o conjunto de arestas. Cada aresta tem um ou dois vértices associados a ela, chama-se de suas extremidades. A aresta liga ou conecta suas extremidades.

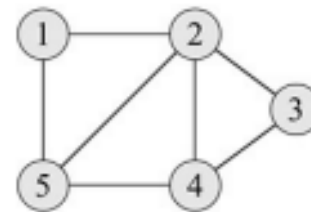


Figura 1: Exemplo da estrutura de um grafo com 5 vértices e 7 arestas

Os grafos são aplicados para modelar e representar diversos cenários da vida real.

A continuação deste estudo é estruturada da seguinte forma: A partir da seção I apresentada, segue a Contextualização II que fala sobre qual o problema abordado e os trabalhos correlatos, a seção Metodologia III detalha todo o processo para desenvolvimento do algoritmo, Resultados IV mostra quais as respostas e soluções obtidas e a Conclusão V reúne as ideias principais e analisa as possibilidades de trabalhos futuros.

## II. CONTEXTUALIZAÇÃO

### A. Problema

Interligar as pessoas em diversos locais, oportuniza atividades de comércio, estudos e crescimento da região, consequentemente viabiliza a ocupação dos espaços urbanos. A população de certa forma, é dependente dos meios de transporte. No cenário das atividades cotidianas e a diversidade de locais frequentados, a otimização do percurso assume um papel fundamental na busca pelo trajeto mais eficiente entre a origem e o destino desejados. Esta estratégia, ao priorizar a eficácia do deslocamento, impacta positivamente na produtividade e na redução do cansaço diário de cada indivíduo.

O Governo do Estado de São Paulo sob gestão da Secretaria de Estado dos Transportes Metropolitanos (STM), divulgou que em 2017, a rede metroviária atingiu a marca de 1,3 bilhão de passageiros transportados. Percebe-se a relevância deste meio de transporte na sociedade, já que tantas pessoas fazem uso dele diariamente. Além disso, os sistemas de metrô e trens emitem 14 vezes menos gases do efeito estufa em comparação ao ônibus, e 20 vezes menos do que o automóvel movido a gasolina, reduz ainda o congestionamento nas estradas. Essa série de fatores resulta na promoção do desenvolvimento urbano sustentável nas cidades.

Sabe-se ainda que, uma parcela da população enfrenta desafios relacionados à mobilidade devido a deficiências, portanto a presença de ferramentas de apoio, tais como elevadores e rampas, nas estações de metrô e trens é indispensável. Para quem precisa dessa mobilidade, como por exemplo, pessoas com redução efetiva da flexibilidade, da percepção, da coordenação motora, pessoas idosas, cadeirantes, gestantes, pais com carrinhos de bebê, entre outras, é bom saber que os locais públicos que frequentam ou querem frequentar, oferecem a facilidade de ir e vir com segurança e independência.

Contudo, observa-se a falta dessas ferramentas de apoio em muitas estações, e essa negligência impacta diretamente aqueles que dependem desses recursos. Pois dessa forma, leva um tempo e um esforço maior ao usar o meio de transporte, e muitas vezes para suas locomoções, o indivíduo precisa buscar rotas alternativas que atendam suas necessidades. Em decorrência desses acontecimentos, aumenta a quantidade de terminais visitados e o tempo de viagem.

### B. Trabalhos Correlatos

O processo de coleta de dados e análise de algoritmos, envolve explorar trabalhos que fazem uma abordagem semelhante à apresentada, sob diferentes aspectos. Dentre eles, destaca-se a publicação de “Algoritmo de Dijkstra” [4], que descreve o funcionamento do algoritmo de Dijkstra para encontrar o caminho mais curto entre dois pontos, o qual aborda a facilidade desta implementação e sua eficiência para esses tipos de problemas.

A Fundação Escola Nacional de Administração Pública (Enap) divulgou um estudo sobre “Acessibilidade em Espaços Urbanos” [5]. Este trabalho tem por objetivo, identificar e analisar a falta de acessibilidade no meio urbano e de transporte, seja pelas más condições de caminhabilidade até os pontos de embarque, seja pela frota inacessível, ou pela falta de informação que impossibilita seu uso, e como consequência exclui diversas pessoas de obter oportunidades de estudo, trabalho, saúde ou lazer.

O artigo intitulado “A acessibilidade para os usuários com mobilidade reduzida no metrô de Montreal(Canadá)” [6] aponta as diferenças de recursos entre os sistemas de transportes por metrô nas cidades de São Paulo (Brasil) e de Montreal (Canadá), assim como elucida o histórico de diminuição das barreiras físicas de acesso às estações e aos trens de metrô nas duas metrópoles. Somado a isso, é proposta uma forma de expandir a acessibilidade no metrô. Dessa forma, o oferecer a acessibilidade no sistema de metrô de Montreal, nos termos desta proposta, pode ser realizado de forma menos custosa, ao passo que atinge considerável percentual de usuários com mobilidade reduzida.

Outro projeto que se alinha a abordagem deste artigo, é o trabalho intitulado “Algoritmo de Dijkstra Aplicado ao Problema do Metrô de Paris” [7]. O algoritmo calcula o trajeto mais curto entre as estações do metrô de Paris. O estudo prático aborda o problema das rotas de metrô e ressalta as consequências de considerar apenas a distância na busca do trajeto mais curto entre os terminais.

Os trabalhos correlatos investigam diferentes perspectivas dos assuntos inseridos neste artigo, mas nenhum aborda de maneira conjunta, os tópicos apresentados nesta subseção. Este é justamente o diferencial deste artigo e a proposta apresentada em seu desenvolvimento.

## III. METODOLOGIA

A seguir apresenta-se toda a estrutura para modelagem e criação deste algoritmo.

Para a implementação do código, utiliza-se a linguagem de programação Python, que disponibiliza inúmeras ferramentas para trabalhar com os dados. As principais bibliotecas utilizadas foram: Pandas para tratamento e manipulação dos dados, NetworkX que permite criação e análise de grafos e redes complexas, a Matplotlib para visualizações estatísticas, a biblioteca Heappq fornece funções e métodos para manipular uma heap, a Defaultdict que é um contêiner como dicionários presentes nas coleções de módulos, a biblioteca Sys para manipular entrada/saída e caminhos de arquivo, e a biblioteca

Csv que permite trabalhar com arquivos no formato CSV. Para a criação e manipulação dos arquivos de entrada, utiliza-se o Google Planilhas, para que fosse possível trabalhar com as informações de forma fácil e organizada.

Os dados referente às estações e suas conexões foram retirados do site oficial do metrô de São Paulo, onde contém o mapa disponível para visualização [8]. Visualmente, analisa-se as informações de cada estação e quais as conexões cada uma faz, dessa forma, a relação entre os terminais está exposta nas tabelas contidas no apêndice VI.

Cada estação é representada por um vértice, que contém informações sobre a cor da linha e o id que é seu respectivo número de identificação, próprio da linha. Há ainda, o nome da estação e se há elevador(E) e rampa(R). As variáveis referente as ferramentas de apoio recebem valor 1 se contém na estação e 0 se não contém. Terminais com o mesmo id e cor pertencem a mesma linha. Os vértices conectam de acordo com o mapa do metrô, com as linhas que interligam as estações tanto para ida quanto para volta. Além disso, foram estabelecidas as conexões com terminais que servem como pontos de transição para outras linhas. No caso de estações pertencentes a mais de uma linha, há um vértice único para representá-las, definido na primeira linha em que aparecem no mapa, pelo número referente ao id. Essa definição visa estruturar a representação do grafo da forma mais coerente com o mapa da rede. Desse modo, se cria a tabela que representa os vértices.

O tempo, medido em minutos, para a locomoção de uma estação até outra é o fator de análise, representa o peso das arestas. Define-se o tempo através do aplicativo Moovit [9] que analisa em tempo real e o aplicativo próprio do Metrô de São Paulo [10], para conferir o tempo e obter veracidade e precisão nas informações. Para cada ligação entre dois vértices foi inserido a estação de saída e a de chegada nos softwares, e o resultado era o tempo de transporte entre elas. Desse modo, obtém-se a tabela de arestas, que é o que conecta um vértice no outro. Vale ressaltar que todo tempo calculado é uma aproximação da realidade.

O algoritmo opera através das estações de partida e chegada, e se é preciso de algum dos recursos de acessibilidade mencionados. Caso nada seja exigido, o código apenas calcula o caminho mais rápido no grafo original. Porém, para o uso dos recursos ocorre uma modificação no peso das arestas. Este processo é determinado pelo código implementado que verifica para cada par (origem, destino) no grafo, qual das ferramentas de apoio a estação de destino tem. Dessa forma, o tempo de percurso entre os dois terminais é multiplicado por um fator. Assim o programa cria um grafo auxiliar, usado para buscar o caminho mínimo quando o usuário exige algum recurso de acessibilidade, ou seja, pelo menos uma das variáveis E (elevador) e R (rampa) possuem valor 1.

A tabela abaixo mostra os possíveis valores adicionais nas arestas:

Recurso de Acessibilidade	Aresta
Elevador	Tempo · 2
Rampa	Tempo · 3
Elevador e Rampa	Tempo · 2,5

Esse critério determina a viabilidade de continuar a trajetória a partir da origem. A motivação por trás dessa alteração reside na consideração de que as pessoas investem mais esforço e tempo ao utilizar determinados recursos. O elevador reflete um esforço menor para uso enquanto a rampa demanda um esforço substancialmente maior.

Em cada cenário de teste, se insere um arquivo de entrada que contém as seguintes informações: a estação de partida, de chegada e os valores das variáveis E (elevador) e R (rampa).

A metodologia para resolver esse problema, reside na aplicação do algoritmo de Dijkstra, criado pelo matemático holandês Edsger Wybe Dijkstra em 1956. Essa é uma clássica implementação para otimização de caminhos para encontrar o percurso mínimo entre dois vértices de um grafo. Dijkstra se trata de um algoritmo guloso, que segundo a definição do livro “Algoritmos: Teoria e Prática [11] é aquele que sempre faz a escolha que parece ser a melhor no momento em questão. Isto é, faz uma escolha localmente ótima, na esperança de que essa escolha leve a uma solução globalmente ótima.

Conforme fundamentado no livro “Matemática Discreta e Suas Aplicações” [3] este algoritmo resulta em uma árvore geradora mínima, que é uma árvore geradora com menor soma possível de pesos em suas arestas. Dijkstra funciona ainda como Breadth first search (BFS) ou Busca em largura, que dado um vértice inicial explora todos os vértices vizinhos antes de avançar para os próximos elementos. A diferença entre os algoritmos é que, o BFS visita os nós nível a nível e faz uso da estrutura de uma fila simples, enquanto isso, Dijkstra em cada etapa visita os nós com menor custo e implementa uma fila prioritária, que é uma estrutura a qual mantém uma coleção de elementos, cada um com uma prioridade associada, que nesse caso a preferência é ter o menor tempo. Para implementar a fila prioritária, utiliza-se a estrutura de uma heap mínimo, onde cada nó tem valor menor ou igual ao seus filhos e o menor valor sempre se encontra na raiz.

Há o pseudocódigo relativo à aplicação do método de Dijkstra nesta implementação, o qual foi fundamentado conforme descrito no livro “Algoritmos: Teoria e Prática”. [11]

Inicialmente, o algoritmo 1 inicia com a definição do grafo de entrada, o nó de origem e de destino. As distâncias para cada nó são inicializadas como infinito para que no início todas elas sejam consideradas como desconhecidas ou inalcançáveis. A fila de prioridade (representada pela letra *Q*) é preenchida com todos os vértices do grafo. Enquanto houver elementos na fila de prioridade, o algoritmo seleciona o vértice com a menor distância. Esse vértice é marcado como visitado e, em seguida, são explorados todos os vizinhos desse nó. Para cada vizinho, o algoritmo atualiza a distância se encontrar um caminho mais curto passando pelo vértice atual. Isso é feito até que todos os vértices tenham sido visitados na fila de prioridade ou até que o nó de destino seja alcançado.

No contexto do grafo auxiliar, os vértices presentes na fila são exclusivamente aqueles que representam estações equipadas com as ferramentas de apoio exigidas.

---

**Algorithm 1** Dijkstra

---

**Entrada:**  $G$ , origem, destino

**Saída:** caminho mais curto

```
Inicializar( $G$ )
 $distancias \leftarrow \infty$ 
 $visitado \leftarrow \text{Falso}$ 
 $Q = V[G]$ 
while  $Q \neq \emptyset$  do
   $u \leftarrow \text{vérticeComMenorDistância}(Q)$ 
  for all  $(v, \text{peso})$  em  $G[u]$  do
    if  $distancias[u] + \text{peso} < distancias[v]$  then
       $distancias[v] \leftarrow distancias[u] + \text{peso}$ 
       $parent[v] = u$ 
    end if
  end for
end while
```

---

De acordo com Thomas Cormen [11] para o algoritmo de Dijkstra, cada operação de extrair um vértice  $u$  da fila prioritária  $Q$  demora o tempo  $O(\log V)$ . O tempo para construir o heap mínimo é  $O(V)$ . Cada operação para diminuir o valor de uma chave para reajustar a posição do elemento, a fim de manter a ordem e prioridade da estrutura, demora o tempo  $O(\log V)$  e ainda há, no máximo,  $|E|$  dessas operações. De modo geral, o custo computacional do algoritmo de Dijkstra é:

$$O((E + V) \cdot \log V)$$

onde  $V$  e  $E$  representam o número de vértices e arestas respectivamente.

O desenvolvimento do código completo, segue uma sequência de passos para estabelecer uma estrutura coesa e segura. Para obter-se uma compreensão detalhada do processo, há o pseudocódigo de toda essa implementação.

O algoritmo 2, inicia com a importação das bibliotecas e os vértices são configurados, considera-se parâmetros específicos como cor, id, estação, E (elevador) e R (rampa), e a conexão deles com as arestas é definida. Em seguida, depois da formação dos grafos analisa-se as estações de saída e chegada, e o tempo associado a cada ligação. Para cada caso de teste existe a entrada de um arquivo com informações sobre origem, destino, elevador e rampa. Com base nos valores de E e R, é acionado o algoritmo de Dijkstra, onde, se não há recurso de acessibilidade exigido, o algoritmo é aplicado ao grafo principal ( $G$ ). Caso contrário, é executado sobre o grafo auxiliar ( $GAux$ ).

Vale ressaltar que para o grafo auxiliar, o algoritmo de Dijkstra faz algumas verificações adicionais sobre a necessidade de ter elevador e/ou rampa, para que o algoritmo saiba quais os nós vizinhos devem ser considerados, de modo que as estações do caminho resultante tenham a acessibilidade exigida. Dessa forma, existe no código duas funções que executam esse algoritmo, uma destinada para cada grafo. Essa sequência de verificações não interferem no pseudocódigo

de Dijkstra apresentado, visto que, a metodologia a qual o caminho mínimo será buscado, permanece a mesma. Essa diferenciação direciona a aplicação do algoritmo de caminho mais curto conforme as condições especificadas.

---

**Algorithm 2** Código completo

---

**Entrada:**  $vertices, arestas, G, GAux$

**Saída:** Caminho entre vértices do grafo

**Importar:** pandas, networkx, csv, sys, matplotlib, defaultdict, heapq  
 $arquivos \leftarrow \text{leituraArquivos}$

**function** DEFINIRVERTICES(cor, id, estacao, e, r)

**end function**

**function** DEFINIRARESTAS(origem, destino, tempo)

**end function**

$G \leftarrow \text{criar grafo}$

$Tempo \leftarrow \text{Tempo} \cdot \text{fator}$

**function** REDEFINIRARESTAS(origem, destino, tempo)

**end function**

$GAux \leftarrow \text{criar grafo auxiliar}$

$arquivo \leftarrow \text{arquivo}(\text{origem}, \text{destino}, e, r)$

**for all** (origem, destino) **in** entrada **do**

**if**  $e == 0$  **and**  $r == 0$  **then**

$dijkstra1(G)$

**else**

$dijkstra2(GAux)$

**end if**

**end for**

---

Para uma melhor visualização, apresenta-se abaixo o grafo da linha Amarela que mostra as conexões entre estações.

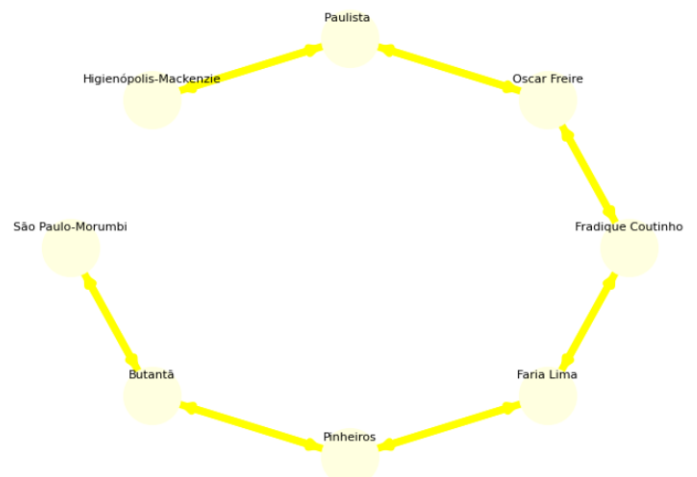


Figura 2: Grafo que representa a linha Amarela

Essa representação ocorre para todas as linhas, de acordo com os terminais de cada uma para construir todo o mapa

da rede. A partir dos métodos apresentados, a Figura 2 tem o intuito auxiliar na compreensão de como o metrô foi representado por grafos, onde cada vértice representa a estação pertencente a uma determinada linha, seja de metrô ou de trem.

#### IV. RESULTADOS

O algoritmo dessa análise computacional está disponível no Github: <https://github.com/annalaurams/Algoritmo-Dijkstra-em-metr-s.git>

A análise de cada situação revelou a eficiência do algoritmo de Dijkstra na identificação do caminho mais rápido. Destaca-se, sua capacidade de encontrar rotas alternativas que atendem às necessidades individuais. A implementação produziu respostas diversas, variando de acordo com as estações selecionadas como ponto de partida e chegada.

Em seguida há o grafo completo da rede de metrô e trens que foi modelada como apresentado na metodologia. Para cada linha, foi aplicado a cor correspondente a ela. As linhas com nome de jóias serão identificadas também pela cor que as representam. O grafo foi construído através do aplicativo Gephi, um software voltado à visualização e exploração de grafos e redes. Para uma análise mais abrangente, esta seção investiga rotas abordando-as por diferentes perspectivas. Para cada caso explorado foi encontrado um resultado, com o caminho mais rápido para a situação. O grafo que representa a rede de metrô torna possível observar os caminhos de cada caso de teste, exibidos a partir do mapa original disponível no site oficial da Companhia do metrô de São Paulo.

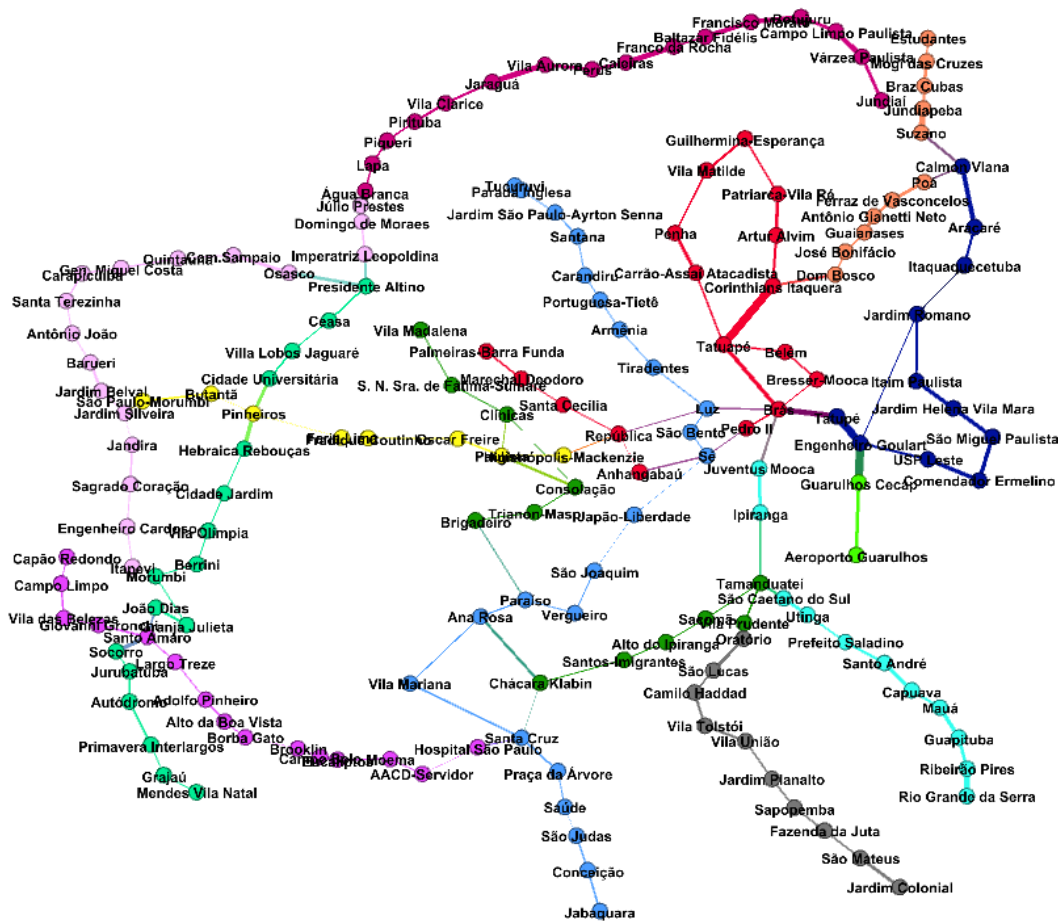


Figura 3: Grafo completo que evidencia as linhas separadas pela cor que as representa e as estações de cada uma



Figura 4: Legenda para identificação do nome das linhas pela cor representada no grafo acima

### A. Caso 1

Origem na estação Anhangabaú na linha Vermelha até o terminal de destino Luz na linha Azul. Não foi exigido nenhum recurso de acessibilidade, logo o valor das variáveis E e R são iguais a zero.

Nesse caso é possível concluir o caminho no tempo de 3 minutos, que é a rota mais rápida entre as estações, pelo o grafo principal. Dentre tantas possibilidade de trajeto, o algoritmo mostrou sua capacidade ao encontrar a rota mais rápida.

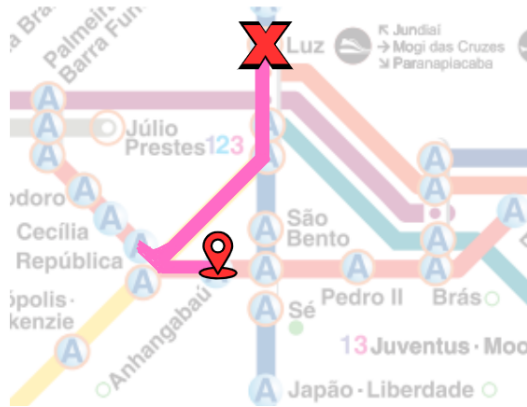


Figura 5: Exemplo 1 - Caminho Anhangabaú e Luz

O caminho percorrido começa na estação Anhangabaú, depois passa pela estação República e em seguida faz a transição entre linhas para chegar no terminal Luz.

### B. Caso 2

Origem na estação Tamanduateí na linha Verde até o destino Brás na linha Azul. Foi exigido que tivesse elevador, logo não importa se há rampa ou não na estação.

A representação gráfica a seguir ilustra a diferença entre os itinerários nos grafo principal (em rosa) e auxiliar (em verde).

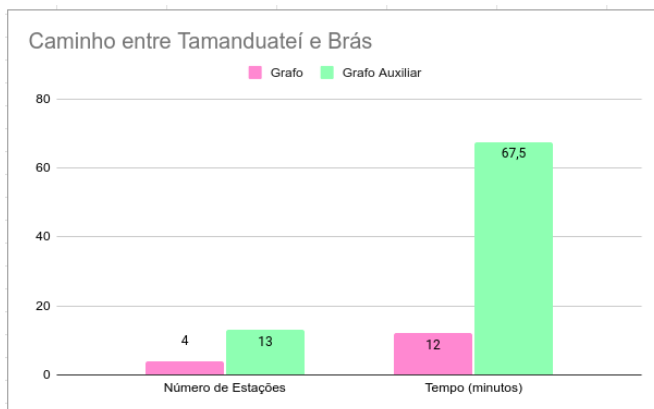


Figura 6: Exemplo 2 - Gráfico Tamanduateí e Brás

Como observado existe uma discrepância entre os caminhos. Isso ocorre porque o trajeto apresentado pelo grafo em rosa,

não contém em todos os terminais o elevador, que é o apoio pedido, por isso esse caminho não pode ser utilizado. Desse modo o algoritmo encontrou uma rota alternativa, a qual consequentemente é mais demorada e é preciso passar por mais estações.

A representação a seguir exibe os dois percursos, o primeiro (rosa) é mais ágil e o segundo (verde) é o trajeto que garante que todas estações tenham elevador.



Figura 7: Exemplo 2 - Caminho Tamanduateí e Brás

### C. Caso 3

Origem na estação Cidade Jardim até o destino Morumbi, ambas pertencentes a linha Esmeralda. Foi exigido apenas a presença de elevador.

O local de saída tem o recurso mas o terminal de chegada e outros terminais entre elas, não possuem. Nesse caso não existe caminho consecutivo que ligue ambas as estações, então não é possível realizar o trajeto quando necessário a presença de elevador. Sendo que, sem considerar o recurso é possível concluir o percurso em 6 minutos utilizando o grafo principal.

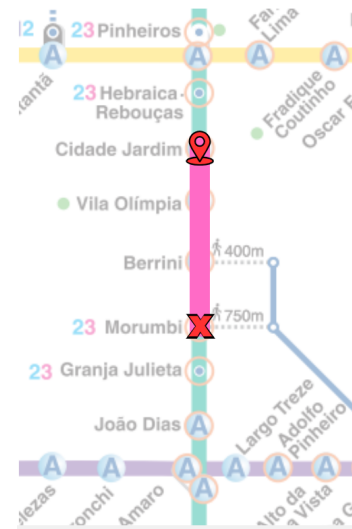


Figura 8: Exemplo 3 - Caminho Cidade Jardim e Morumbi

Observou-se a existência de rotas que se tornam inviáveis de serem concluídas, sendo que existe caminho possível entre os



terminais. A ausência de infraestrutura adequada nos sistemas de metrô e trens gera um impacto direto na mobilidade dos cidadãos e esta limitação implica em dificuldades no deslocamento. Uma alternativa seria utilizar o metrô ou trem para parte da jornada e, para o restante do percurso, recorrer a outros meios de transporte, como uber, táxi, ônibus, entre outros. No entanto, essa estratégia também resultaria em aumento do tempo de deslocamento e custos adicionais, seja pela necessidade de adquirir uma nova passagem ou de pagar pelo serviço de transporte complementar, o que para a maioria das pessoas é inviável de ser feito.

#### D. Caso 4

Origem na estação Paraíso até o destino Jabaquara, ambas pertencentes a linha Azul. O caminho precisava conter elevador e rampa.

O percurso mais rápido engloba todos os três recursos, acaba que para ambos os caminhos o número de estações percorridas é igual. Contudo, a presença de elevadores e rampas resultou em um tempo total de percurso mais prolongado. Esta variação temporal é atribuída à modificação dos pesos das arestas ao utilizar o grafo auxiliar.

Abaixo é possível observar o percurso a ser feito, que foi o mesmo independente dos valores de E e R, pois não há outra forma de chegar até o destino.



Figura 9: Exemplo 4 - Gráfico Paraíso e Jabaquara

O tempo exigido para garantir acessibilidade se estende a 45 minutos (representado em verde), contrastando com os 18 minutos (indicados em rosa) necessários caso a solicitação de rampas e elevadores não fosse considerada.

Embora as instalações nos terminais metroviários e ferroviários tenham sido implementadas, é evidente que a disponibilidade das ferramentas de apoio ainda é insatisfatória.

Os resultados permitem observar que, ampliar a instalação de elevadores e assegurar a manutenção adequada para garantir seu funcionamento constante, além da implementação de rampas menos íngremes e a presença de profissionais nas estações para auxiliar pessoas com necessidades especiais, haveria uma potencial redução no tempo de trajeto. Essas melhorias

estruturais e assistenciais contribuiriam significativamente para a acessibilidade do sistema de transporte, ao possibilitar uma experiência mais fluida e inclusiva para todos os usuários.

De forma ampla, há uma clara falta de atenção nos terminais de trem, particularmente notável nas linhas Rubi, Esmeralda e Turquesa, que são as mais negligenciadas nesse contexto.

Dentre as análises realizadas, um fator comum entre os casos que demandam acessibilidade é o uso de elevadores nos terminais. Este fator tem um grande impacto, uma vez esta é a ferramenta mais fácil de ser acessada e que demanda o menor esforço, consequentemente, possui o menor peso na aresta do grafo. Como resultado direto, é evidente que essa lacuna afeta consideravelmente o tempo de viagem e o número de terminais visitados. Isso ressalta o quanto a falta dessa instalação afeta negativamente a comunidade.

#### V. CONCLUSÃO

Em termos de aplicação de algoritmos, percebe-se o quanto a aplicação deles otimiza, também, tarefas simples do dia, como saber a rota mais rápida para casa, trabalho e qualquer outra local da cidade, e o algoritmo de Dijkstra se mostrou eficiente para essa aplicabilidade.

Torna-se evidente que, mesmo com recursos de acessibilidade disponíveis, o deslocamento ainda resulta em um aumento significativo no tempo. Essa questão está relacionada a presença limitada de elevadores nas estações, rampas excessivamente íngremes, bem como a ausência de esteiras rolantes que se implementadas agilizaria a locomoção no interior da estação. Ou seja, além de não ter todos os recursos em todas as estações, muitas vezes eles não são implementados na quantidade necessária e segura para o uso. É fundamental compreender que em uma cidade com mais de 12 milhões de habitantes onde milhares de pessoas utilizam esses meios de transporte diariamente, o fluxo de passageiros nesses locais é enorme. Sem a devida atenção e cuidado com as necessidades especiais de quem precisa, o acesso a esses locais torna-se inviável. A acessibilidade ainda é um desafio significativo em São Paulo.

Com o objetivo de aprofundar e melhorar o funcionamento das estações de metrô e trens, surge a oportunidade de estudar mais detalhadamente o domínio da construção e planejamento desses terminais, analisando outras ferramentas de acessibilidade também, como as mencionadas no início. Isso envolve explorar novas instalações em pontos estratégicos para facilitar o acesso e atender a uma maior parcela da população, desenvolvendo outros recursos de apoio que ajudariam o deslocamento dentro dos terminais. Vale ressaltar que a instalação dessas ferramentas demanda muita preparação e estudo, visto que para o desenvolvimento desses projetos é preciso investimento financeiro e organização para gerenciar a circulação da comunidade durante o período de novas instalações. Além disso é fundamental compreender a capacidade de cada terminal metroviário para assim determinar a melhor abordagem para gerenciar o fluxo de pessoas.

## REFERÊNCIAS

- [1] Algoritmo completo desenvolvido neste repositório do Github: <https://github.com/annalaurams/Algoritmo-Dijkstra-em-metr-s.git>
- [2] Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência. Brasília. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=comdocmanview=downloadalias=424-cartilhacategoryslug>. Acesso em: 16 nov. 2023.
- [3] H. ROSEN, Kenneth. Matemática Discreta e Suas Aplicações, 6th. Porto Alegre: AMGH, 2010.
- [4] DE CARVALHO, B. M. P. S. Algoritmo de dijkstra. Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal, 2008.
- [5] PADUA DA SILVA, Larisse et al. Curso Acessibilidade em Espaços Urbanos. 2020.
- [6] PIERINI, Cláudio Roberto. A acessibilidade para os usuários com mobilidade reduzida no metrô de Montreal (Canadá).
- [7] PINHEIRO, Mariana Correa; RIBEIRO, Paulo Guilherme; SOARES DE MELLO, J. C. C. B. Uma análise do sistema metrô-ferroviário de Lisboa com grafos multiaresta. Relatórios de Pesquisa em Engenharia de Produção, v. 4, p. 12-19, 2004.
- [8] Acessibilidade no Metrô – Metrô. Sp.gov.br. Disponível em: <https://www.metro.sp.gov.br/ptBR/metro/programa-visitas/roteiros/acessibilidade-no-metro>. Acesso em: 12 nov. 2023.
- [9] MOOVIT. O aplicativo de mobilidade urbana Moovit. Disponível em: <https://moovitapp.com> Acesso em: 12 nov. 2023.
- [10] Para onde você vai? – Metrô. Sp.gov.br. Disponível em: <https://www.metro.sp.gov.br/ptBR/sua-viagem/trajeto>. Acesso em: 9 nov. 2023.
- [11] H. CORMEN, Thomas et al. Algoritmos Teoria e Prática. 3. ed. ISBN 9788535209266.
- [12] Brasil tem 18,6 milhões de pessoas com deficiência. Ministério dos Direitos Humanos e da Cidadania. Disponível em: <https://www.gov.br/mdh/pt-br/assuntos/noticias/2023/julho/brasil-tem-18-6-milhoes-de-pessoas-com-deficiencia-indica-pesquisa-divulgada-pelo-ibge-e-mdhc>. Acesso em: 15 nov. 2023.
- [13] Gephi - The Open Graph Viz Platform. Gephi.org. Disponível em: <https://gephi.org/>. Acesso em: 19 nov. 2023.
- [14] SPOMBERG, Thiago Kotarba. Acessibilidade enquanto pressuposto para inclusão social. 2019.
- [15] DE PAULA, A. R.; BUENO, C. L. R. Acessibilidade no mundo do trabalho. In: I Conferência Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência, Brasília: SEDH, 2006.
- [16] Institucional – Metrô. Sp.gov.br. Disponível em: <https://www.metro.sp.gov.br/ptBR/metro/institucional>. Acesso em: 15 nov.2023
- [17] SILVA, Michel Pires. Algoritmos em Grafos. Notas de aula da disciplina Algoritmos e Estrutura de Dados. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, 2022.

## VI. APÊNDICE

Tabela I: Informações dos vértices do grafo, sendo cada linha um novo nó

Cor	Id	Estacao	E	R
Azul	1	Jabaquara	1	1
Azul	1	Conceição	1	1
Azul	1	SãoJudas	1	1
Azul	1	Saúde	1	1
Azul	1	Praça da Árvore	1	1
Azul	1	SantaCruz	1	1
Azul	1	Vila Mariana	1	1
Azul	1	Ana Rosa	1	1
Azul	1	Paraíso	1	1
Azul	1	Vergueiro	1	1

(Continua...)

Cor	Id	Estacao	E	R
Azul	1	SãoJoaquim	1	1
Azul	1	Japão-Liberdade	1	1
Azul	1	Sé	1	1
Azul	1	SãoBento	1	1
Azul	1	Luz	1	1
Azul	1	Tiradentes	1	1
Azul	1	Armênia	1	1
Azul	1	Portuguesa-Tietê	1	1
Azul	1	Carandiru	1	1
Azul	1	Santana	1	1
Azul	1	JardimSPAyrtonSenna	1	1
Azul	1	Parada Inglesa	1	1
Azul	1	Tucuruvi	1	1
Verde	2	VilaPrudente	1	1
Verde	2	Tamanduateí	1	1
Verde	2	Sacomã	1	1
Verde	2	AltodoIpiranga	1	1
Verde	2	Santos-Imigrantes	1	1
Verde	2	Chácara Klabin	1	1
Verde	2	Brigadeiro	1	1
Verde	2	Trianon-Masp	1	1
Verde	2	Consolação	1	1
Verde	2	Clínicas	1	1
Verde	2	S.N.S.Fátima-Sumaré	1	1
Verde	2	VilaMadalena	1	1
Vermelha	3	CorinthiansItaquera	1	1
Vermelha	3	ArturAlvim	1	1
Vermelha	3	Patriarca-VilaRé	1	1
Vermelha	3	Guilhermina-Esperança	1	1
Vermelha	3	VilaMatilde	1	1
Vermelha	3	Penha	1	1
Vermelha	3	Carrão-AssaíAtacadista	1	1
Vermelha	3	Tatuapé	1	1
Vermelha	3	Belém	1	1
Vermelha	3	Bresser-Mooca	1	1
Vermelha	3	Brás	1	1
Vermelha	3	PedroII	1	1
Vermelha	3	Anhangabaú	1	1
Vermelha	3	República	1	1
Vermelha	3	SantaCecília	1	1
Vermelha	3	MarechalDeodoro	1	1
Vermelha	3	Palmeiras-BarraFunda	1	1
Amarela	4	SPMorumbi	1	1
Amarela	4	Butantã	1	1
Amarela	4	Pinheiros	1	1
Amarela	4	FariaLima	1	1
Amarela	4	FradiqueCoutinho	1	1
Amarela	4	OscarFreire	1	1
Amarela	4	Paulista	1	1
Amarela	4	Higienópolis-Mackenzie	1	1

(Continua...)



Cor	Id	Estacao	E	R
Lilás	5	CapãoRedondo	1	1
Lilás	5	CampoLimpo	1	1
Lilás	5	ViladasBelezas	1	1
Lilás	5	GiovanniGronchi	1	1
Lilás	5	SantoAmaro	1	1
Lilás	5	LargoTreze	1	1
Lilás	5	AdolfoPinheiro	1	1
Lilás	5	AltodaBoaVista	1	1
Lilás	5	BorbaGato	1	1
Lilás	5	Brooklin	1	1
Lilás	5	CampoBelo	1	1
Lilás	5	Eucaliptos	1	1
Lilás	5	Moema	1	1
Lilás	5	AACD-Servidor	1	1
Lilás	5	HospitalSãoPaulo	1	1
Rubi	7	Jundiaí	0	1
Rubi	7	VárzeaPaulista	0	1
Rubi	7	CampoLimpoPaulista	0	1
Rubi	7	Botujuru	0	1
Rubi	7	FranciscoMorato	1	1
Rubi	7	BaltazarFidélis	0	1
Rubi	7	FrancodaRocha	1	1
Rubi	7	Caieiras	0	1
Rubi	7	Perus	0	1
Rubi	7	Jaraguá	0	1
Rubi	7	VilaClarice	0	0
Rubi	7	Pirituba	0	0
Rubi	7	Piqueri	0	0
Rubi	7	Lapa	0	1
Rubi	7	ÁguaBranca	0	1
Rubi	7	VilaAurora	1	1
Diamante	8	Itapevi	1	1
Diamante	8	EngenheiroCardoso	1	1
Diamante	8	SagradoCoração	0	0
Diamante	8	Jandira	0	0
Diamante	8	JardimSilveira	0	0
Diamante	8	JardimBelval	0	0
Diamante	8	Barueri	0	0
Diamante	8	AntônioJoão	0	1
Diamante	8	SantaTerezinha	0	0
Diamante	8	Carapicuíba	0	0
Diamante	8	Gen.MiguelCosta	0	0
Diamante	8	Quintaúna	0	0
Diamante	8	Com.Sampaio	0	0
Diamante	8	Osasco	0	0
Diamante	8	ImperatrizLeopoldina	0	0
Diamante	8	DomingosdeMoraes	0	0
Diamante	8	JúlioPrestes	0	1
Esmeralda	9	PresidenteAltino	0	1
Esmeralda	9	Ceasa	0	0

(Continua...)

Cor	Id	Estacao	E	R
Esmeralda	9	VillaLobosJaguapé	0	0
Esmeralda	9	CidadeUniversitária	0	0
Esmeralda	9	HebraicaRebouças	0	0
Esmeralda	9	CidadeJardim	1	1
Esmeralda	9	VilaOlímpia	1	1
Esmeralda	9	Berrini	1	1
Esmeralda	9	Morumbi	0	0
Esmeralda	9	GranjaJulieta	0	0
Esmeralda	9	JoãoDias	1	1
Esmeralda	9	Socorro	1	1
Esmeralda	9	Jurubatuba	0	1
Esmeralda	9	Autódromo	0	0
Esmeralda	9	PrimaveraInterlargos	0	0
Esmeralda	9	Grajaú	0	0
Esmeralda	9	MendesVilaNatal	0	0
Turquesa	10	JuventusMooca	0	1
Turquesa	10	SãoCaetanodoSul	0	1
Turquesa	10	Utinga	0	1
Turquesa	10	PrefeitoSaladino	0	1
Turquesa	10	SantoAndré	0	1
Turquesa	10	Capuava	0	1
Turquesa	10	Mauá	0	1
Turquesa	10	Guapituba	1	1
Turquesa	10	RibeirãoPires	0	1
Turquesa	10	RioGrandedaSerra	0	1
Turquesa	10	Ipiranga	0	1
Coral	11	DomBosco	1	1
Coral	11	JoséBonifácio	1	1
Coral	11	Guaianases	0	1
Coral	11	AntônioGianettiNeto	1	1
Coral	11	FerrazdeVasconcelos	1	1
Coral	11	Poá	1	1
Coral	11	Suzano	1	1
Coral	11	Jundiapéba	0	1
Coral	11	BrazCubas	0	1
Coral	11	MogidasCruzes	0	1
Coral	11	Estudantes	0	1
Safira	12	EngenheiroGoulart	1	1
Safira	12	USPLeite	1	1
Safira	12	ComendadorErmelino	1	1
Safira	12	SãoMiguelPaulista	1	1
Safira	12	JardimHelenaVilaMara	1	1
Safira	12	ItaimPaulista	1	1
Safira	12	JardimRomano	1	1
Safira	12	EngenheiroManoelFeio	0	0
Safira	12	Itaquaquecetuba	0	1
Safira	12	Aracaré	0	0
Safira	12	CalmonViana	1	1
Jade	13	GuarulhosCecap	1	1
Jade	13	AeroportoGuarulhos	1	1

(Continua...)

Cor	Id	Estacao	E	R
Prata	15	Oratório	1	1
Prata	15	SãoLucas	1	1
Prata	15	CamiloHaddad	1	1
Prata	15	VilaTolstói	1	1
Prata	15	VilaUnião	1	1
Prata	15	JardimPlanalto	1	1
Prata	15	Sapopemba	1	1
Prata	15	FazendadaJuta	1	1
Prata	15	SãoMateus	1	1
Prata	15	JardimColonial	1	1

Tabela II: Conexões entre as estações de saída e chegada, T representa o tempo, o peso da aresta

Origem	Destino	T
Tucuruvi	ParadaInglesa	2
ParadaInglesa	JardimSP-AyrtonSenna	2
JardimSP-AyrtonSenna	Santana	2
Santana	Carandiru	2
Carandiru	Portuguesa-Tietê	2
Portuguesa-Tietê	Armênia	2
Armênia	Tiradentes	2
Tiradentes	Luz	2
Luz	SãoBento	2
SãoBento	Sé	2
Sé	Japão-Liberdade	1
Japão-Liberdade	SãoJoaquim	1
SãoJoaquim	Vergueiro	2
Vergueiro	Paraíso	2
Paraíso	AnaRosa	1
AnaRosa	VilaMariana	2
VilaMariana	SantaCruz	3
SantaCruz	PraçadaÁrvore	3
PraçadaÁrvore	Saúde	2
Saúde	SãoJudas	1
SãoJudas	Conceição	3
Conceição	Jabaquara	3
VilaMadalena	S.N.S.Fátima-Sumaré	2
S.N.S.Fátima-Sumaré	Clínicas	2
Clínicas	Paulista	2
Paulista	Consolação	4
Consolação	Tranon-Masp	2
Tranon-Masp	Brigadeiro	2
Brigadeiro	Paraíso	2
AnaRosa	ChácaraKlabin	4
ChácaraKlabin	Santos-Imigrantes	2
Santos-Imigrantes	AltodoIpiranga	2
AltodoIpiranga	Sacomã	2
Sacomã	Tamanduateí	2

(Continua...)

Origem	Destino	T
Tamanduateí	VilaPrudente	3
Palmeiras-BarraFunda	MarechalDeodoro	3
MarechalDeodoro	SantaCecília	2
SantaCecília	República	2
República	Anhangabaú	1
Anhangabaú	Sé	3
Sé	PedroII	2
PedroII	Brás	3
Brás	Bresser-Mooca	2
Bresser-Mooca	Belém	3
Belém	Tatuapé	3
Tatuapé	Carrão-AssaíAtacadista	3
Carrão-AssaíAtacadista	Penha	5
Penha	VilaMatilde	3
VilaMatilde	Guilhermina-Esperança	4
Guilhermina-Esperança	Patriarca-VilaRé	3
Patriarca-VilaRé	ArturAlvim	5
ArturAlvim	CorinthiansItaquera	4
Luz	República	2
República	Higienópolis-Mackenzie	2
Higienópolis-Mackenzie	Paulista	2
Paulista	OscarFreire	3
OscarFreire	FradiqueCoutinho	2
FradiqueCoutinho	FariaLima	1
FariaLima	Pinheiros	1
Pinheiros	Butantã	1
Butantã	SPMorumbi	3
SPMorumbi	VilaSônia	2
CapãoRedondo	CampoLimpo	2
CampoLimpo	ViladasBelezas	3
ViladasBelezas	GiovanniGronchi	2
GiovanniGronchi	SantoAmaro	3
SantoAmaro	LargoTreze	2
LargoTreze	AdolfoPinheiro	2
AdolfoPinheiro	AltodaBoaVista	3
AltodaBoaVista	BorbaGato	2
BorbaGato	Brooklin	1
Brooklin	CampoBelo	2
CampoBelo	Eucaliptos	3
Eucaliptos	Moema	3
Moema	AACD-Servidor	2
AACD-Servidor	HospitalSãoPaulo	1
HospitalSãoPaulo	SantaCruz	2
SantaCruz	ChácaraKlabin	1
Jundiaí	VárzeaPaulista	5
VárzeaPaulista	CampoLimpoPaulista	7
CampoLimpoPaulista	Botujuru	5
Botujuru	FranciscoMorato	7
FranciscoMorato	BaltazarFidélis	7

(Continua...)

<b>Origem</b>	<b>Destino</b>	<b>T</b>
BaltazarFidélis	FrancodaRocha	3
FrancodaRocha	Caieiras	8
Caieiras	Perus	5
VilaAurora	Jaraguá	8
Jaraguá	VilaClarice	4
VilaClarice	Pirituba	4
Pirituba	Piqueri	3
Piqueri	Lapa	3
Lapa	ÁguaBranca	3
ÁguaBranca	PalmeirasBarraFunda	5
Itapevi	EngenheiroCardoso	2
EngenheiroCardoso	SagradoCoração	2
SagradoCoração	Jandira	3
Jandira	JardimSilveira	1
JardimSilveira	JardimBelval	2
JardimBelval	Barueri	4
Barueri	AntônioJoão	2
AntônioJoão	SantaTerezinha	2
SantaTerezinha	Carapicuíba	3
Carapicuíba	Gen.MiguelCosta	3
Gen.MiguelCosta	Quintaúna	3
Quintaúna	Com.Sampaio	2
Com.Sampaio	Osasco	5
Osasco	PresidenteAltino	3
PresidenteAltino	ImperatrizLeopoldina	4
ImperatrizLeopoldina	DomingosdeMoraes	3
DomingosdeMoraes	PalmeirasBarraFunda	9
PalmeirasBarraFunda	JúlioPrestes	7
Osasco	PresidenteAltino	2
PresidenteAltino	Ceasa	3
Ceasa	VillaLobosJaguaré	2
VillaLobosJaguaré	CidadeUniversitária	3
CidadeUniversitária	Pinheiros	5
Pinheiros	HebraicaRebouças	6
HebraicaRebouças	CidadeJardim	2
CidadeJardim	VilaOlímpia	2
VilaOlímpia	Berrini	2
Berrini	Morumbi	2
Morumbi	GranjaJulieta	2
GranjaJulieta	JoãoDias	4
JoãoDias	SantoAmaro	3
SantoAmaro	Socorro	6
Socorro	Jurubatuba	2
Jurubatuba	Autódromo	3
Autódromo	PrimaveraInterlargos	3
PrimaveraInterlargos	Grajaú	2
Grajaú	MendesVilaNatal	2
Brás	JuventusMooca	4
JuventusMooca	Ipiranga	5
Ipiranga	Tamanduateí	3

(Continua...)

<b>Origem</b>	<b>Destino</b>	<b>T</b>
Tamanduateí	SãoCaetanodoSul	4
SãoCaetanodoSul	Utinga	5
Utinga	PrefeitoSaladino	3
PrefeitoSaladino	SantoAndré	4
SantoAndré	Capuava	6
Capuava	Mauá	4
Mauá	Guapituba	6
Guapituba	RibeirãoPires	5
RibeirãoPires	RioGrandedaSerra	8
Luz	Brás	3
Brás	Tatuapé	6
Tatuapé	CorinthiansItaquera	12
CorinthiansItaquera	DomBosco	4
DomBosco	JoséBonifácio	3
JoséBonifácio	Guaianases	3
Guaianases	AntônioGianettiNeto	6
AntônioGianettiNeto	FerrazdeVasconcelos	4
FerrazdeVasconcelos	Poá	5
Poá	CalmonViana	3
CalmonViana	Suzano	4
Suzano	Jundiapéba	9
Jundiapéba	BrazCubas	4
BrazCubas	MogidasCruzes	5
MogidasCruzes	Estudantes	3
Brás	Tatupé	8
Tatupé	EngenheiroGoulart	11
EngenheiroGoulart	USPLeste	4
USPLeste	ComendadorErmelino	6
ComendadorErmelino	SãoMiguelPaulista	6
SãoMiguelPaulista	JardimHelenaVilaMara	6
JardimHelenaVilaMara	ItaimPaulista	6
ItaimPaulista	JardimRomano	4
JardimRomano	EngenheiroManoelFeio	4
EngenheiroManoelFeio	Itaquaquecetuba	4
Itaquaquecetuba	Aracaré	4
Aracaré	CalmonViana	7
EngenheiroGoulart	GuarulhosCecap	12
GuarulhosCecap	AeroportoGuarulhos	5
VilaPrudente	Oratório	5
Oratório	SãoLucas	5
SãoLucas	CamiloHaddad	3
CamiloHaddad	VilaTolstói	4
VilaTolstói	VilaUnião	4
VilaUnião	JardimPlanalto	3
JardimPlanalto	Sapopemba	3
Sapopemba	FazendadaJuta	3
FazendadaJuta	SãoMateus	3
SãoMateus	JardimColonial	5
ParadaInglesa	Tucuruvi	2
JardimSPAyrtonSenna	ParadaInglesa	2

(Continua...)

<b>Origem</b>	<b>Destino</b>	<b>T</b>
Santana	JardimSPAyrtonSenna	2
Carandiru	Santana	2
Portuguesa-Tietê	Carandiru	2
Armênia	Portuguesa-Tietê	2
Tiradentes	Armênia	2
Luz	Tiradentes	2
SãoBento	Luz	2
Sé	SãoBento	2
Japão-Liberdade	Sé	1
SãoJoaquim	Japão-Liberdade	1
Vergueiro	SãoJoaquim	2
Paraíso	Vergueiro	2
VilaMariana	AnaRosa	2
SantaCruz	VilaMariana	3
Praça daÁrvore	SantaCruz	3
Saúde	Praça daÁrvore	2
SãoJudas	Saúde	1
Conceição	SãoJudas	3
Jabaquara	Conceição	3
S.N.S.Fátima-Sumaré	VilaMadalena	2
Clínicas	S.N.S.Fátima-Sumaré	2
Paulista	Clínicas	2
Consolação	Paulista	4
Trianon-Masp	Consolação	2
Brigadeiro	Trianon-Masp	2
Paraíso	Brigadeiro	2
AnaRosa	Paraíso	4
ChácaraKlabin	AnaRosa	4
Santos-Imigrantes	ChácaraKlabin	2
AltodoIpiranga	Santos-Imigrantes	2
Sacomã	AltodoIpiranga	2
Tamanduateí	Sacomã	2
VilaPrudente	Tamanduateí	3
MarechalDeodoro	Palmeiras-BarraFundada	3
SantaCecília	MarechalDeodoro	2
República	SantaCecília	2
Anhangabaú	República	1
Sé	Anhangabaú	3
PedroII	Sé	2
Brás	PedroII	3
Bresser-Mooca	Brás	2
Belém	Bresser-Mooca	3
Tatuapé	Belém	3
Carrão-AssaíAtacadista	Tatuapé	3
Penha	Carrão-AssaíAtacadista	5
VilaMatilde	Penha	3
Guilhermina-Esperança	VilaMatilde	4
Patriarca-VilaRé	Guilhermina-Esperança	3
ArturAlvim	Patriarca-VilaRé	5
CorinthiansItaquera	ArturAlvim	4

(Continua...)

<b>Origem</b>	<b>Destino</b>	<b>T</b>
República	Luz	2
Higienópolis-Mackenzie	República	2
Paulista	Higienópolis-Mackenzie	2
OscarFreire	Paulista	3
FradiqueCoutinho	OscarFreire	2
FariaLima	FradiqueCoutinho	1
Pinheiros	FariaLima	1
Butantã	Pinheiros	1
SPMorumbi	Butantã	3
VilaSônia	SPMorumbi	2
CampoLampo	CapãoRedondo	2
ViladasBelezas	CampoLampo	3
GiovanniGronchi	ViladasBelezas	2
SantoAmaro	GiovanniGronchi	3
LargoTreze	SantoAmaro	2
AdolfoPinheiro	LargoTreze	2
AltodaBoaVista	AdolfoPinheiro	3
BorbaGato	AltodaBoaVista	2
Brooklin	BorbaGato	1
CampoBelo	Brooklin	2
Eucaliptos	CampoBelo	3
Moema	Eucaliptos	3
AACD-Servidor	Moema	2
HospitalSãoPaulo	AACD-Servidor	1
SantaCruz	HospitalSãoPaulo	2
ChácaraKlabin	SantaCruz	1
VárzeaPaulista	Jundiaí	5
CampoLampoPaulista	VárzeaPaulista	7
Botujuru	CampoLampoPaulista	5
FranciscoMorato	Botujuru	7
BaltazarFidélis	FranciscoMorato	7
FrancodaRocha	BaltazarFidélis	3
Caieiras	FrancodaRocha	8
Perus	Caieiras	5
Jaraguá	VilaAurora	8
VilaClarice	Jaraguá	4
Pirituba	VilaClarice	4
Piqueri	Pirituba	3
Lapa	Piqueri	3
ÁguaBranca	Lapa	3
PalmeirasBarraFundada	ÁguaBranca	5
EngenheiroCardoso	Itapevi	2
SagradoCoração	EngenheiroCardoso	2
Jandira	SagradoCoração	3
JardimSilveira	Jandira	1
JardimBelval	JardimSilveira	2
Barueri	JardimBelval	4
AntônioJoão	Barueri	2
SantaTerezinha	AntônioJoão	2
Carapicuíba	SantaTerezinha	3

(Continua...)

<b>Origem</b>	<b>Destino</b>	<b>T</b>
Gen.MiguelCosta	Carapicuíba	3
Quintaúna	Gen.MiguelCosta	3
Com.Sampaio	Quintaúna	2
Osasco	Com.Sampaio	5
PresidenteAltino	Osasco	3
ImperatrizLeopoldina	PresidenteAltino	4
DomingosdeMoraes	ImperatrizLeopoldina	3
Sé	SãoBento	2
PalmeirasBarraFunda	DomingosdeMoraes	9
JúlioPrestes	PalmeirasBarraFunda	7
PresidenteAltino	Osasco	2
Ceasa	PresidenteAltino	3
VillaLobosJaguaré	Ceasa	2
CidadeUniversitária	VillaLobosJaguaré	3
Pinheiros	CidadeUniversitária	5
HebraicaRebouças	Pinheiros	6
CidadeJardim	HebraicaRebouças	2
VilaOlímpia	CidadeJardim	2
Berrini	VilaOlímpia	2
Morumbi	Berrini	2
GranjaJulieta	Morumbi	2
JoãoDias	GranjaJulieta	4
SantoAmaro	JoãoDias	3
Socorro	SantoAmaro	6
Jurubatuba	Socorro	2
Autódromo	Jurubatuba	3
PrimaveraInterlargos	Autódromo	3
Grajaú	PrimaveraInterlargos	2
MendesVilaNatal	Grajaú	2
JuventusMooca	Brás	4
Ipiranga	JuventusMooca	5
Tamanduateí	Ipiranga	3
SãoCaetanodoSul	Tamanduateí	4
Utinga	SãoCaetanodoSul	5
PrefeitoSaladino	Utinga	3
SantoAndré	PrefeitoSaladino	4
Capuava	SantoAndré	6
Mauá	Capuava	4
Guapituba	Mauá	6
RibeirãoPires	Guapituba	5
RioGrandedaSerra	RibeirãoPires	8
Brás	Luz	3
Tatuapé	Brás	6
CorinthiansItaquera	Tatuapé	12
DomBosco	CorinthiansItaquera	4
JoséBonifácio	DomBosco	3
Guaianases	JoséBonifácio	3
AntônioGianettiNeto	Guaianases	6
FerrazdeVasconcelos	AntônioGianettiNeto	4
Poá	FerrazdeVasconcelos	5

(Continua...)

<b>Origem</b>	<b>Destino</b>	<b>T</b>
CalmonViana	Poá	3
Suzano	CalmonViana	4
Jundiapéba	Suzano	9
BrazCubas	Jundiapéba	4
MogidasCruzes	BrazCubas	5
Estudantes	MogidasCruzes	3
Tatupé	Brás	8
EngenheiroGoulart	Tatupé	11
USPLeste	EngenheiroGoulart	4
ComendadorErmelino	USPLeste	6
SãoMiguelPaulista	ComendadorErmelino	6
JardimHelenaVilaMara	SãoMiguelPaulista	6
ItaimPaulista	JardimHelenaVilaMara	6
JardimRomano	ItaimPaulista	4
EngenheiroManoelFeio	JardimRomano	4
Itaquaquecetuba	EngenheiroManoelFeio	4
Aracaré	Itaquaquecetuba	4
CalmonViana	Aracaré	7
GuarulhosCecap	EngenheiroGoulart	12
AeroportoGuarulhos	GuarulhosCecap	5
Oratório	VilaPrudente	5
SãoLucas	Oratório	5
CamiloHaddad	SãoLucas	3
VilaTolstói	CamiloHaddad	4
VilaUnião	VilaTolstói	4
JardimPlanalto	VilaUnião	3
Sapopemba	JardimPlanalto	3
FazendadaJuta	Sapopemba	3
SãoMateus	FazendadaJuta	3
JardimColonial	SãoMateus	5
Clínicas	Consolação	2
Perus	VilaAurora	5
VilaAurora	Perus	5
Tatuapé	EngenheiroGoulart	10