



AEAMESP



Uso de modelagem dinâmica de passageiros no planejamento de projetos de estações metroferroviárias.

Autor: Gabriel Francisco Rodrigues Noronha Lima

“21ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA”, “PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS”

CATEGORIA 1: Políticas públicas, planejamento urbano, mobilidade sustentável, planejamento e concepção de sistemas de transporte.

Uso de modelagem dinâmica de passageiros no planejamento de projetos de estações metroferroviárias.

1. INTRODUÇÃO

A cidade de São Paulo é a maior cidade brasileira, diariamente as pessoas se deparam com trens e estações que não suportam demanda que é submetida. Essa situação torna evidente o déficit de infraestrutura de transporte sobre trilhos e a necessidade da expansão da sua rede.

A rede metroferroviária é um dos principais elementos da mobilidade, o sistema de transporte metroviário (Metrô), as linhas da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM), tornam a circulação de pessoas mais fácil e acessível, porém não há infraestrutura suficiente para transportar os passageiros com níveis aceitáveis de conforto e segurança.

A malha consegue atender uma grande parte da população, mas ainda não está desenvolvida o suficiente para promover uma movimentação plena dos seus usuários pela cidade. Apesar de estar presente em grande parte de São Paulo, existe ainda a necessidade de expansão, tanto na malha existente, quanto na criação de novas linhas.

O transporte metroviário promove uma vantagem aos seus usuários por conta da sua rapidez na locomoção por dentro das grandes cidades. Sua praticidade, velocidade e

baixo custo em relação ao transporte individual, faz com que milhões de pessoas usem esse tipo de transporte diariamente. Para conseguir atender o grande fluxo de pessoas de São Paulo é necessário que as estações tenham toda infraestrutura e um sistema de operação adequado para o conforto e segurança dos usuários.

Para facilitar a locomoção e descongestionar o sistema, estão sendo ampliadas e criadas novas linhas de Metrô e de CPTM. Um dos projetos de ampliação da rede do Metrô é extensão da Linha 5 –Lilás até a Chácara Klabin. Essa linha fará interligação com a Linha 1 – Azul e com a Linha 2 – Verde.

No entanto essa mudança fará com que um número maior de usuários seja direcionado a estações que inicialmente não foram projetadas para terem demanda de integração entre linhas. As estações que antes pertenciam a apenas uma linha, depois da conclusão das obras poderão tornar-se mais atrativas para muitos passageiros, por possibilitar mais rapidez em suas viagens. Essas estações terão consequentemente um aumento no número de usuários, e assim é essencial que os projetos das novas estações sejam capazes de suportar a demanda para situações de hora pico e de emergência.

A estação Santa Cruz, não foi projetada para receber o aumento na demanda causada pela interligação com essa nova linha. Há uma preocupação sobre a capacidade dessa estação em atender sua demanda futura, esse estudo tem o objetivo de avaliar um projeto preliminar da estação Santa Cruz, e através da microssimulação dinâmica apontar melhorias e propor soluções para que a estação seja capaz de atender de forma eficaz seus usuários.

É importante ressaltar que o estudo é baseado em um projeto preliminar, podendo não refletir o que está sendo executado, sendo assim, os resultados valem para essas configurações de plantas e premissas adotadas.

2. DIAGNÓSTICO

A estação Santa Cruz da Linha 1 – Azul, hoje sem interligação com nenhuma outra linha, possui as seguintes características segundo informações do Metrô (1) (2013). A estação foi inaugurada em 1974, possui integração com Terminal Urbano de ônibus e o *Shopping Metrô Santa Cruz*, a capacidade da estação na hora-pico é de 20.000 pessoas e ela possui uma área construída de 6190 m².

A estação conta com elevadores para acessibilidade de pessoas com mobilidade reduzida e também possui sanitários de uso público. Situa-se em uma área de grande atuação comercial, de serviços, saúde e educação.

Localizada na Rua Domingos de Moraes, a estação, além de ser embaixo do *shopping* é próxima ao terminal de ônibus, a hospitais e também ao colégio Marista Arquidiocesano.

O shopping Metrô Santa Cruz recebe diariamente 55 mil pessoas, segundo Brmalls (2014), sendo assim um polo gerador considerável de demanda que pode influenciar diretamente na operação da estação.

2.1 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO

A ampliação da estação Santa Cruz que tem inauguração prevista para 2017 e seguirá as seguintes regras de dimensionamento, segundo a Sistran (2009):

- a) Dimensionado para o ano horizonte de 2014;
- b) Acessos com largura mínima de 2,00 metros, divididos em módulos de 0,60 metros com capacidade de 1.800 pessoas/hora por cada módulo. É recomendável ter pelo menos dois acessos, um em cada lado da via;



AEAMESP



- c) Bilheterias blindadas de tamanho padrão com capacidade de 240 passageiros/hora;
- d) Rampas com largura mínima de 6 metros, divididos em módulos de 0,60 metros e com capacidade de 1.500 passageiros/hora;
- e) Escadas fixas de largura mínima de 2,00 metros e divididos em módulos de 0,60 metros com capacidade de 2.400 pessoas/hora por módulo;
- f) Escadas rolantes com capacidade de 6.500 passageiros/hora;
- g) Corredores com largura mínima de 6,00 metros e capacidade de 16.200 passageiros/hora;
- h) Bloqueio com capacidade de 1.200 passageiros/hora entrando e 1.500 passageiros/hora saindo;
- i) Plataformas que foram projetadas seguindo padrão das novas estações e possuem 136 metros x 4,85 metros, descontando as medidas de segurança ela fica com 4,00m de largura, pois são 0,60 metros de faixa de segurança e 0,25 metros de afastamento da parede, totalizando assim uma área útil de 544m²;
- j) Mezaninos são dimensionados para acumular até 20% dos passageiros em cada intervalo entre trens com capacidade máxima de 2,5 passageiros/m².

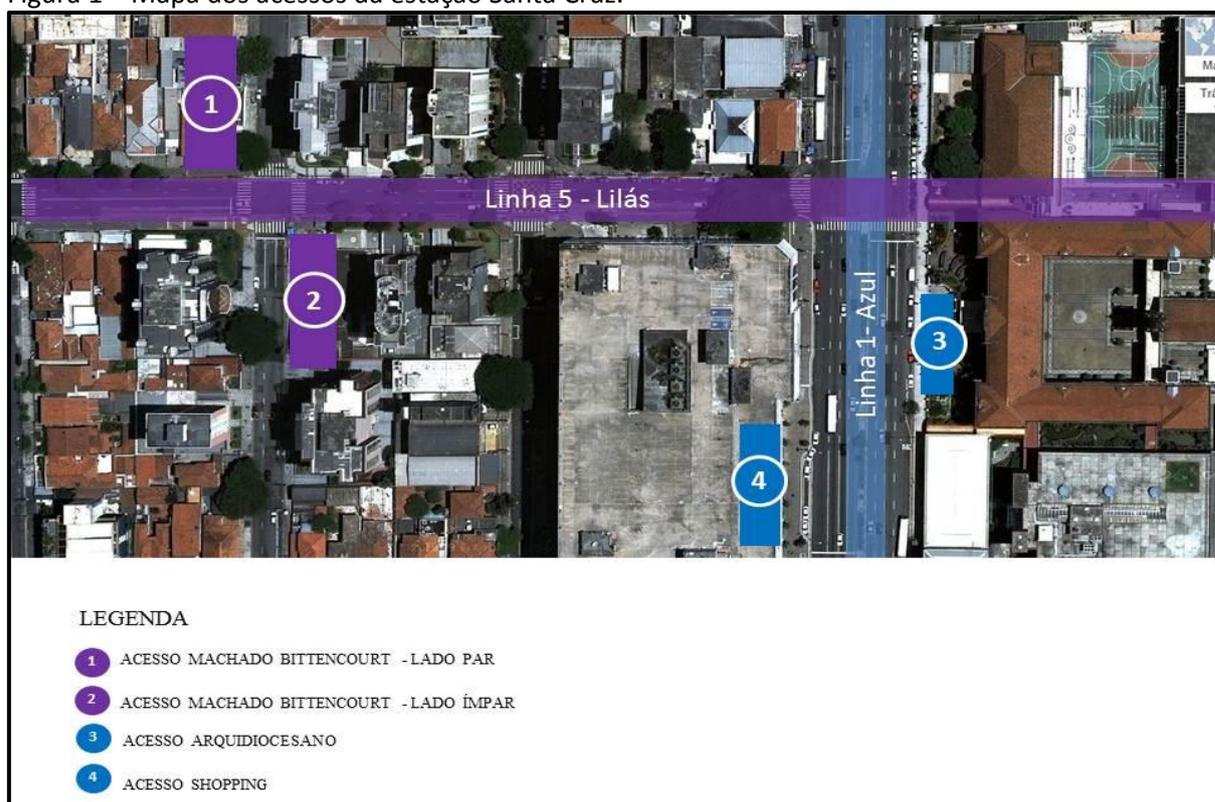
Seguindo as regras de dimensionamento que foram descritas acima e os Anexos A e B a ampliação que atenderá a Linha 5 – Lilás terá plataformas laterais, dois acessos, uma bilheteria blindada, cinco bloqueios, corredores de 7,00 metros, rampas de 8,00 metros, dez escadas rolante escadas fixas de 7,00 metros, mezanino de 55 m² e plataforma de 136 metros x 4,85 metros.

Os acessos da Linha 5 – Lilás após a conclusão serão feitos pela Rua Machado Bittencourt, além dos existentes na Rua Domingos de Moraes pertencente à Linha 1 – Azul. A

localização dos acessos pode ser visualizada de acordo com a Figura 1. Os acessos na estação têm funções essenciais, tanto o da Linha 1 – Azul quanto o da Linha 5 – Lilás, pois eles são opções de novos caminhos para passageiros e pedestres da região. Os passageiros que irão embarcar na Linha 5 – Lilás e entram pelos bloqueios da Linha 1 – Azul, podem fazer o trajeto por dentro da estação e vice e versa.

Os acessos da Rua Machado Bittencourt são cercados de prédios comerciais, e vias onde há transporte coletivo sobre rodas e também fica próximo ao terminal de ônibus. Os acessos ficam nas esquinas, como pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 – Mapa dos acessos da estação Santa Cruz.

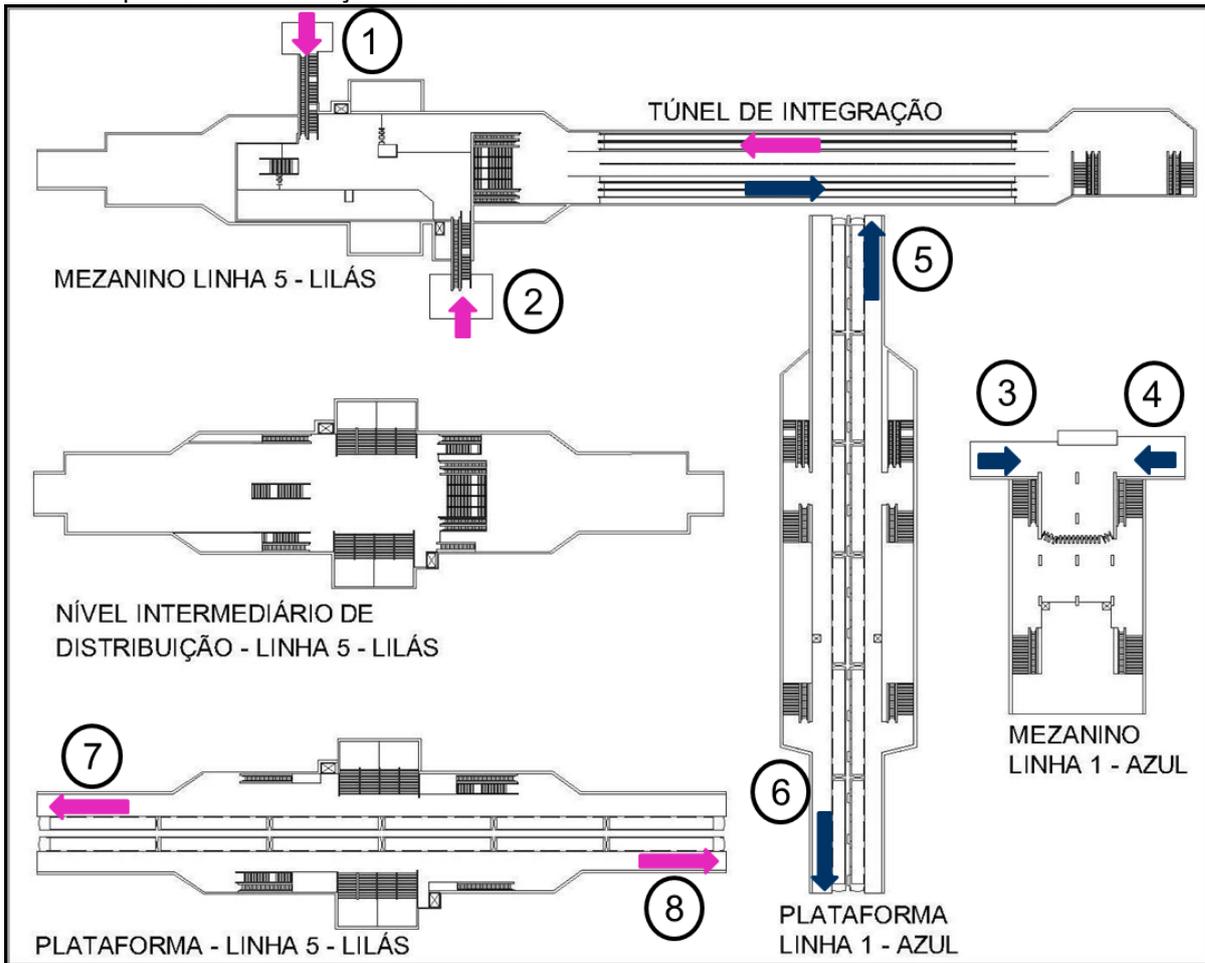


Fonte: Google Maps, adaptado pelo autor.

2.2 PROJETO

A seguir, na planta esquemática 1, pode ser visto os acessos e os sentidos das plataformas utilizados para a modelagem dinâmica e os componentes de circulação horizontal e vertical.

Planta esquemática 1 – Estação Santa Cruz.



LEGENDA

- | | |
|--------------------------------------|--|
| 1- Acesso Machado Bittencourt (Par). | 2- Acesso Machado Bittencourt (Ímpar). |
| 3- Acesso Arquidiocesano. | 4- Acesso Shopping. |
| 5- Sentido Jabaquara. | 6- Sentido Tucuruvi. |
| 7- Sentido Capão Redondo. | 8- Sentido Chácara Klabin. |

Fonte: Sistran (2009), adaptado pelo autor.

2.3 DEMANDA

A demanda utilizada no estudo METRÔ (2), (3) e (4); tem as projeções de demanda para o Pico Manhã, porém foi observado na estação que a utilização é mais concentrada na hora pico tarde e mais diluída na hora pico manhã. Foi decidido, para ter um

estudo conservador adotar um fator de majoração de 5%, esse é um valor médio estimado, baseado no comportamento de demanda das estações existentes que apresentam as mesmas características.

Como o estudo de demanda tem projeções para 2012, foi adotado também uma taxa de crescimento vegetativo da população de 4% ao ano segundo IBGE (2013).

Para fundamentar o sistema de dados e dimensionar a distribuição dos fluxos de pessoas, foi levantada em campo a quantidade de passageiros que utilizam cada um dos acessos da estação atual, como pode ser observado no Apêndice A e fazer relações entre possíveis origens e destinos dos futuros passageiros. A seguir na Tabela 1, estão os números passageiros utilizados na microssimulação e na tabela 2 a distribuição entre origem e destino dos passageiros dentro do modelo.

Tabela 1 – Quantidade total de passageiros no modelo de microssimulação.

ENTRADA	PERFIL DE ENTRADA				
	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30
Acesso Machado Bittencout - Lado Par	698	738	817	738	698
Acesso Machado Bittencout - Lado Ímpar	858	920	1.045	920	858
Acesso Arquidiocesano	741	937	1.067	937	741
Acesso Shopping	1.867	2.073	2.487	2.073	1.867
Desembarque Linha 01 - Azul Plataforma 01	688	726	802	726	688
Desembarque Linha 01 - Azul Plataforma 02	1.234	1.350	1.582	1.350	1.234
Desembarque Linha 05 - Lilás Plataforma 01	628	653	700	653	628
Desembarque Linha 05 - Lilás Plataforma 02	1.839	2.041	2.446	2.041	1.839
TOTAL	8.554	9.439	10.947	9.439	8.554
TOTAL DE PASSAGEIROS HORA PICO	38.379				
TOTAL DE PASSAGEIROS NO MODELO (1h 15 min)	46.932				

Fonte: Resultado a partir de contagens e estudo de demanda.

Tabela 2 – Matriz origem destino.

Origem / Destino	Saída Arquidiocesano	Saída Shopping	Saída Rua Machado Bittencourt lado par	Saída Rua Machado Bittencourt lado ímpar	Embarque Linha 05 sentido Capão Redondo	Embarque Linha 05 sentido Chácara Klabin	Embarque Linha 01 sentido Tucuruvi	Embarque Linha 01 sentido Jabaquara
Entrada Arquidiocesano	-	1,00%	-	-	25,00%	2,00%	52,00%	20,00%
Entrada Shopping	1,00%	-	-	-	25,00%	2,00%	52,00%	20,00%
Entrada Rua Marcelo Bittencourt lado par	-	-	-	1,00%	52,00%	5,00%	27,00%	15,00%
Entrada Rua Marcelo Bittencourt lado ímpar	-	-	1,00%	-	52,00%	5,00%	27,00%	15,00%
Desembarque Linha 05 Sentido Capão Redondo	1,00%	5,00%	13,00%	13,00%	-	-	48,00%	20,00%
Desembarque Linha 05 Sentido Chacara Klabin	1,00%	5,00%	13,00%	13,00%	-	-	48,00%	20,00%
Desembarque Linha 05 Sentido Tucuruvi	5,00%	15,00%	1,00%	1,00%	70,00%	8,00%	-	-
Desembarque Linha 05 Sentido Jabaquara	5,00%	15,00%	1,00%	1,00%	70,00%	8,00%	-	-

Fonte: Porcentagens baseadas em contagens e estudo de demanda do Metrô.

2.4 SOFTWARE DE MICROSIMULAÇÃO

O Legion é um software especializado na microsimulação de pedestres. Simula e analisa a movimentação de pedestres dentro de ambientes definidos a partir do CAD. O modelo de microsimulação definido para o Legion reproduz a complexa dinâmica de movimentos multidirecionais que interagem com atividades rotineiras. As simulações baseiam-se em ‘entidades’ inteligentes que interagem entre si continuamente. As ‘entidades’ encontradas no Legion possuem características e qualidades que pedestres reais carregam, como percepção, cognição e memória. As preferências dessas entidades são baseadas em medidas empíricas que o *software* obtém a partir de filmagens e observações de pedestres ao redor do mundo. De acordo com uma teoria de fluxo, feita por Daamen (2004), escolha de rotas e modos de andar são dados essenciais para o desenvolvimento do modelo a ser estudado nesse tipo de pesquisa. Na programação desses *softwares* foram utilizados diversos tipos de situações e características de pessoas.

2.5 PREMISSAS

A construção e simulação do modelo exige a adoção de premissas que define pontos essenciais dentro da operação da estação. Os parâmetros adotados para a modelagem da estação estão descritos na tabela 3.

Tabela 3 – Premissas adotadas para modelagem da estação Santa Cruz.

Intervalo entre trens	Linha 01	2.5 minutos
	Linha 05	2.5 minutos
Capacidade disponível nos trens	Capão Redondo	90%
	Chácara Klabin	95%
	Tucuruvi	60%
	Jabaquara	80%
Capacidade dos Bloqueios (por equipamento)	Entrada	20 pessoas por minuto
	Saída	35 pessoas por minuto
Quantidade de Bloqueios	Entrada (Linha 5)	3 equipamentos
	Saída (Linha 5)	2 equipamentos
	Entrada (Linha 1)	8 equipamentos
	Saída (Linha 1)	7 equipamentos
Tempo de porta aberta		30 segundos
Preferência para desembarque		5 segundos
Capacidade média do trem		1.600 passageiros
Capacidade média - escada rolante		100 pessoas/metro/minuto

Fonte: Premissas adotadas pelo grupo, baseadas no relatório da Sistran de 2009.

3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

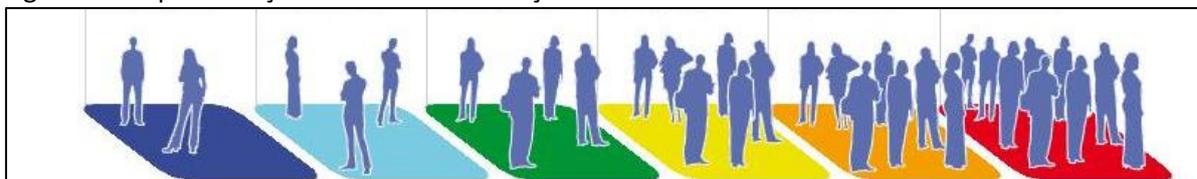
O quadro 1 e a figura 2, a seguir, apresenta os Nível de Serviço 'Fruin' adotado pelo guia de Transport for London (2012) e os valores máximos de densidade considerados em cada Nível de serviços em função do comportamento dos usuários.

Quadro 1 – Representação dos Níveis de Serviço.

Níveis de serviço	Condições
A	Livre circulação - Densidade (0 à 0,308 pess./m ²)
B	Fluxo unidirecional e circulação livre. Fluxo reverso e cruzado com poucos conflitos - Densidade(0,308 à 0,431 pess./m ²)
C	Circulação levemente restringida pela dificuldade de passar por outros. Fluxo reverso e cruzado com dificuldades - Densidade(0,431 à 0,718 pess./m ²)
D	Circulação restrita para a maior parte dos pedestres. Dificuldade significativa para o fluxo reverso e cruzado - Densidade(0,718 à 1,076 pess./m ²)
E	Circulação restrita para todos os pedestres. Paradas intermitentes e sérias dificuldades para fluxo reverso e cruzado - Densidade(1,076 à 2,153 pess./m ²)
F	Completo colapso do fluxo de tráfego com muitas paradas - Densidade(2,153 à 10 pess./m ²)

Fonte: adaptado de Transport for London (2012, p.10).

Figura 2 – Representação dos níveis de serviços.



Fonte: adaptado de Transport for London (2012, p.10).

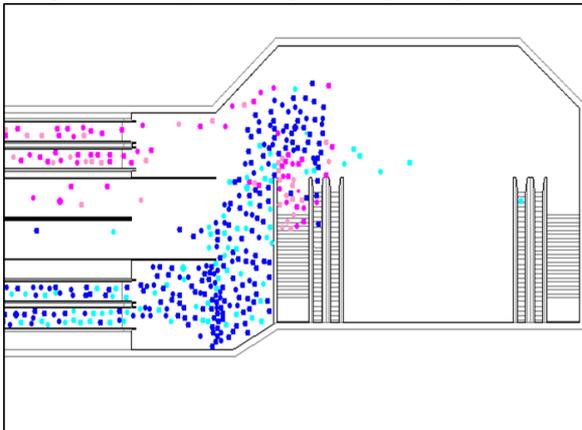
A seguir estão as comparações entre a alternativa do projeto original e a proposta. No cenário base a interligação entre as Linha 1–Azul e Linha 5–Lilás ocorre um intenso cruzamento de fluxo. A proposta para solucionar esse problema é o alargamento do poço onde ficam as escadas, abaixo da plataforma da Linha 1–Azul, para quem estiver indo

sentido Tucuruvi e Jabaquara, contornassem por trás das escadas e as escadas rolantes no sentido Tucuruvi invertessem, para que em toda operação não houvesse nenhum tipo de cruzamento entre os passageiros de sentidos diferentes.

Como pode-se observar na imagem 1 a fila chega até a esteira rolante, isso é totalmente desfavorável a segurança, pois há um grande risco de acidentes. Na imagem 2 observa-se o Nível de Serviço F, onde há o cruzamento de sentidos.

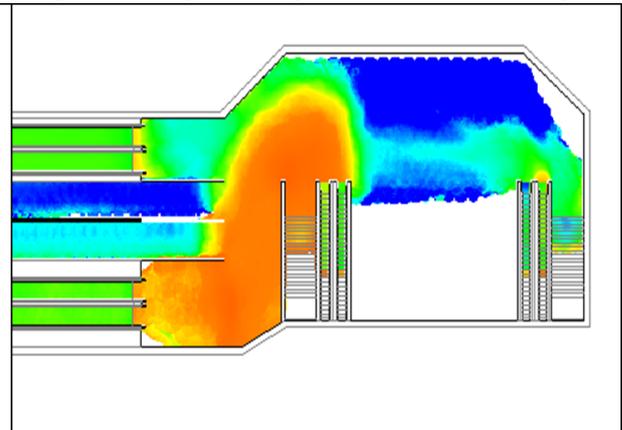
Pode-se observar também que os passageiros que tem como destino a plataforma no sentido Jabaquara também não conseguem transpor o acúmulo de passageiros que foi ocasionado devido ao grande cruzamento de fluxo dos usuários perto do conjunto de escadas que dão acesso a plataforma sentido Tucuruvi.

Imagem 1 – Representação dos passageiros.



Fonte: Imagem obtida da microssimulação

Imagem 2 – Representação dos níveis de serviços.

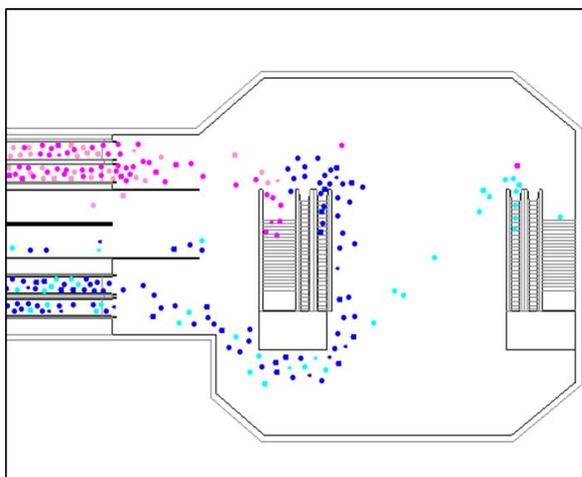


Fonte: Imagem obtida da microssimulação.

A alternativa proposta foi a ampliação do poço de transferência, podendo assim os passageiros com sentido a Linha 1 – Azul, passar por trás das escadas, para que não haja cruzamentos nos dois sentidos. Essa ampliação é o aumento da área do poço em 175,35 m². Como se pode observar na Imagem 3, os problemas de interrupção do fluxo de passageiros foram solucionados, não há ocorrência de filas, e a esteira rolante pode funcionar sem interrupções. As filas que também estavam sendo formadas em toda a extensão da esteira rolante também foram dissipadas.

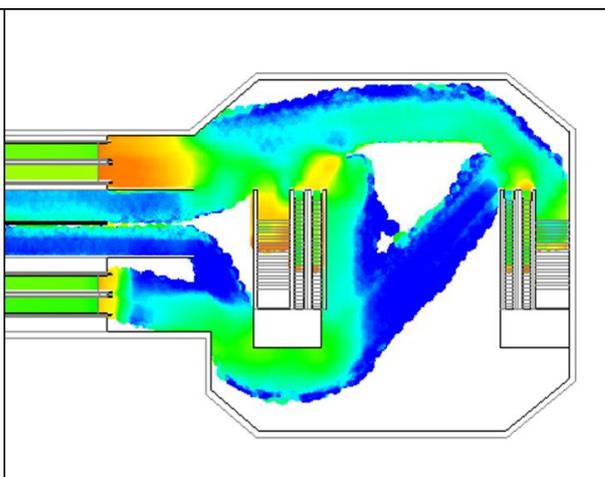
A taxa de fluxo pessoas que passam pelo túnel de transferência é a mesma, mas a interrupção do fluxo não ocorre mais, sendo assim a densidade média de passageiros nessas áreas é pequena, proporcionando assim um conforto e segurança aos usuários da estação. Na imagem 4, mostra que em quase toda área do poço de integração não passa o nível o Nível de Serviço C

Imagem 3 – Representação dos passageiros.



Fonte: Imagem obtida da microssimulação.

Imagem 4 – Representação dos níveis de serviços.



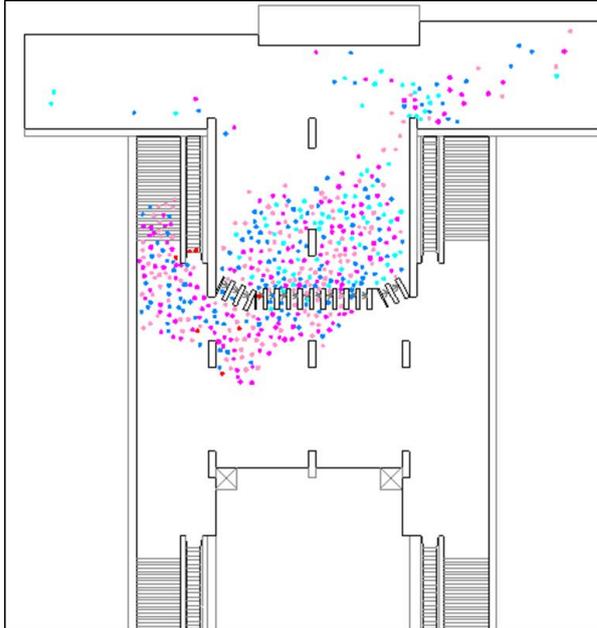
Fonte: Imagem obtida da microssimulação.

Com a interrupção nos fluxos de passageiros no túnel de transferência observado na Imagem 1, a fila se estende até o mezanino da Linha 1 – Azul. O fluxo é completamente interrompido, dois minutos depois da interrupção na área de transferência, como se pode observar na Imagem 5. A interrupção dos passageiros na linha de bloqueios gera um desconforto significativo, pois o espaço é confinado.

Interrupção do fluxo no mezanino da Linha 1–Azul gera uma série de desconforto para os usuários que vão em todos os sentidos, pois os passageiros não conseguem passar da linha de bloqueios, pois quem está esperando para conseguir descer a escada e ir sentido plataforma que tem como destino sentido Tucuruvi e quem vai no sentido Transferência com a Linha 5–Lilás, não dá espaço para que outros passageiros, passem os bloqueios.

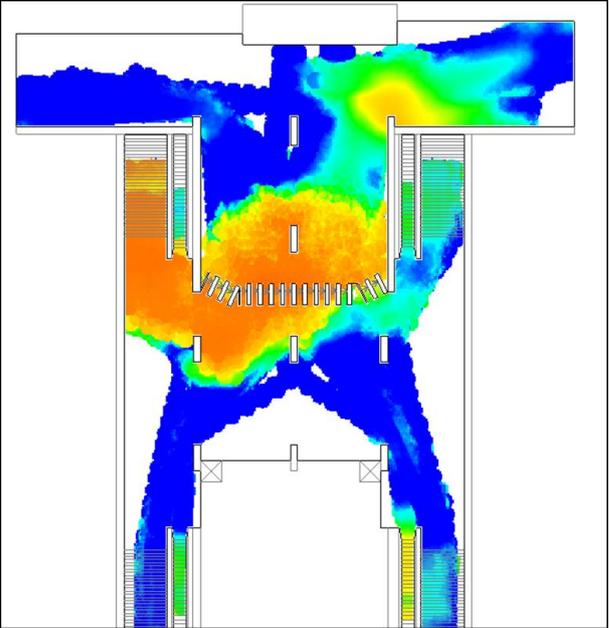
Pode-se observar na imagem 6 que a área de linhas de bloqueios e conjunto de escadas não estão conseguindo operar dentro de sua normalidade, sendo assim os Níveis de Serviço são em grande parte E e F.

Imagem 5 – Representação dos passageiros.



Fonte: Imagem obtida da microsimulação.

Imagem 6 – Representação dos níveis de serviços.

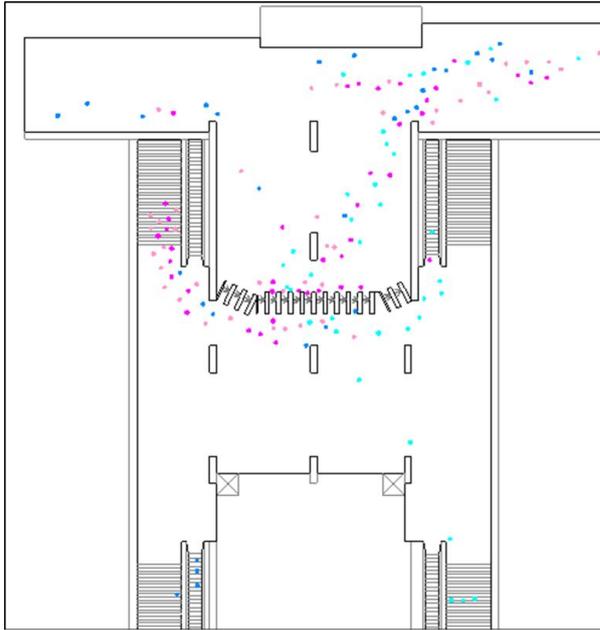


Fonte: Imagem obtida da microsimulação.

Com a continuidade da microsimulação a situação somente tende a piorar, as filas nos bloqueios de entrada na estação vão chegar até os acessos, as bilheterias e as máquinas de recargas de bilhetes não vão conseguir operar em sua normalidade e as pessoas não vão conseguir transitar na estação, sobrecarregando as plataformas da Linha 1-Azul e posteriormente não haverá espaços dos passageiros desembarcarem do trem.

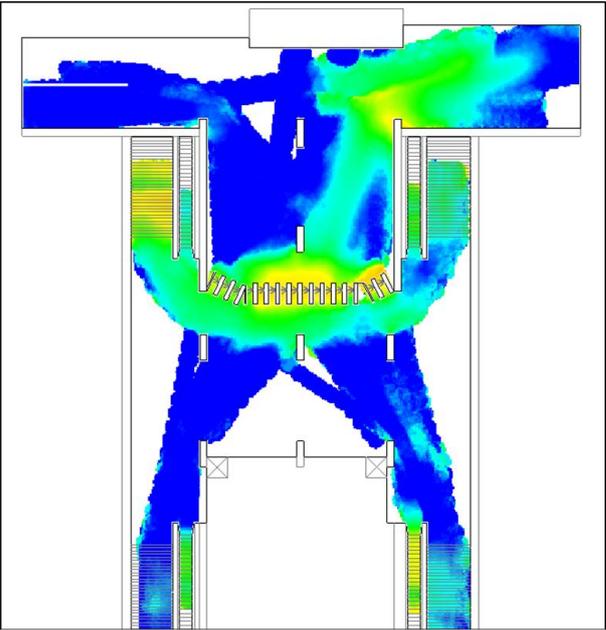
Com a alternativa da ampliação do poço de transferência entre as Linha 1 – Azul e a Linha 5–Lilás, o fluxo de passageiros permanece completamente livre, a linha de bloqueios, continua sem a formação de grandes filas e a utilização das bilheterias pode funcionar normalmente, conforme é mostrado na imagem 7. Os Níveis de Serviço em grande parte permanecem entre A e C, conforme é representado na Imagem 8.

Imagem 7 – Representação dos passageiros.



Fonte: Imagem obtida da microsimulação.

Imagem 8 – Representação dos níveis de serviços

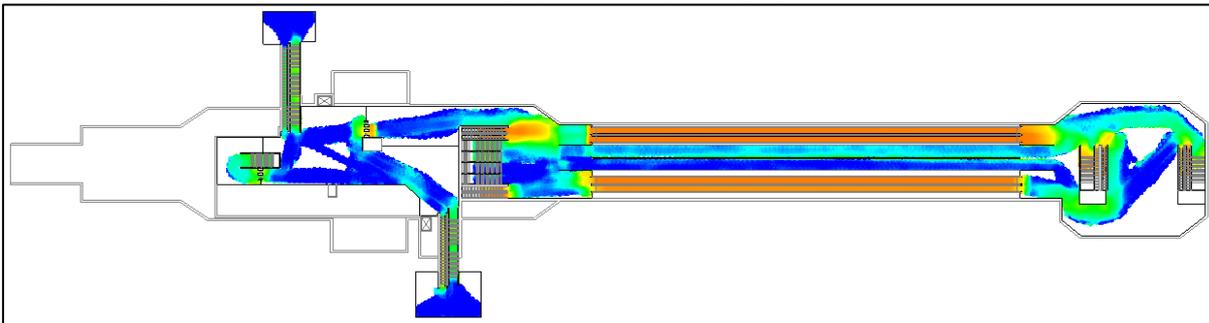


Fonte: Imagem obtida da microsimulação.

Depois das análises da simulação, mostra-se que o nível de serviço entre os dois cenários é bastante diferente; na alternativa o nível de serviço para o usuário, é considerado muito satisfatório em relação ao cenário base, pois no cenário base o Nível de Serviço é F em quase toda a área de circulação, na alternativa os níveis predominantes é de A a C. Importante ressaltar que no cenário base a fila chega à esteira rolante, o que é muito perigoso, pois caracteriza-se um ponto sujeito a acidentes devido a grandes aglomerações, pois a esteira rolante não vai parar, e os passageiros não terão espaço para sair.

A seguir pode-se ver na imagem 9, os níveis de serviço na área de esteiras rolantes, acessos, rampas, linha de bloqueios e escadas no nível de integração da Linha 5 – Lilás. As áreas onde o Nível de Serviço é superior ao C, são nas esteiras rolantes e áreas de acúmulo das escadas, nessas situações é aceitável esse nível de serviço, pois os passageiros estão em áreas de formação de filas.

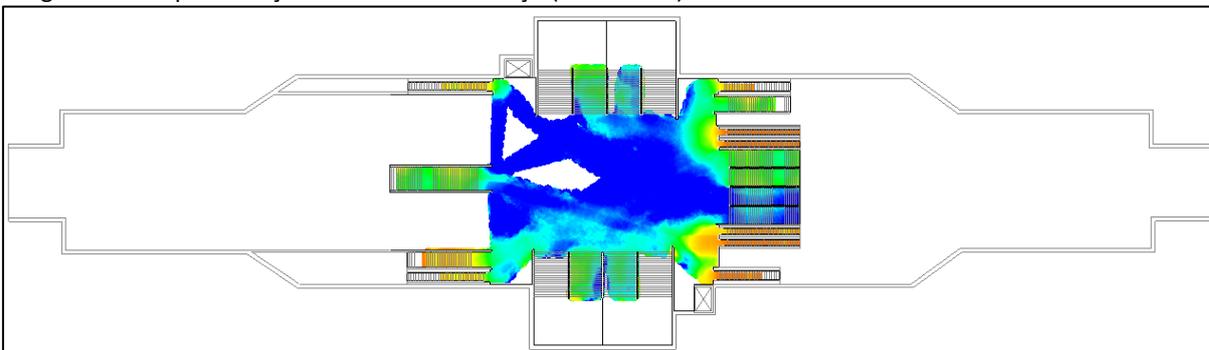
Imagem 9 – Representação dos Níveis de Serviço (alternativa) – Integração.



Fonte: Imagem obtida da microssimulação.

No nível intermediário da linha 5 – Lilás observa-se na imagem 10, tem em quase sua totalidade os níveis entre A e C, nas áreas de acúmulos de escadas rolantes o nível de serviço atinge parâmetros maiores que D. Como já foi citado anteriormente, nessas situações é aceitável esse nível de serviço, pois os passageiros estão em áreas de formação de filas.

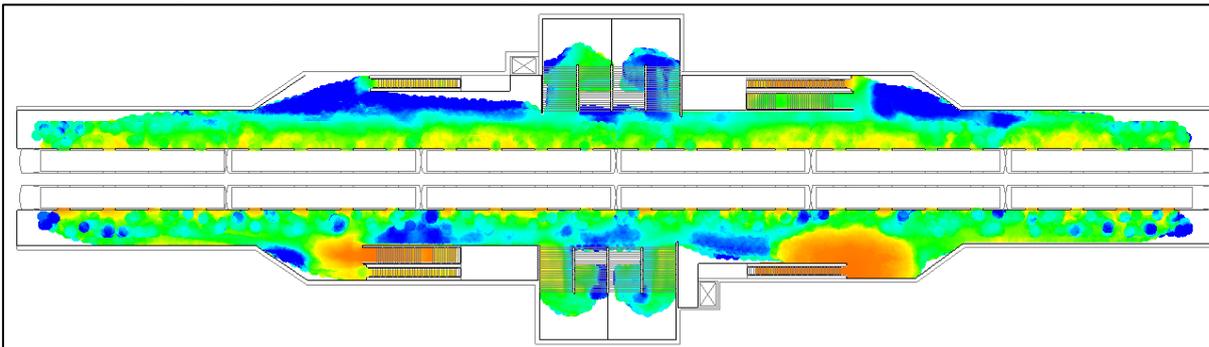
Imagem 10 – Representação dos Níveis de Serviço (alternativa) – Nível Intermediário – Linha 5 – Lilás.



Fonte: Imagem obtida da microssimulação.

Na Imagem 11, podemos ver os níveis de serviço das plataformas da Linha 5 – Lilás, a plataforma apresenta alguns pontos de nível D e nas áreas de acúmulo das escadas apresentam níveis entre D e F, na plataforma sentido Santa Cruz. Como já foi mencionado anteriormente não é um problema esses níveis nessas áreas, mas recomenda-se que essa plataforma seja monitorada, para se necessário adotar medidas para auxiliar a operação em hora pico.

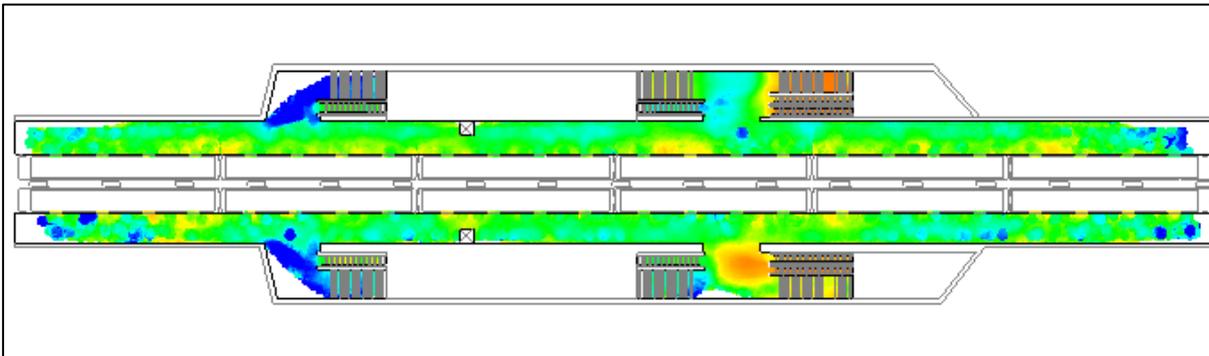
Imagem 11 – Representação dos Níveis de Serviço (alternativa) – Plataformas Linha 5 – Lilás.



Fonte: Imagem obtida da microssimulação.

Na imagem 12, observa-se os níveis de serviço nas plataformas da Linha 1 – Azul. A plataforma sentido Jabaquara e Tucuruvi apresentam alguns pontos em nível D, mas não são grandes áreas. Nas áreas de acúmulos das escadas também nesse caso ocorreu Níveis de Serviço entre D e E, como dito anteriormente é aceitável por ser área de formação de filas.

Imagem 12 – Representação dos Níveis de Serviço (alternativa) – Plataformas Linha 1 – Azul.



Fonte: Imagem obtida da microssimulação.

4. Conclusões

Estudos de microssimulação de fluxo de multidões têm sido cada vez mais usados para readequar projetos já executados no Brasil, não sendo usado na fase de projeto, como em diversos países do mundo. Quando aplicado para realizar modificações, aumenta o custo financeiro e o impacto social, pois qualquer readequação de infraestrutura de estação impacta de forma considerável a utilização e o nível de serviço dela.

Foi demonstrado no estudo de caso, que a reestruturação na fase de projeto traria uma grande melhoria no conforto e na segurança dos usuários. No entanto se essa adequação fosse executada depois que a estação já estivesse em operação, geraria um transtorno para os usuários e maior custo para implementar a ampliação. Isso só reforça a importância da implantação desse tipo de estudo na fase de projeto.

O aumento do conforto pode ser visto pelo mapa de densidade mostrado no estudo de caso, onde passou de um nível de serviço F, em pontos críticos, para o nível de serviço entre A e C, dentro do recomendado por pelo guia do Transport for London (2012).

Observa-se um ponto de grande fluxo cruzado de passageiros o que ocasionou um completo colapso do sistema, fazendo com que a estação toda operasse em um estado de total desconforto para o usuário. Pode-se afirmar, que com a ampliação do poço de transferência resolveria o conflito de circulação entre as Linhas. Assim a utilização de *softwares* de microssimulação pode ser a solução para futuros projetos de infraestrutura de grande movimentação de pedestres, por possibilitarem um meio de verificar se o projeto desenvolvido realmente poderá suportar a demanda ou se ele apresenta algum ponto que precisa ser revisado, como foi o caso do estudo apresentado.



AEAMESP



Referências Bibliográficas

BRMALLS (Administradora do shopping metrô Santa Cruz). **O shopping**. Disponível em: <<http://www.shoppingmetrostacruz.com.br/shopping.asp>>. Acesso em 30 mar. 2014.

COMPANHIA DOS METROPOLITANOS DE SÃO PAULO (Brasil). **Estação Santa Cruz**. Disponível em: <<http://www.metro.sp.gov.br/sua-viagem/linha-1-azul/estacao-santa-cruz.aspx>>. Acesso em: 28 ago. 2013. (1).

COMPANHIA DOS METROPOLITANOS DE SÃO PAULO (Brasil). **Pesquisa Origem e Destino 2007**. Disponível em: <<http://www.metro.sp.gov.br/metro/numeros-pesquisa/pesquisa-origem-destino-2007.aspx>>. Acesso em: 28 ago. 2013. (2)

COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO (Brasil). **Por dentro da operação - 2013**. São Paulo, 2013. 93p. (3).

COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO (Brasil). **Por dentro da operação - 2013**. São Paulo, 2013. 132 p. (4).

DAAMEN, Winnie. **Modelling passenger flows in public transport facilities**. 2004. 377 f. Tese (Doutorado em engenharia civil) - Curso de Engenharia Civil, Delft University, Leidschendam, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Aspectos demográficos - informações gerais**. Brasília, 2013. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/indicadoresminimos/tabela1.shtm>>. Acesso em: 22 out. 2013.

LEGION (Londres). **Covent Garden**: Disponível em: <<http://www.legion.com/case-studies/covent-garden>>. Acesso em: 02 set. 2013.

LUCCHESI, Cecilia. **A construção da linha azul - linha 1 - do metrô de São Paulo**. Disponível em: <<http://theurbanearth.net/2009/10/11/a-construcao-da-linha-azul-linha-1-do-metro-de-sao-paulo/>>. Acesso em: 02 nov. 2013.

SISTRAN ENGENHARIA (Brasil). **Estudo de impacto ambiental e relatório de impacto ambiental**: linha 5: trecho Adolfo Pinheiro - Chácara Klabin. São Paulo, 2009. 1/4 v.

TRANSPORT FOR LONDON (UK). **Station planning standards and guidelines**: G371A. Londres, 2012.

APÊNDICE A – CONTAGENS DE PASSAGEIROS – ESTAÇÃO SANTA CRUZ

A seguir segue as contagens realizadas na atual Estação Santa Cruz do Metrô da cidade de São Paulo, nos acessos Shopping e Arquidiocesanos nos dias 18 e 25 de setembro de 2013, entre os horários de 17h45 e 18h45 e a média entre as contagens, utilizadas na microsimulação.

Contagem realizada no dia 18 de setembro de 2013.

18/09/2013				
Acesso	PERFIL DE ENTRADA			
	17:45	18:00	18:15	18:30
Arquidiocesano	1517	1913	1715	1451
Shopping	641	809	725	613

Contagem realizada no dia 25 de setembro de 2013.

25/09/2013				
Acesso	PERFIL DE ENTRADA			
	17:45	18:00	18:15	18:30
Arquidiocesano	1667	2101	1883	1594
Shopping	738	930	834	706

Média entre as contagens.

Acesso	Média			
	PERFIL DE ENTRADA			
	17:45	18:00	18:15	18:30
Arquidiocesano	1592	2007	1799	1522
Shopping	690	869	779	660

ANEXO B – PERFIL ESQUEMÁTICO LINHA 5 – LILÁS

