



AEAMESP



21ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

GATEGORIA 03 - SOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA GESTÃO DE OFERTA E DEMANDA DO TRANSPORTE DE PASSAGEIROS POR MEIO DO MONITORAMENTO DO PESO

Autoria do trabalho

NOME: WELLINGTON OLIVEIRA COSTA

EMAIL: WELLINGTON.COSTA@VIAQUATRO.COM.BR

TELEFONE: (11) 96134-8558

NOME: MICHELANGELO DO CARMO ANDRADE

EMAIL: MICHELANGELO.ANDRADE@VIAQUATRO.COM.BR

TELEFONE: (11) 96099-7692

NOME: JOSÉ ANTONIO FORTUNATO DE FARIAS

EMAIL: JOSE.FARIAS@VIAQUATRO.COM.BR

TELEFONE: (11) 98339-5142



AEAMESP



21ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

GATEGORIA 03 - SOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA GESTÃO DE OFERTA E DEMANDA DO TRANSPORTE DE PASSAGEIROS POR MEIO DO MONITORAMENTO DO PESO

1 - Introdução

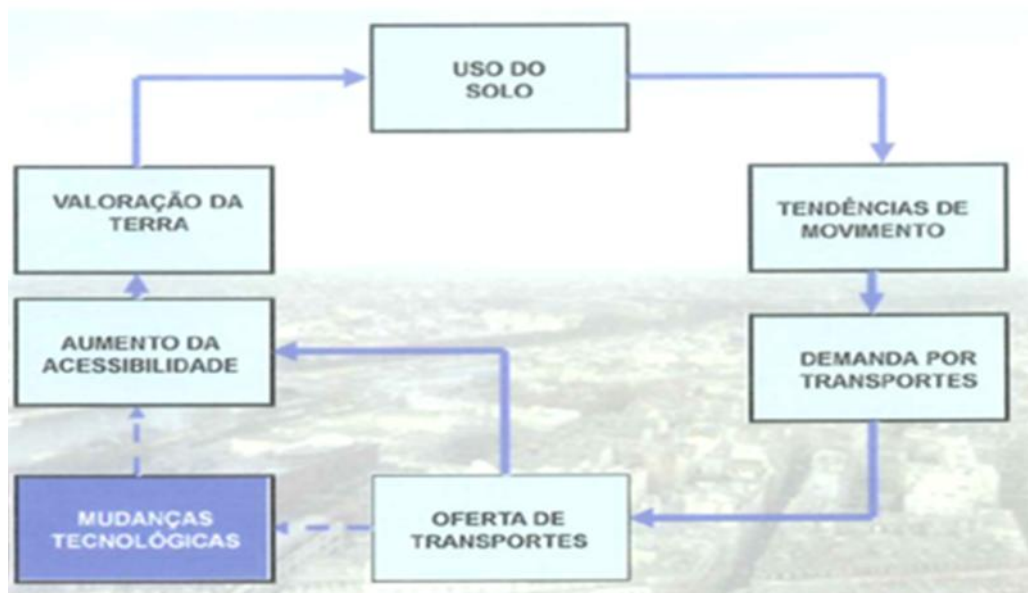
Com a expansão territorial, aumento das atividades internas e o surgimento de novos usos e ocupações do solo urbano, surgiram desafios para administradores públicos e estudiosos do urbanismo, no sentido de manter o controle sobre o desenvolvimento das cidades e, assim, foram gerados diversos problemas relacionados à locomoção de pessoas. (DURAN JUNIOR, 2012).

No decorrer do tempo, o transporte tem se caracterizado como um elemento indutor do crescimento de regiões. A expansão do uso do solo exigiu das autoridades o planejamento e a implantação de medidas estratégicas, com o intuito de adequar a infraestrutura da oferta de transporte à demanda existente ou futura (OLIVEIRA, 2003).

Apesar do grande crescimento econômico da cidade e da oferta de empregos até o final da década de 70, Brito e Souza (2005) afirmam que “estas migrações foram os frutos dos desequilíbrios econômicos e sociais persistentes até hoje”. Essas cidades cresceram sem que houvesse uma política de sistema de transporte coletivo apropriada, na qual existisse política da mobilidade urbana, onde precisariam disponibilizar a infraestrutura adequada para os deslocamentos de pessoas e definição da abrangência de acessibilidade dos modais de transporte (POLIS, 2014).

Porém, mesmo com a carência de estrutura para os deslocamentos, um dos fatos que levou à expansão de determinadas regiões está relacionado às implantações dos sistemas de transportes, gerando tipos de uso do solo, como mostrado no Fluxograma 1 (KAWANO,2014).

Fluxograma 1 - O ciclo dinâmico entre o uso do solo e os sistemas de transporte



Fonte - Kawano (2014)

As condições de mobilidade urbana nas capitais do Brasil são enxergadas por todos da sociedade como deficientes. A população das grandes cidades brasileiras é marcada pelos padrões de desigualdade e segregação espacial, resultando em problemas de infraestrutura e transporte urbano pelo excessivo aumento da demanda e das dificuldades operacionais (KAWANO,2014).

Há muitos congestionamentos, oferta insuficiente de trens e metrô, ônibus cheios nos horários de saída e chegada de trabalho, pessoas esperando a condução que não chega. Como os autores Rubim e Leitão (2013) comentam, “em um ranking das dez cidades com maior tempo de deslocamento, cinco são brasileiras, dentre elas, a cidade de São Paulo”.

O tempo não é o único desgaste para as pessoas. O trânsito de São Paulo acarretou à cidade perdas equivalentes a 1% do PIB do país (RUBIMI; LEITÃO, 2014).

Para escapar dos males encontrados nos transportes terrestres, os cidadãos apostam no deslocamento subterrâneo, ou seja, o metroviário. Este oferece atraentes benefícios aos usuários que dependem de transporte público, ao contrário do que ocorre com o transporte motorizado.

Infelizmente, o sistema de metrô mostra-se saturado. Segundo Prates (2013) “considerando o ritmo de expansão da malha desde a inauguração, o metrô de São Paulo demoraria 172 anos para se igualar ao londrino, que tem 402 quilômetros, contra os atuais 74,2 da capital paulista”. E, se comparado com outras metrópoles, as cidades asiáticas de Terceiro Mundo têm as maiores redes de sistema de metrô, como mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 - As grandes cidades do mundo em relação ao seu sistema metroviário

Cidade	Ano de Inauguração	Ritmo de Expansão por ano (em km)	Extensão hoje (em km)
São Paulo	1974	1,91	74,3
Londres	1863	2,68	402
Xangai	1995	24,3	437
Nova Déli	2002	17,6	193
Seul	1974	14,33	558,9
Cidade do México	1969	5,4	226
Buenos Aires	1913	0,68	48,5

Fonte – Prates (2012)

A degradação dos serviços de transporte coletivo, aumentos de tarifas, surgimento de transporte informal, crescimento dos congestionamentos de trânsito e da poluição do ar têm gerado impactos negativos na vida cotidiana das pessoas, que não têm outra escolha a não ser se locomover por meio do transporte público. A cada dia, as dificuldades de deslocamento nas cidades aumentam (POLIS, 2014).

Devido a essas dificuldades, a procura pelo transporte metroferroviário tem crescido recentemente. De acordo com Corrêa (1999), a rede de metrô tornou-se um referencial de qualidade, com deslocamento rápido e eficiente, que permite a retirada do transporte motorizado. Porém, o sistema paulistano não consegue suprir essa demanda, causando stress e desconfortos.

A maior cidade brasileira tem também o maior metrô do país, porém insuficiente para atender tantos passageiros. Na Estação Sé, a maior da cidade, passam 518 mil pessoas por dia. Nos últimos dois anos, houve um aumento de 70% no número de passageiros, que já chega a 4 milhões por dia. É muita gente para apenas cinco linhas e 74 quilômetros (Globo.com, 2012).

O transporte metroviário de São Paulo sofre sucessivos atrasos, paralisações, superlotação e tempo de espera são as principais reclamações. É de extrema urgência desenvolver soluções tecnológicas para as atuais linhas metroferroviárias, a fim de propiciar elevação da qualidade oferecida e/ou reduzir os custos de operação para serem convertidos em novas soluções para o sistema, uma vez que esses problemas já estão na rotina de vida dos paulistanos.

Para tanto, o que se espera das operadoras de transporte público em meio a um cenário como o descrito acima são soluções que otimizem os seus recursos internos, que inovem os atuais conceitos de operação e que permitam elevar o nível de serviço oferecido.

2 - Diagnóstico

A análise desse processo deve se dar sempre de forma sistêmica, pela natureza da operação de transporte público em um sistema de circuito fechado, que pressupõe uma série de variáveis. Essa forma de análise repercute no processo de oferta e demanda que, para uma empresa de transporte de passageiros é considerada o seu core business, fazendo com que a oferta e demanda seja medida com métricas cada vez mais seguras e sofisticadas, para que novas soluções e melhorias possam ser viabilizadas para todo o sistema.

A fim de que haja uma compreensão sólida desse item, será apresentado a seguir, de maneira sucinta, o perfil da demanda de passageiros que deve ser atendida na operação de uma linha metroferroviária com perfil de circulação em carrossel.

2.1 - Método Convencional de Definição do Carregamento de Passageiros

A real demanda desse sistema não é somente a quantidade de pessoas que entra em cada estação. Esse volume só poderá ser considerado como demanda para o sistema de oferta de trens, após serem definidos os destinos de cada passageiro que entra nas estações. Essa informação é necessária para se conhecer o volume de pessoas que deseja passar pelos mesmos trechos entre duas determinadas estações. Para se obter as

proporções de destinos dos passageiros de cada estação, deve ser realizada uma pesquisa em todas as plataformas, a fim de se conhecer seu destino final. Após a realização dessas pesquisas, é determinado o fator de expansão de cada plataforma, ou seja, a definição da relação Número de Passageiros que Embarcam na Plataforma Pesquisada / Número de Pesquisas Realizadas. Após a determinação do fator de expansão de cada plataforma são, por fim, levantadas as proporções de destinos do embarque de cada estação.

Portanto, será tido como demanda do sistema, o carregamento real de pessoas dentro dos trens com origens e destinos, ou seja, aquele por meio do qual se poderá definir o volume de pessoas que deseja andar em cada subtrecho do sistema.

As duas tabelas abaixo mostram exemplos desses valores que servem como subsídio para se calcular o carregamento de passageiros.

Tabela 2 - Modelo de entradas de passageiros por estação e horário

Entradas	Estação A	Estação B	Estação C	Estação D	Estação E	Estação F	Estação G	Total
17:30	510	926	602	60	1311	1035	845	5289
17:35	412	935	602	60	1517	1010	606	5142
17:40	391	1119	641	64	1224	1138	791	5368
17:45	400	1539	641	64	1594	994	713	5945
17:50	471	908	547	54	1224	944	592	4740
17:55	420	237	590	59	1275	883	748	4212
18:00	488	1335	547	54	1321	948	864	5557
18:05	393	1515	668	66	1264	1137	715	5758
18:10	492	1360	969	96	1966	1115	888	6886
18:15	530	1148	987	98	1931	1098	854	6646
18:20	442	1138	976	97	1779	1312	739	6483

18:25	527	1260	691	69	1646	1183	658	6034
18:30	468	1148	732	73	1603	1044	809	5877
18:35	350	1694	655	65	1621	1154	714	6253
18:40	386	1302	756	75	1567	1045	557	5688

Fonte - O autor (2015)

Tabela 3 - Proporções de origens e destinos por subtrechos

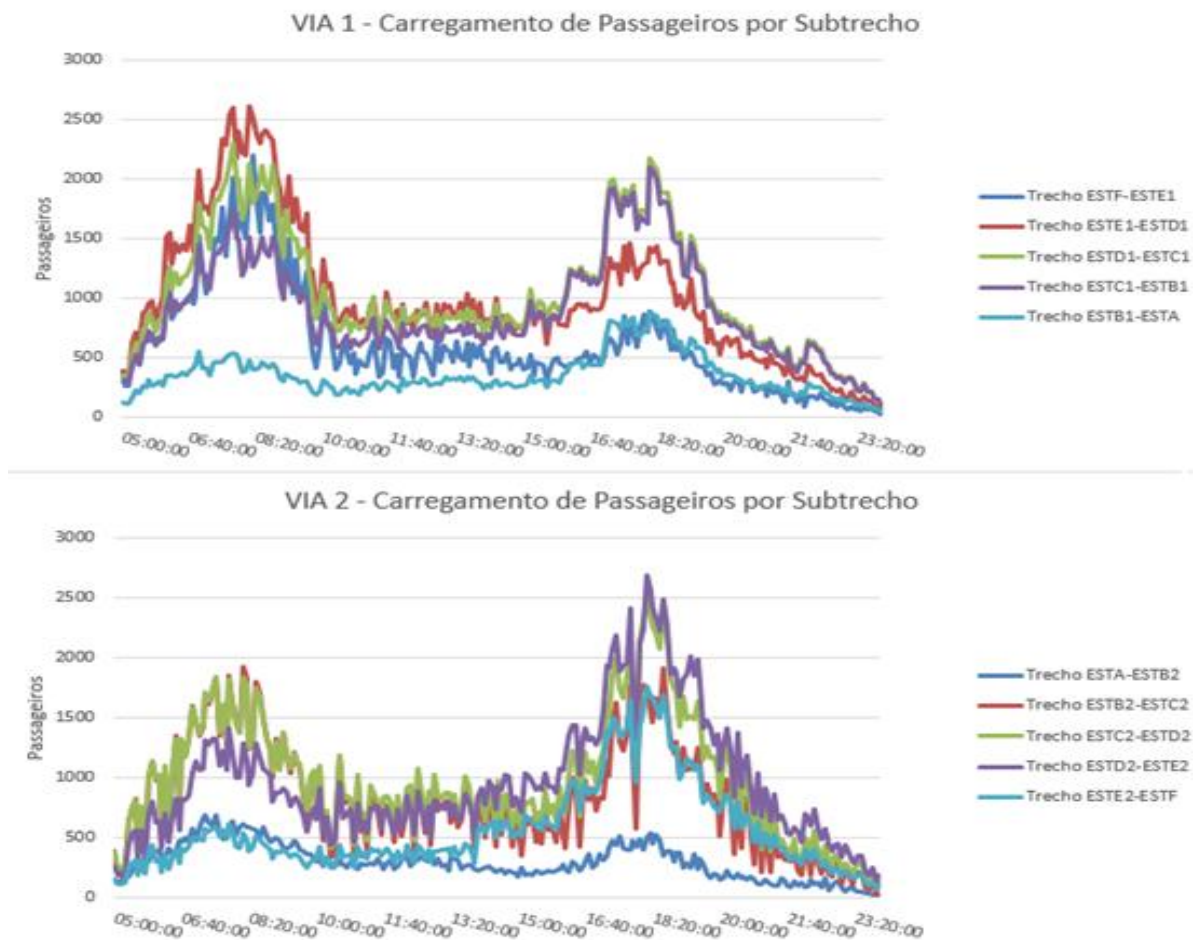
Estação	Sentido	Subtrecho	17:00:00	18:00:00	19:00:00
Estação A	BAIRRO-CENTRO	ESTA-ESTC	5,93%	7,13%	9,90%
		ESTA-ESTF	26,84%	30,88%	27,41%
		ESTA-ESTB	16,95%	11,16%	13,45%
		ESTA-ESTD	22,03%	23,28%	18,02%
		ESTA-ESTE	28,25%	27,55%	31,22%
Estação B	CENTRO-BAIRRO	ESTB-ESTC	3,94%	3,91%	3,20%
		ESTB-ESTF	14,63%	10,50%	12,41%
	BAIRRO-CENTRO	ESTB-ESTA	31,90%	28,09%	24,03%
		ESTB-ESTD	20,78%	29,68%	23,75%
		ESTB-ESTE	28,76%	27,83%	36,62%
Estação C	CENTRO-BAIRRO	ESTC-ESTA	31,35%	23,05%	26,50%
		ESTC-ESTF	6,75%	2,88%	6,50%
		ESTC-ESTB	37,30%	39,92%	39,00%
		ESTC-ESTD	9,13%	9,88%	9,00%
		ESTC-ESTE	15,48%	24,28%	19,00%
Estação D	CENTRO-BAIRRO	ESTD-ESTC	6,07%	5,78%	6,94%
	BAIRRO-CENTRO	ESTD-ESTF	2,41%	0,96%	2,27%
		ESTD-ESTB	44,04%	38,46%	32,10%

		ESTD-ESTA	20,64%	25,32%	18,48%
		ESTD-ESTE	26,84%	29,48%	40,21%
Estação E	CENTRO-BAIRRO	ESTE-ESTC	15,44%	17,45%	17,33%
		ESTE-ESTF	4,90%	5,72%	6,17%
		ESTE-ESTB	35,04%	29,47%	23,03%
	BAIRRO-CENTRO	ESTE-ESTD	22,31%	22,52%	23,79%
		ESTE-ESTA	22,31%	24,84%	29,68%
Estação F	CENTRO-BAIRRO	ESTF-ESTC	25,15%	20,34%	19,50%
		ESTF-ESTA	5,83%	6,46%	3,12%
		ESTF-ESTB	22,70%	22,60%	24,57%
		ESTF-ESTD	16,26%	17,76%	19,89%
	BAIRRO-CENTRO	ESTF-ESTE	30,07%	32,84%	32,91%

Fonte - O autor (2015)

Com as tabelas acima, é realizada a multiplicação do volume de entradas de cada estação em cada hora do dia pelas proporções obtidas na matriz. Assim, fica determinada a demanda de passageiros que deseja passar em cada subtrecho do sistema. Essa demanda dos subtrechos pode oscilar em função do volume de pessoas que entra em todas as estações anteriores a esse trecho, como também em função da proporção de usuários dessas estações anteriores que desejam passar nesses subtrechos. O gráfico abaixo apresenta esse comportamento descrito.

Gráfico 1 - Carregamento de passageiros por trecho nas duas vias



Fonte - O autor (2015)

Portanto, podemos considerar que o carregamento de passageiros será a demanda que deve ser transportada pelos trens.

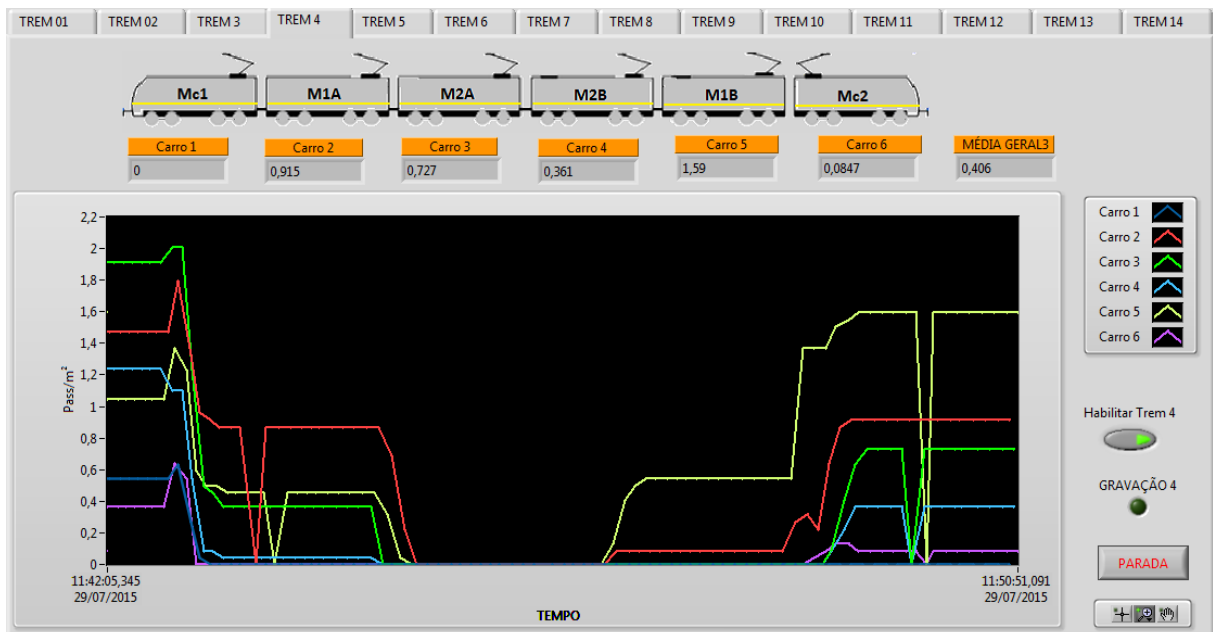
2.2 – Monitoramento do Peso dos Trens por Sistema Online

Os trens da Linha 4 - Amarela possuem sistema de monitoramento da pressão exercida sobre as bolsas de ar instaladas sob o salão de cada carro. Esses dados são parametrizados para informar ao sistema de frenagem e aceleração geral de cada trem os diferentes níveis de peso dos carros. Essa informação é utilizada pelos controles centrais para recalcular, a cada instante, a taxa de frenagem e de aceleração em vários pontos do

trajeto na operação da linha. Com essa informação de peso, mais os dados de capacidade dos trens, é possível definir o número de passageiros que estão em um determinado trem e instante na operação, como também o seu nível de lotação real.

Com essa finalidade, foi desenvolvido um sistema de monitoramento online, em tempo real, do peso geral dos passageiros transportados em cada carro de todos os trens que estejam prestando serviço na operação comercial. A quantidade de passageiros que está sendo transportada nos carros é calculada com base em uma estimativa de peso das pessoas que utilizam a linha. Esse sistema, desenvolvido em linguagem de programação gráfica, coleta as informações que trafegam pela rede de comunicação de cada trem, as quais são transferidas ao banco de dados do programa de análise, por meio do protocolo de comunicação TCP/IP.

Imagem 01 – Interface do programa de análise do peso dos carros dos trens



3 – Análise dos Resultados

A partir dos dados coletados, foram desenvolvidas, com bancos de dados, algumas opções de relatórios para se obter os resultados formalizados em cada momento da operação. É possível extrair as informações do número de passageiros por carro ou do nível de lotação dos trens nos horários desejados em pass/m².

Tabela 4 – Relatório de passageiros por metro quadrado extraída do trem 10

DATA	HORA	CARRO1	CARRO2	CARRO3	CARRO4	CARRO5	CARRO6	MÉDIA
17/07/2015	17:39:03	2,10	3,13	3,88	1,93	3,56	2,25	2,53
DATA	HORA	CARRO1	CARRO2	CARRO3	CARRO4	CARRO5	CARRO6	MÉDIA
17/07/2015	17:39:10	2,10	3,13	3,88	1,93	3,56	2,25	2,53
DATA	HORA	CARRO1	CARRO2	CARRO3	CARRO4	CARRO5	CARRO6	MÉDIA
17/07/2015	17:39:14	2,10	3,13	3,88	1,93	3,56	2,25	2,53
DATA	HORA	CARRO1	CARRO2	CARRO3	CARRO4	CARRO5	CARRO6	MÉDIA
17/07/2015	17:39:21	2,10	3,13	3,88	1,93	3,56	2,25	2,53
DATA	HORA	CARRO1	CARRO2	CARRO3	CARRO4	CARRO5	CARRO6	MÉDIA
17/07/2015	17:39:24	2,10	3,13	3,88	1,93	3,56	2,25	2,53
DATA	HORA	CARRO1	CARRO2	CARRO3	CARRO4	CARRO5	CARRO6	MÉDIA
17/07/2015	17:39:29	0,00	0,00	3,88	1,93	3,56	2,25	1,66
DATA	HORA	CARRO1	CARRO2	CARRO3	CARRO4	CARRO5	CARRO6	MÉDIA
17/07/2015	17:39:36	2,10	3,13	3,88	1,93	3,56	2,25	2,53
DATA	HORA	CARRO1	CARRO2	CARRO3	CARRO4	CARRO5	CARRO6	MÉDIA
17/07/2015	17:39:42	2,10	3,13	3,88	1,93	3,56	2,25	2,53
DATA	HORA	CARRO1	CARRO2	CARRO3	CARRO4	CARRO5	CARRO6	MÉDIA
17/07/2015	17:39:47	2,10	3,13	3,88	1,93	3,56	2,25	2,53
DATA	HORA	CARRO1	CARRO2	CARRO3	CARRO4	CARRO5	CARRO6	MÉDIA
17/07/2015	17:39:52	2,10	3,13	3,88	1,93	3,56	2,25	2,53
DATA	HORA	CARRO1	CARRO2	CARRO3	CARRO4	CARRO5	CARRO6	MÉDIA
17/07/2015	17:40:00	2,10	3,13	3,88	1,93	3,56	2,25	2,53
DATA	HORA	CARRO1	CARRO2	CARRO3	CARRO4	CARRO5	CARRO6	MÉDIA
17/07/2015	17:40:04	2,10	3,13	3,88	1,93	3,56	2,25	2,53
DATA	HORA	CARRO1	CARRO2	CARRO3	CARRO4	CARRO5	CARRO6	MÉDIA
17/07/2015	17:40:11	2,10	3,13	3,88	1,93	3,56	2,25	2,53
DATA	HORA	CARRO1	CARRO2	CARRO3	CARRO4	CARRO5	CARRO6	MÉDIA
17/07/2015	17:40:18	2,10	3,13	3,88	1,93	3,56	2,25	2,53
DATA	HORA	CARRO1	CARRO2	CARRO3	CARRO4	CARRO5	CARRO6	MÉDIA
17/07/2015	17:40:25	2,10	3,13	3,88	1,93	3,56	2,25	2,53
DATA	HORA	CARRO1	CARRO2	CARRO3	CARRO4	CARRO5	CARRO6	MÉDIA
17/07/2015	17:40:30	2,10	3,13	3,88	1,93	3,56	2,25	2,53
DATA	HORA	CARRO1	CARRO2	CARRO3	CARRO4	CARRO5	CARRO6	MÉDIA
17/07/2015	17:40:34	2,10	3,13	3,88	1,93	3,56	2,25	2,53
DATA	HORA	CARRO1	CARRO2	CARRO3	CARRO4	CARRO5	CARRO6	MÉDIA
17/07/2015	17:40:40	2,10	3,13	3,88	1,93	3,56	2,25	2,53
DATA	HORA	CARRO1	CARRO2	CARRO3	CARRO4	CARRO5	CARRO6	MÉDIA
17/07/2015	17:40:45	2,10	3,13	3,88	1,93	3,56	2,25	2,53

A partir dessas informações obtidas no programa, é possível criar uma série de outros relatórios e embasamentos para tomadas de decisões que estejam correlacionadas com a gestão de oferta e demanda metroferroviária.



AEAMESP



A principal relevância dessa ferramenta está nos subsídios que oferece ao processo de inovação. Murilo Sampaio (2011) afirma que “a inovação como fonte de geração de Vantagem Competitiva Sustentável é uma variável cada vez mais presente na construção da estratégia das empresas e, igualmente, uma diretriz estratégica de Estado a fim de induzir ao crescimento um viés inovador”.

Abaixo, serão apresentadas algumas possibilidades de aplicação dos resultados obtidos com essa ferramenta de gestão. Podemos destacar como soluções atingíveis com essa ferramenta as seguintes melhorias:

- Melhoria nos processos de embarque, desembarque e distribuição mais igualitária da lotação média dos trens em todos os carros, utilizando-a em painéis luminosos que informam quais carros estão mais vazios e onde o embarque de passageiros se faz mais adequado.
- Com essa possibilidade de melhor homogeneização na lotação dos carros dos trens, há uma natural distribuição média, com baixo desvio padrão, no nível médio de lotação de todos os trens em circulação, que eleva a capacidade de transporte do sistema. A nova capacidade de transporte com essa organização dos embarques permite decidir entre permanecer com a operação do sistema com esse novo perfil de circulação mais confortável ou reduzir a quantidade de trens em operação até se atingir níveis aceitáveis de transporte com uma operação mais enxuta.
- As temperaturas dos aparelhos de ar-condicionado dos trens podem ser mais bem ajustada de acordo com a lotação média de cada carro, trazendo assim conforto térmico, além de benefícios financeiros.



AEAMESP



- A programação de oferta de trens global da linha pode ser parametrizada com base nas informações dos níveis de lotação de cada intervalo de tempo escolhido. Com base nesses dados, a relação de oferta e demanda em cada instante da operação pode ser mensurada com maiores detalhes, resultar em uma programação de circulação de trens com nível de qualidade mais elevado e assertividade padrão em todos os momentos do sistema. Essa possibilidade pode ser altamente benéfica para a operadora, uma vez que proporciona prestação de serviço com padrões cada vez mais próximos da filosofia ideal de trabalho chamada Lean Service.

4 – Conclusão

Como foi observado neste artigo, atualmente o sistema de transporte público metroferroviário convive com a necessidade de se prestar serviço de qualidade para altas demandas de passageiros e deve ainda ser operacionalmente econômico. Para tanto, a elaboração dessa ferramenta de gestão da operação metroferroviária agrega valor ao processo de tomada de decisão, com base no monitoramento do principal indicador da relação de oferta e demanda, que é o nível de lotação dos trens em todos os trechos e em todos os horários e dias do ano.

Esse recurso possibilita a abertura de novos caminhos para um leque de ideias inovadoras, associadas a níveis elevados de conforto na viagem dos passageiros, maior conforto no processo de embarque e desembarque das plataformas, melhor adequação térmica dos carros dos trens, otimização dos custos operacionais. Outro benefício de suma

importância é possibilitar operação em bases mais sustentáveis, com a redução dos desperdícios instantâneos de oferta que ocorrem intrinsecamente ao longo do dia operacional, que estão diretamente associados à redução do número de viagens global, redução no consumo de energia elétrica e da utilização de todos os equipamentos instalados ao longo das vias do sistema.

5 – Referências bibliográficas

DURAN JUNIOR, Laerte Jose. **Análise do surgimento de polos de ocupação urbana**. 2012. 130 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências, Escola de Artes, Ciências e Humanidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/100/100132/tde-19122012-225247/en.php>>. Acesso em: 21 mar. 2015.

OLIVEIRA, Jairo Garay Ribeiro de. **A importância do sistema de transporte coletivo para o desenvolvimento do município de Campo Grande** – MS.2003. 105 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Desenvolvimento Local, Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, 2003. Cap. 1. Disponível em: <<http://site.ucdb.br/public/md-dissertacoes/7916-a-importancia-do-sistema-de-transporte-coletivo-para-o-desenvolvimento-do-municipio-de-campo-grande-ms.pdf>>. Acesso em: 6 mar. 2015.

POLIS (Org.). **Mobilidade urbana é desenvolvimento urbano**. Disponível em: <<http://www.polis.org.br/uploads/922/922.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2015.

KAWANO, Heitor. **Transportes Urbanos**. Trabalho público apresentado no curso de Engenharia Civil do Centro Universitário da FEI, São Bernardo do Campo, 2014. Apresentação Power point.

RUBIM, Barbara; LEITAO, Sérgio. **O plano de mobilidade urbana e o futuro das cidades**. Estud. av. [online]. 2013, vol.27, n.79, pp. 55-66. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v27n79/v27n79a05.pdf>>. Acesso em: 6 mar. 2015.

PRATES, Marco. **BBC brinca com metrô de SP e de outras cidades do Brasil**. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/brasil/noticias/bbc-faz-gozacao-com-metro-de-sp-e-de-outras-cidades-do-pais>>. Acesso em: 11 jan. 2013.



AEAMESP



Murilo Sampaio,

<http://www.ead.fea.usp.br/semead/14semead/resultado/trabalhosPDF/42.pdf> Acesso em: 29. 07. 2015.

CORRÊA, Silvino Soares. **Regulação Robusta de Tráfego em Linhas de Metrô**. 1999. 97 f.

Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Elétrica, Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999. Disponível em:

<<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000188346&fd=y>>. Acesso em: 22 mar. 2015.

FLEURY, Paulo Fernando; WANKE, Peter F.. **Logística empresarial: A perspectiva brasileira**.

Rio de Janeiro: Atlas, 2000. 376 p.

SLACK, Nigel et al. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 528 p.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da Produção e Operações**. 2. ed. São Paulo:

Cengage Learning, 2009. 624 p.