



## Simulação do transporte de carga do comércio eletrônico com a utilização do metrô em horário não comercial

### INTRODUÇÃO

O crescimento do comércio eletrônico, exigiu que as empresas realizassem entregas de forma rápida e eficaz.

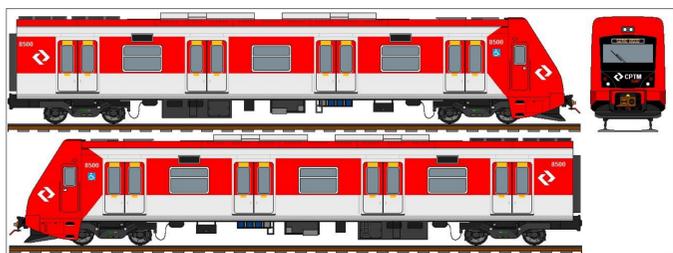
A proposta do trabalho é utilizar as linhas azul e vermelha do metrô de São Paulo para operação de transporte *Middle mile* dos produtos para os *crossdockings*, realizando assim uma entrega multimodal entre o rodoviário e metroviário, uma oportunidade de redução de custos e mais sustentável, uma vez que diminui a emissão de carbono.

O estudo permite avaliar a viabilidade da utilização do modal metroviário como forma de transportar produtos, abrindo portas para diversas outras pesquisas.



### METODOLOGIA

Foi utilizado o software de simulação ProModel para avaliar se o metrô poderia atender à demanda dentro do prazo das 4h.



Para avaliar se o modelo atende às necessidades foram definidos dois critérios, o tempo de ciclo com prazo máximo de 4h para realizar todas as entregas e o dimensionamento da frota metroviária, uma vez que cada metrô pode carregar 44 paletes por vagão, ou seja, 352 paletes por metrô, totalizando 704 paletes nas duas linhas, cada paletes comporta 12 caixas.

Foram definidos três cenários, sendo eles:

- Baseline: Avaliação do cenário atual
- Cenário 1: realizando uma análise de sensibilidade com um aumento de 10% na demanda da empresa
- Cenário 2: Avaliar o comportamento do modelo em um momento de sazonalidade como ocorre na “**Black Friday**” em que a demanda aumenta bastante, foi feito um cenário com o dobro da demanda.



### SIMULAÇÃO

Para a simulação foi utilizado da rede de caminhos e as informações obtidas pelo site do metrô de São Paulo, assim simulando o tempo de transporte entre estações.

Há três entidades, sendo elas os “paletes” que devem ser descarregados em cada estação, a entidade “pedido” inicia a simulação, começando o carregamento e se mantém até a última estação.

No processamento, o comando “wait” simula o tempo para carregar e descarregar o metrô, ao chegar em cada estação, os paletes são gerado pelo comando “order”.



## Simulação do transporte de carga do comércio eletrônico com a utilização do metrô em horário não comercial

Os tempos de carregamento das linhas azul (A\_Santa) e vermelha (V\_Corinthians) estão indicados na tabela abaixo.

Estação de entrada	Tempo (min)
A_Santa	17,16
V_Corinthians	18,00

Os tempos de descarga são de 56 segundos por palete, o tempo total em cada estação varia de acordo com o tamanho da demanda.



## RESULTADOS

Cenário	Quantidade de metrô por linha	Tempo para entrega (h)	% em movimentação	% para carga e descarga	Paletes entregues
Baseline	1	03:01	52,84%	47,16%	599
Cenário 1	1	03:10	50,33%	49,67%	670
Cenário 2	2	02:45	57,94%	42,06%	1198

Ao avaliar os três cenários, o modelo atendeu aos critérios de tempo de ciclo menor que 4h e demanda.

No cenário 1 com um aumento de apenas 9 min, o metrô conseguiu entregar 71 paletes a mais que no baseline, sem alterar a frota metroviária.

O cenário 2, apesar de possuir a maior demanda obteve o menor tempo de ciclo por conta das entregas simultâneas entre estações na mesma linha, o aumento na % de tempo em lógica de movimentação mostra os impactos.