

## **CATEGORIA 1**

### **GARANTIA DE RECEITA COM CONTROLE DE EVASÃO EM SISTEMAS**

#### **ABERTOS DE VLT**

## **INTRODUÇÃO**

O VLT Carioca trouxe diversas inovações à cidade do Rio de Janeiro, uma das novidades mais perceptíveis para o usuário é o modelo de pagamento. Pela primeira vez, um sistema de transporte no país apostou na relação de confiança com o usuário, fundamentada na prestação de um bom serviço. Sem catracas ou cobradores, o VLT Carioca é o sistema em que o passageiro é responsável por chegar à estação, buscar as informações, comprar ou recarregar seu cartão e validá-lo ao embarcar. Quando anunciado no Rio, esse modelo era visto como algo impraticável, no entanto, para garantir o bom funcionamento da ideia, a concessionária mantém um grupo de fiscalização em parceria com a prefeitura, via Guarda Municipal, que confere se os usuários realizaram o pagamento. Além de conferir o pagamento dos usuários, a presença do fiscal inibe a evasão do sistema e garante a receita tarifária. Em tempos de

crise, em que as equipes são reduzidas - e o número de fiscais não é suficiente para cobrir todos os trens em operação - como a empresa deve agir para garantir que os usuários paguem pelo serviço e, conseqüentemente, gere a arrecadação?

## **DIAGNÓSTICO**

Para garantir/aumentar a receita através do pagamento dos usuários, o VLT Carioca precisa de uma boa estratégia de fiscalização, uma vez que seu quadro de fiscais não cobre todos os trens em operação. O presente estudo tem por objetivo apresentar uma ferramenta desenvolvida na operação de um veículo leve sobre trilhos para aperfeiçoamento da estratégia de fiscalização desenvolvida pelas equipes operacionais do modal. A análise de dados é baseada em informações originadas por dois sistemas diferentes na companhia, que operam embarcados nos trens: Sistema de Contagem de Passageiros (SCP) e Sistema de Bilhetagem Eletrônica (SBE).

Antes de falar sobre os sistemas embarcados é importante entender como o usuário do VLT Carioca se insere neste serviço de “autoatendimento” e o que configura uma evasão.

Atualmente, o sistema opera duas linhas com 27 paradas, sem linha de bloqueio. Em todas elas existem máquinas que possibilitam o usuário comprar, recarregar e

conferir o saldo de seu bilhete eletrônico. O pagamento da viagem é realizado em um dos 28 validadores embarcados nas composições. Por se tratar de um sistema aberto (sem linhas de bloqueio), o usuário é responsável pelo pagamento. Uma evasão se configura quando um passageiro entra em uma composição e não valida seu cartão, ou seja, não realiza o pagamento. Para evitar que pessoas desavisadas cometam evasão, o VLT Carioca realiza ações educacionais periódicas em seus canais oficiais (mídias sociais, site, aplicativo, mobiliário das paradas). A atuação dos fiscais serve para mitigar a ação de usuários que conhecem as leis e ainda assim burlam o sistema.

A evasão é calculada através da diferença entre o total de passageiros e o total de validações. Para entender como a evasão compõe o número crescente do total de passageiros transportados realiza-se a conta da **taxa de evasão**:

$$\text{Taxa de Evasão} = \frac{(\text{Total de Passageiros} - \text{Total de Validações})}{\text{Total de Passageiros}}$$

A variável “Total de Passageiros” é extraída do sistema embarcado de contagem de Passageiros (SCP). Esse sistema embarcado é composto por sensores de contagem com tecnologia baseada na análise de imagens estereoscópicas e estão instalados em cima de cada porta do veículo. O sistema inicia seu funcionamento automaticamente toda vez que as portas são abertas. O sensor analisa os fluxos de passageiros que entram e saem no período em que as portas estão abertas e é configurado para identificar o sentido de cada passageiro (embarque ou desembarque). Sem a linha de bloqueio, esse sistema é o que gera e garante o número de passageiros transportados. A Figura 1 ilustra o funcionamento e contagem de saídas do SCP em quatro quadros.

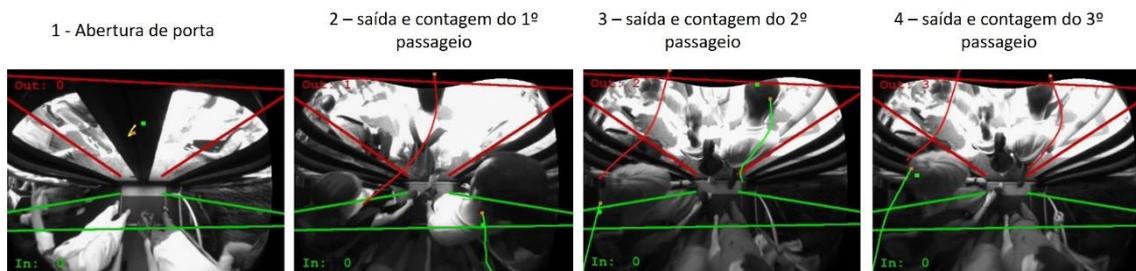


Figura 1 – Funcionamento do SCP

De forma básica, os embarques e desembarques são registrados no nível de tempo, trem, linha, sentido e parada em que o trem estava no momento da abertura de portas.

A variável “Total de Validações” é extraída do sistema embarcado de bilhetagem eletrônica (SBE). O SBE funciona através da interação entre o bilhete eletrônico do usuário e o validador dentro do trem. O validador é responsável por realizar o débito no bilhete dos passageiros, registrar a validação tanto no cartão quanto no sistema e armazenar o dado de transação, até que o mesmo seja transmitido para os servidores. As validações são registradas em nível de tempo, trem, linha e sentido em que o trem trafegava. A figura 2 mostra o modelo de validador Prodata utilizado nos trens do VLT Carioca, e como o usuário deve efetuar o pagamento.



Figura 2 – Validador embarcados. Fonte: <https://www.viajenaviagem.com/2018/03/rio-de-janeiro-como-se-deslocar/>

O SCP e SBE funcionam de forma independente e, para a apuração da Taxa de Evasão total, essa dinâmica é suficiente. Porém, a partir de outubro de 2017 - com o fim da implantação da Linha 2 do sistema - notou-se um aumento gradativo de +4,7 P.P da taxa de evasão mensal, saindo de 9,0% em outubro/2017 para 13,7% em fevereiro/2018.



**Gráfico 2 – Evolução da Taxa de evasão**

Durante esse período, o quadro de funcionários do VLT Carioca sofreu uma redução e a equipe de fiscalização que contava com 71 agentes de fiscalização (AFI) passou a contar com apenas 44, inviabilizando a cobertura de fiscais em 100% da frota de trens em operação.

Com a Linha 2 recém-inaugurada e demanda de passageiros crescente, o aumento da taxa de evasão representou perda de receita, e as informações extraídas dos dois sistemas não ajudam muito para o desenvolvimento de uma estratégia de atuação. Para transformar os dados e suportar uma tomada de decisão foi preciso cruzar as bases de dados geradas pelos dois sistemas.

Os sistemas basicamente dispõem das seguintes informações:

	SCP	SBE
Tempo	✓	✓
Trem	✓	✓
Sentido	✓	✓
Linha	✓	✓
Parada	✓	X
Validador	X	✓

Tabela 1 – Comparativo entre as informações básicas de cada sistema

Sabendo as informações que são geradas e como funcionam o SCP e SBE, foi desenvolvido um algoritmo que cruza os dados obtidos pelos dois sistemas, gerando uma nova tabela de dados que permite enxergar com exatidão onde as pessoas evadem/burlam o sistema. Dessa forma é possível direcionar a atuação dos AFI's e reduzir a taxa de evasão.

O algoritmo funciona de forma simples, ele encaixa os dados de validação gerados pelo SBE nas paradas registradas pelo SCP criando a nova tabela de evasão. O funcionamento do algoritmo é ilustrado pelo exemplo abaixo:

Exemplo: O Trem X realiza uma viagem entre duas paradas (A e B). O SCP registra às 08:27:30, 10 entradas na parada A, às 08:30:30 registra 5 entradas na parada B, conforme figura 3:



Figura 3 – Exemplo do funcionamento do SCP

Para o SBE, cada validação de um bilhete eletrônico é um momento ilustrado pelos pontos verdes na figura 4:

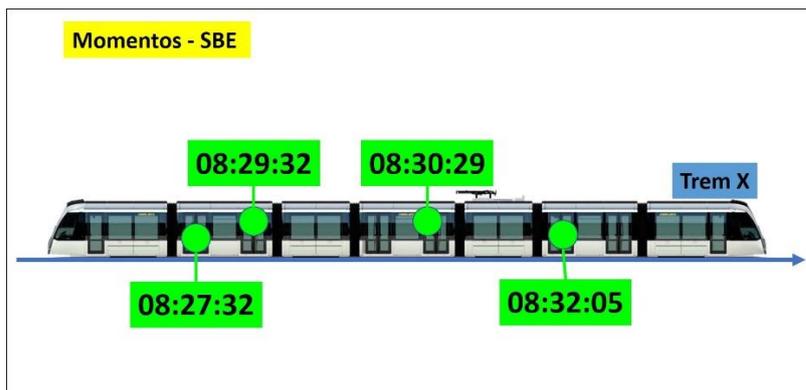


Figura 4 – Exemplo do funcionamento do SBE

Ao rodar o algoritmo, os dados dos dois sistemas se combinam, alocando os momentos de validação do SBE nos momentos das paradas do SCP, trazendo exatidão de localidade da evasão. O Fluxograma 1 mostra que todas as validações registradas no SBE, que ocorreram antes do 2º momento do SCP (momento em que o trem X abre as portas na parada B) foram atribuídas à parada A e a validação que ocorreu a partir do 2º momento do SCP foi atribuída à parada B.



Fluxograma 1 – lógica do algoritmo

A tabela gerada pelo algoritmo alocou as validações de 08:27:32, 08:29:32 e 08:30:29 na parada A, pois elas ocorreram após o registro de entradas na parada A e antes do registro de entradas na parada B. A validação de 08:32:05 foi alocada na parada B, onde o SCP registrou as entradas às 08:30:30.

Com a lógica desenvolvida, os resultados de evasão foram disponibilizados em uma ferramenta que traz as evasões em uma matriz, que cruza as paradas com hora. Para destacar os pontos críticos em relação à evasão, a matriz é formatada com um mapa de calor. A figura 5 mostra o *layout* da ferramenta.



Figura 5 – Ferramenta de análise de evasão

No exemplo da figura, tem-se os dados da Linha 2 para agosto/2018. Através das cores do mapa de calor, fica claro que o destaque vermelho é para as paradas que mais sofreram com evasão no dia 01/08/2018: CTR (Central) entre 7h e 8h na manhã, e CLB (Colombo) entre 17h e 18h na parte da tarde.

Como citado anteriormente, o quadro de funcionários foi reduzido no final de 2017; com isso, não era mais possível fiscalizar todos os trens em operação. Seguindo as informações de quantidade de passageiros, a Coordenação de Fiscalização reduziu o trecho de atuação dos fiscais e focou nas paradas com maior movimento. Os fiscais ao invés de cobrirem um trem durante toda sua viagem, passaram a cobrir os trechos com maior quantidade de passageiros, essa estratégia foi chamada de “Loop”. As figuras 6 e 7 mostram o Loop de fiscais instaurado nas linhas 1 e 2 respectivamente, seguindo apenas com a informação de demanda de passageiros:

### Loop da Linha 1

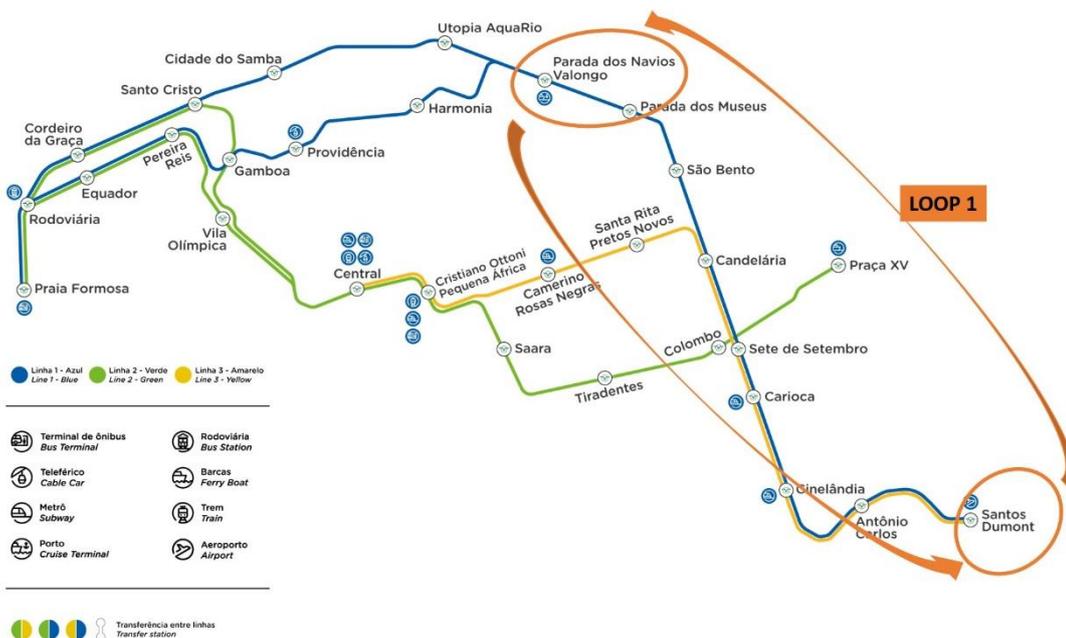


Figura 6 – Loop de Fiscais na Linha 1

Loop da Linha 2

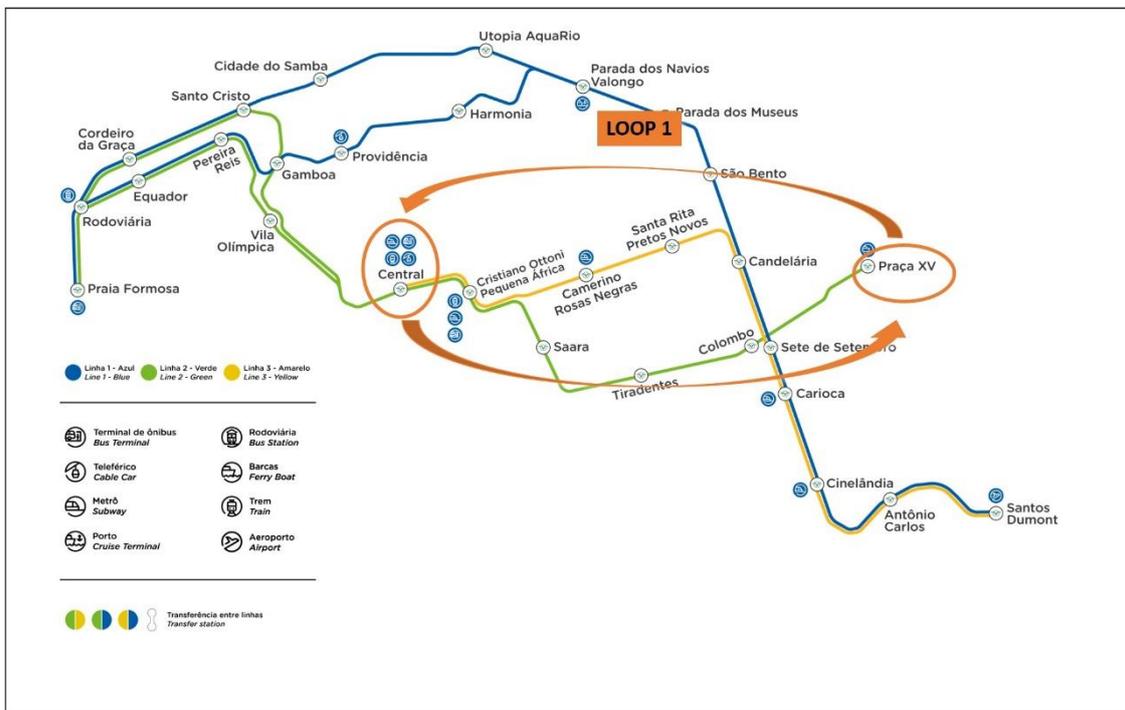


Figura 7 – Loop de Fiscais na Linha 2

O algoritmo e a ferramenta para análise de evasão foram desenvolvidos ao longo do primeiro bimestre de 2018. Após a utilização da ferramenta, a coordenação de fiscalização observou que os Loops de fiscais instaurados foram assertivos, mas, para mudar o resultado crescente da taxa de evasão seria necessário instaurar outros Loop's dentro da estratégia definida anteriormente. Os novos Loop's, Loop's 2, foram desenhados para trechos e horários específicos, seguindo, dessa vez, a direção de paradas e horários em que a evasão mais pesava para o sistema. As figuras 8 e 9 mostram o refinamento da estratégia de fiscalização, local e hora em que o Loop2 foi trabalhado por linha:

Loop da Linha 1

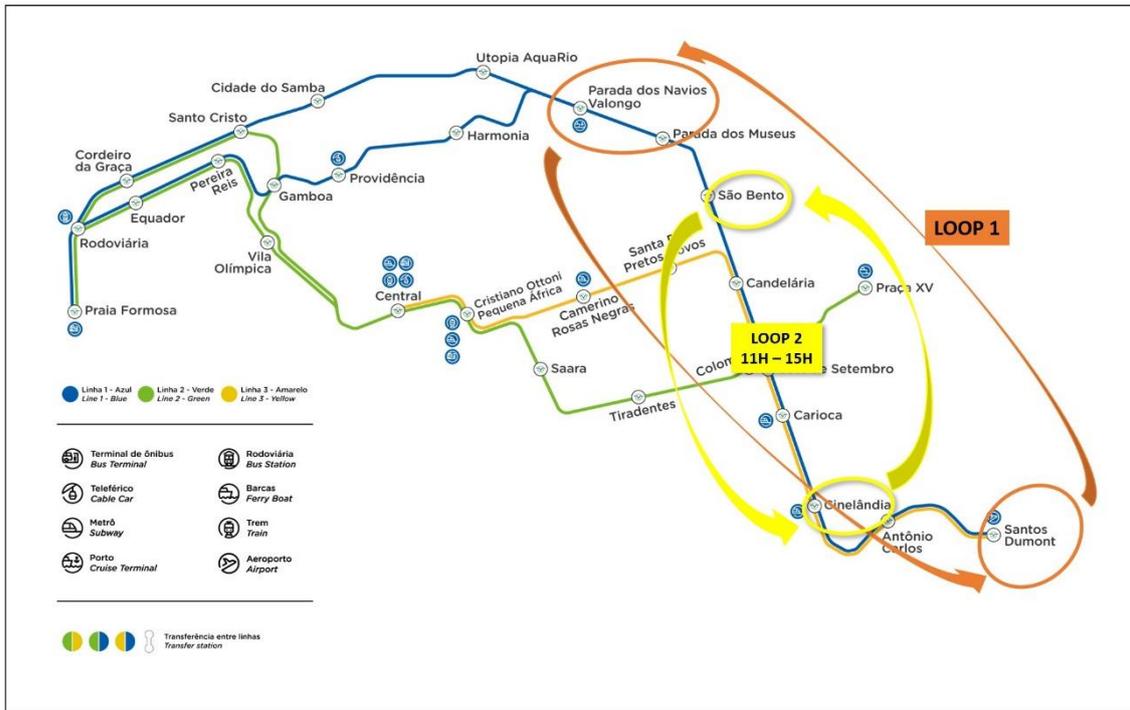


Figura 8 – Loop 2 de Fiscais na Linha 1

Loop da Linha 2

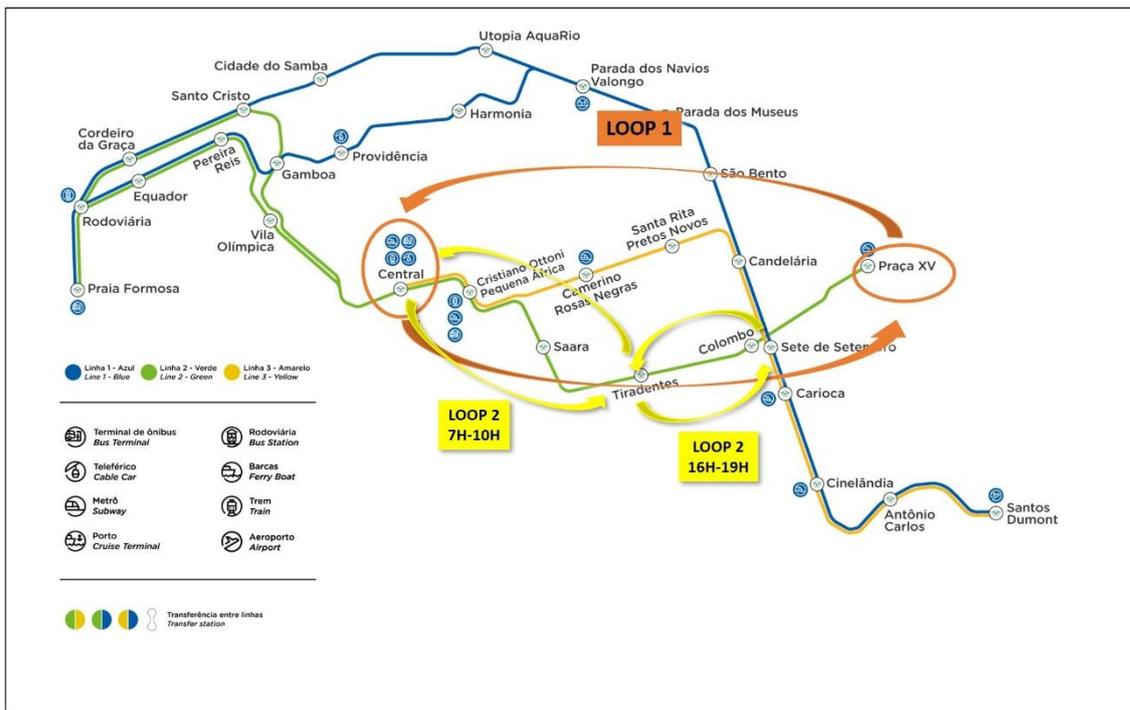


Figura 9 – Loop 2 de Fiscais na Linha 2

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após a implantação da nova estratégia de fiscalização, com o trabalho mais direcionado para os locais mais críticos em termos de demanda de passageiros e evasão, mesmo com o número reduzido de fiscais, o volume de passageiros fiscalizados aumentou e a produtividade de cada agente também. Após seis meses da implantação da nova estratégia, a média de fiscalização realizada por um agente atingiu 15.918 passageiros, totalizando 700 mil fiscalizações, quase 50% do total de passageiros transportados.



Gráfico 2 – desempenho da fiscalização

Além do aumento da efetividade dos AFI's, a taxa de evasão - que havia crescido de out/17 à fev/18 - acabou se estabilizando e atingindo 12,7% em Out/18, -1,0 p.p. em relação ao mês de fev/18 (maior taxa histórica).



Gráfico 3 – Taxa de evasão histórica

## CONCLUSÕES

O VLT Carioca é um meio de transporte novo, com um sistema de cobrança inédito no Brasil, que por muitas vezes foi considerado impraticável, por conta da cultura da população. De início, mudar o hábito das pessoas foi um desafio, mas com a ambição de transportar mais de 130 mil passageiros por dia útil, garantir a receita, rentabilidade do sistema é assegurar a longevidade do projeto. Nesse contexto, o desenvolvimento do algoritmo está sendo primordial para o sucesso da operação. Sem o direcionamento adequado para o estabelecimento da estratégia de fiscalização, a geração de receita seria prejudicada e com isso poderia inviabilizar o projeto do VLT Carioca.