



Asociación Latinoamericana de
Metros y Subterráneos

Visão Computacional

Utilização de Visão Computacional para aferição
dos métodos de contagem de viagens dos trens
no Metrô de São Paulo



Motivação

- Necessidade de **automação** de processos para aumento da produtividade.
- Proporcionar **maior precisão** na aferição do indicador de cumprimento da oferta (viagens realizadas/programadas).
- Alinhamento com as ações definidas **do Planejamento Estratégico** da Companhia.



Objetivos

- **Verificar se o método de contagem de viagens** via dados do sistema de sinalização **permanecia aderente à realidade.**
- **Aumentar a amostragem de dados** para obtenção de maior confiabilidade dos resultados.
- Realizar a **verificação** nas **Linhas 1 – Azul e 3 – Vermelha**, que operavam no sistema ATC e na **Linha 15 – Prata**, monotrilho em fase de comissionamento, onde é utilizada uma aplicação preliminar até que a solução definitiva seja implantada.



Time de desenvolvimento

Coordenação

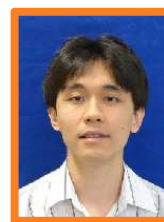


Elaine Labate

Desenvolvimento



Alex Sandro
Caires Cordeiro



Fernando Tanji

Análise



Lucas Bueno
dos Santos





Visão Computacional

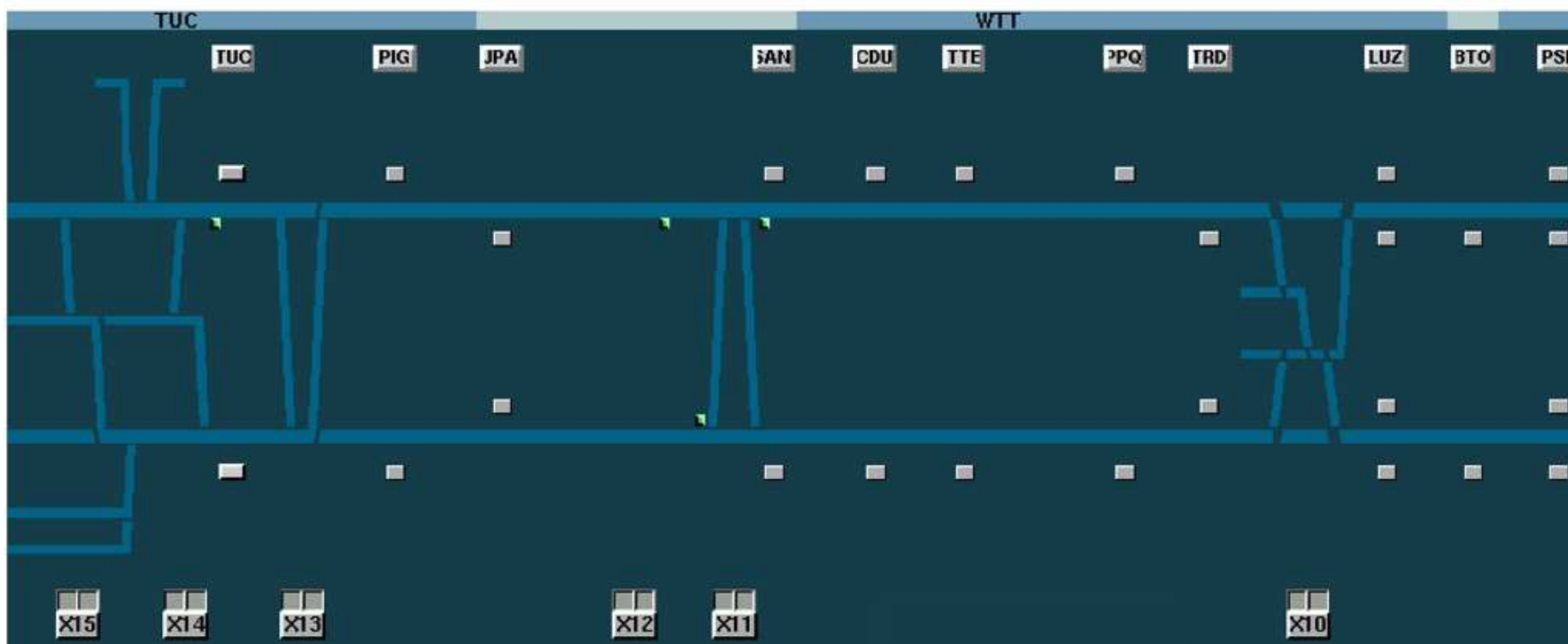
Visão Computacional

- Obtenção de **informação** por meio de imagens.
- **Linguagem Python:** programação de alto nível orientada a objetos.
- **Biblioteca OpenCV:** código aberto que inclui vários algoritmos de visão computacional para realizar operações em imagens ou vídeos.
- **Não gerou custos adicionais** (utilização de ferramentas gratuitas e recursos internos).



Visão Computacional

Método utilizado para a **Linha 1 – Azul**: Mapeamento de vários objetos

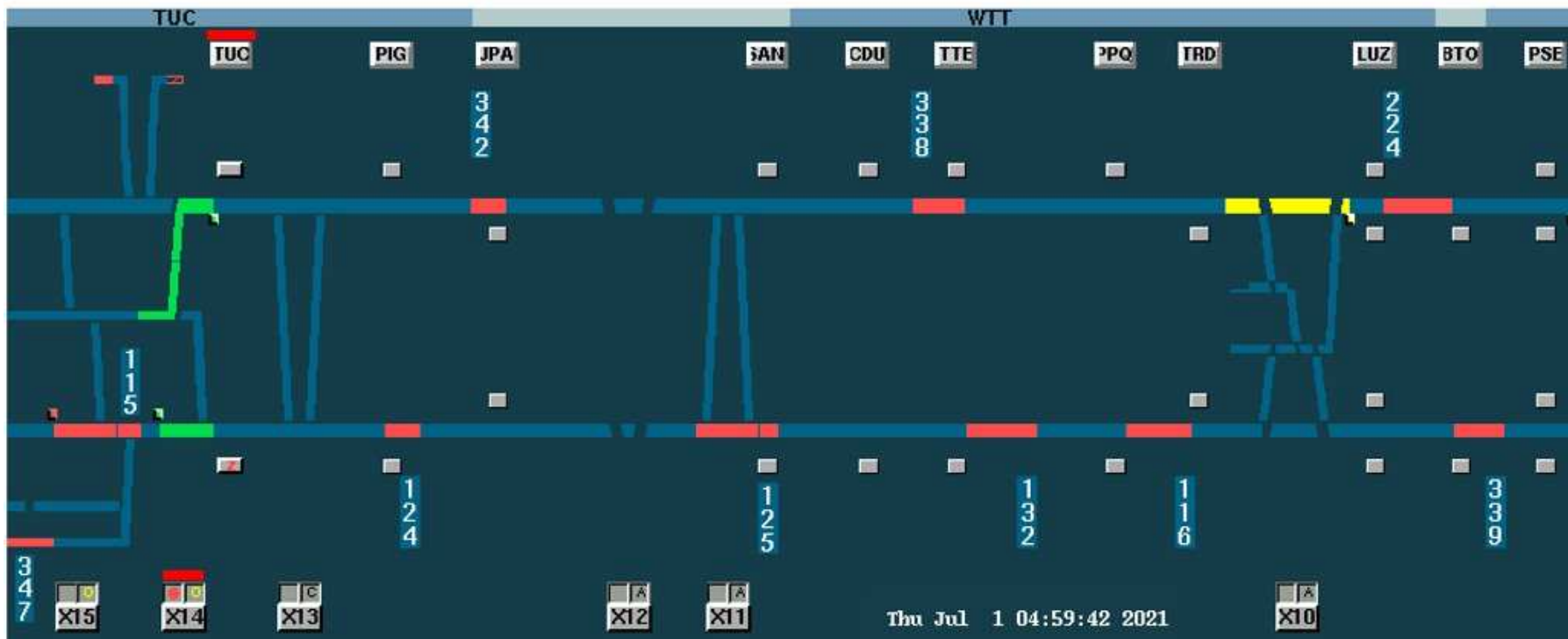


7

Modelo de fundo - Painel de movimentação de trens **sem elementos**

Visão Computacional

Método utilizado para a **Linha 1 – Azul**: Mapeamento de vários objetos

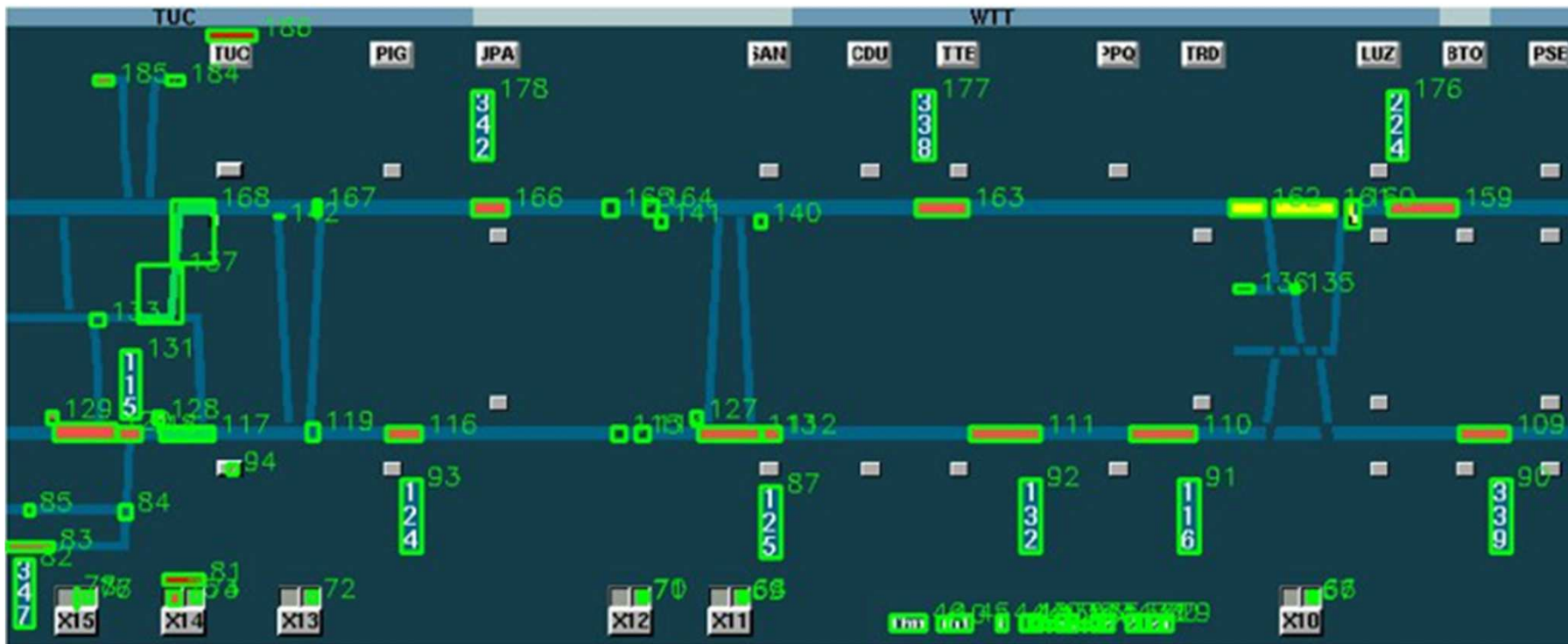


8

Operação - Painel de movimentação de trens **com elementos**

Visão Computacional

Método utilizado para a **Linha 1 – Azul**: Mapeamento de vários objetos

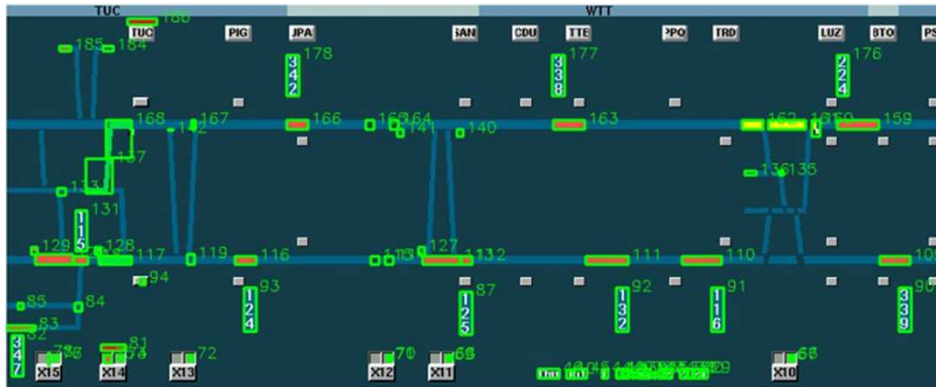


9

A identificação dos elementos a serem mapeados é feita a partir da subtração entre o painel em operação e o modelo de fundo

Visão Computacional

Método utilizado para a **Linha 1 – Azul**: Mapeamento de vários objetos



É gerada uma matriz de coordenadas e
área de ocupação dos objetos

| NR | X | Y | W | H |
|-----|------|-----|----|----|
| 166 | 278 | 120 | 21 | 9 |
| 167 | 184 | 120 | 4 | 9 |
| 168 | 100 | 120 | 25 | 37 |
| 169 | 1852 | 100 | 6 | 6 |
| 170 | 1006 | 99 | 12 | 9 |
| 171 | 1006 | 99 | 12 | 9 |
| 172 | 1464 | 95 | 5 | 3 |
| 173 | 1885 | 56 | 11 | 40 |
| 174 | 1648 | 56 | 11 | 40 |
| 175 | 1223 | 56 | 11 | 40 |
| 176 | 821 | 56 | 11 | 40 |
| 177 | 540 | 56 | 12 | 40 |
| 178 | 278 | 56 | 12 | 40 |
| 179 | 968 | 54 | 4 | 5 |
| 180 | 1746 | 52 | 12 | 40 |
| 181 | 1539 | 52 | 12 | 40 |
| 182 | 1460 | 52 | 12 | 40 |
| 183 | 1007 | 51 | 12 | 40 |
| 184 | 97 | 47 | 10 | 5 |
| 185 | 54 | 47 | 11 | 5 |
| 186 | 121 | 20 | 29 | 6 |

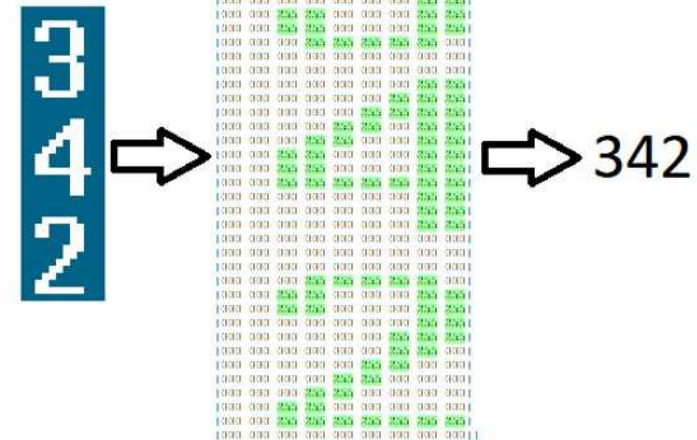


Visão Computacional

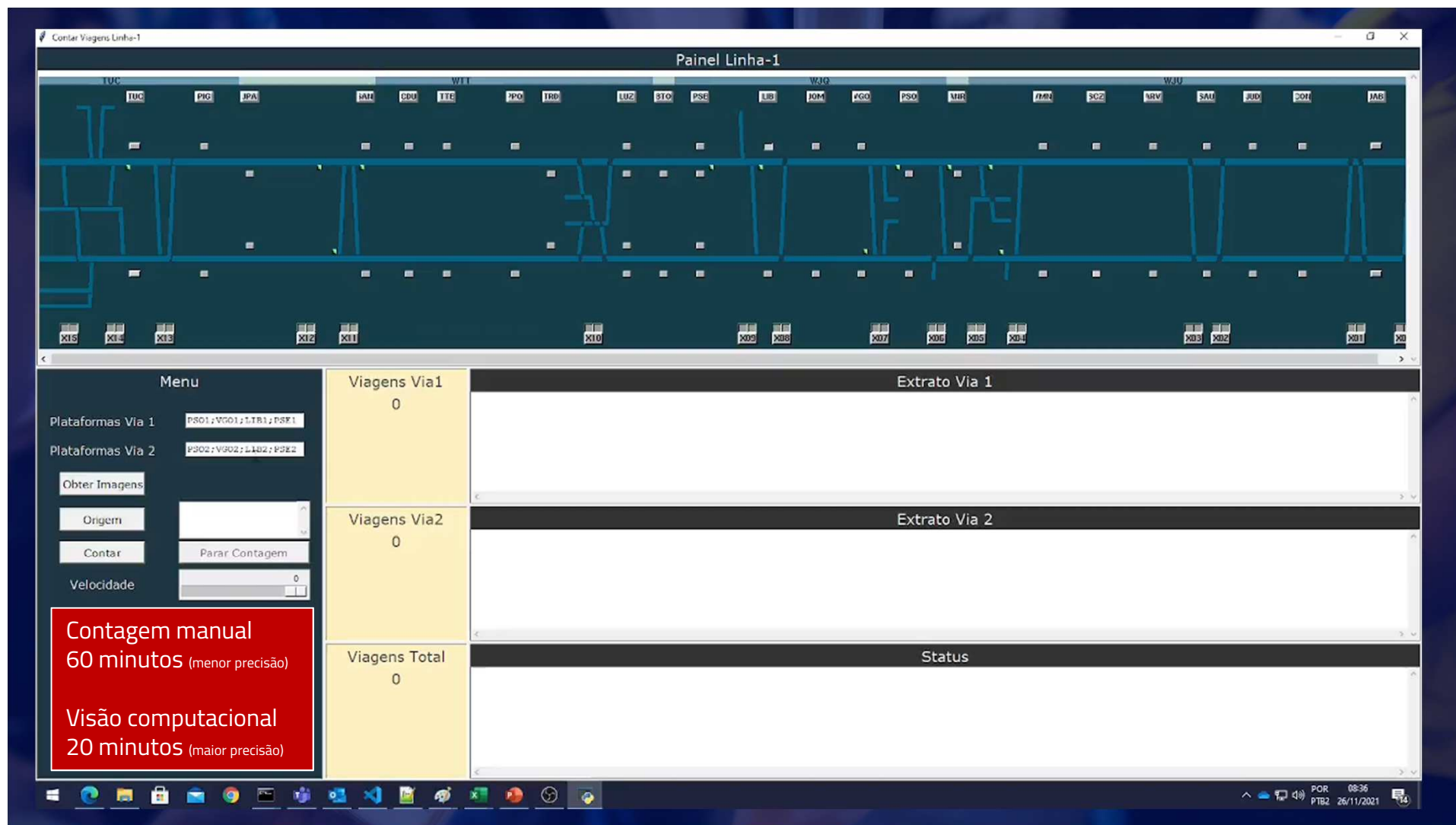
Método utilizado para a **Linha 1 – Azul**: Mapeamento de vários objetos

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<plataformas>
  <plataforma>
    <linha>1</linha>
    <via>1</via>
    <ordenacao>1</ordenacao>
    <estacao>JAB</estacao>
    <sigla>JAB1</sigla>
    <plataformaX>1849</plataformaX>
    <plataformaY>52</plataformaY>
    <plataformaW>12</plataformaW>
    <plataformaH>40</plataformaH>
    <portaX>1852</portaX>
    <portaY>95</portaY>
    <portaW>5</portaW>
    <portaH>3</portaH>
  </plataforma>
  <plataforma>
    <linha>1</linha>
    <via>1</via>
    <ordenacao>2</ordenacao>
    <estacao>CON</estacao>
    <sigla>CON1</sigla>
    <plataformaX>1746</plataformaX>
    <plataformaY>52</plataformaY>
    <plataformaW>12</plataformaW>
    <plataformaH>40</plataformaH>
    <portaX>1749</portaX>
    <portaY>95</portaY>
    <portaW>6</portaW>
    <portaH>3</portaH>
  </plataforma>
  <plataforma>
    <linha>1</linha>
    <via>1</via>
    <ordenacao>3</ordenacao>
    <estacao>JUD</estacao>
    <sigla>JUD1</sigla>
    <plataformaX>1677</plataformaX>
    <plataformaY>52</plataformaY>
    <plataformaW>11</plataformaW>
    <plataformaH>40</plataformaH>
    <portaX>1680</portaX>
    <portaY>95</portaY>
    <portaW>6</portaW>
    <portaH>3</portaH>
  </plataforma>
  <plataforma>
    <linha>1</linha>
    <via>1</via>
    <ordenacao>4</ordenacao>
    <estacao>SAU</estacao>
    <sigla>SAU1</sigla>
    <plataformaX>1613</plataformaX>
    <plataformaY>52</plataformaY>
    <plataformaW>12</plataformaW>
    <plataformaH>40</plataformaH>
    <portaX>1616</portaX>
    <portaY>95</portaY>
    <portaW>6</portaW>
    <portaH>3</portaH>
  </plataforma>
</plataformas>
```

As posições das plataformas são definidas

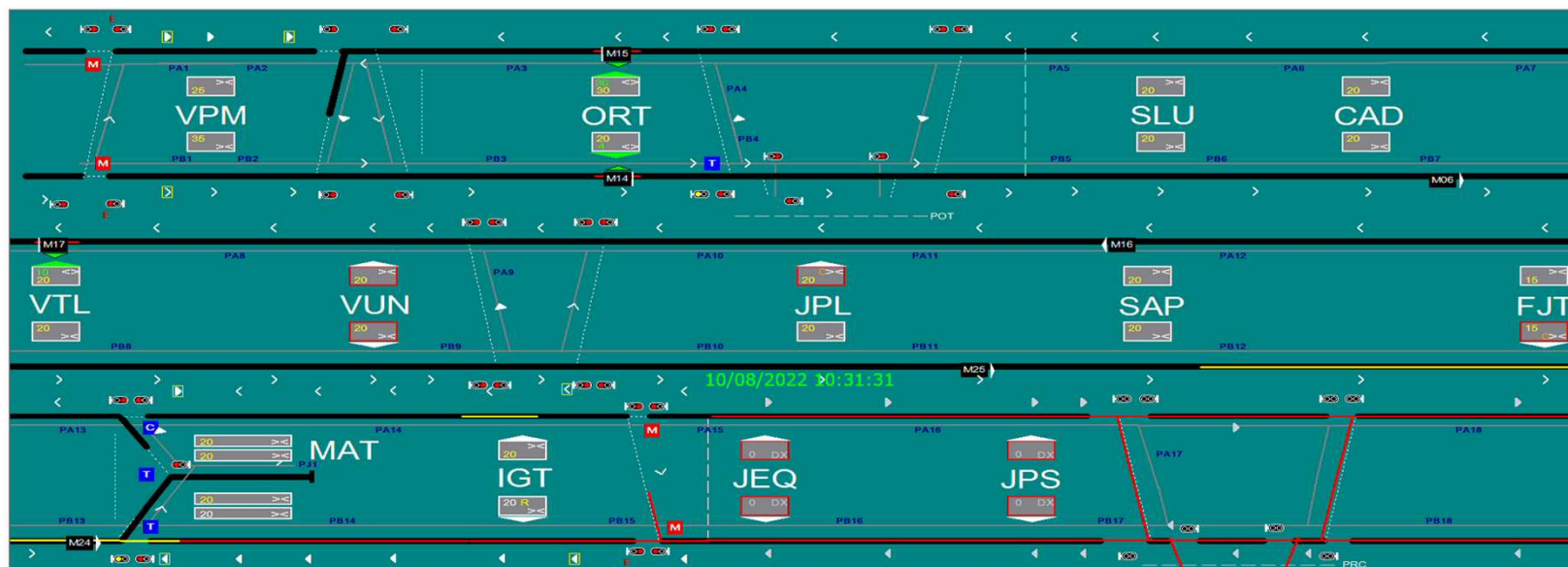


O número do trem é identificado



Visão Computacional

Método utilizado para a **Linha 15 - Prata**: Mapeamento de objeto específico

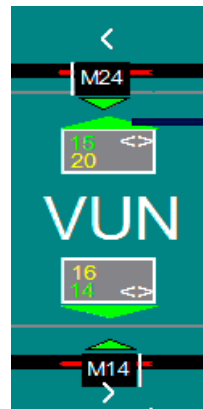


Painel de trens da Linha 15-Prata

Visão Computacional

Método utilizado para a **Linha 15 - Prata**: Mapeamento de objeto específico

```
porta_via1_x=442,  
porta_via1_w=1,  
porta_via1_y=371,  
porta_via1_h=1,  
porta_via1_cor=b'\x00\xff\x00',  
  
porta_via2_x=443,  
porta_via2_w=1,  
porta_via2_y=488,  
porta_via2_h=1,  
porta_via2_cor=b'\x00\xff\x00',  
  
trem_via1_x=426,  
trem_via1_w=25,  
trem_via1_y=338,  
trem_via1_h=9,  
  
trem_via2_x=430,  
trem_via2_w=25,  
trem_via2_y=520,  
trem_via2_h=9,  
  
trem_caract1_x=0,  
trem_caract1_w=10,  
trem_caract1_y=0,  
trem_caract1_h=9,  
  
trem_caract2_x=11,  
trem_caract2_w=6,  
trem_caract2_y=0,  
trem_caract2_h=9,  
  
trem_caract3_x=19,  
trem_caract3_w=6,  
trem_caract3_y=0,  
trem_caract3_h=9,
```



Pixel

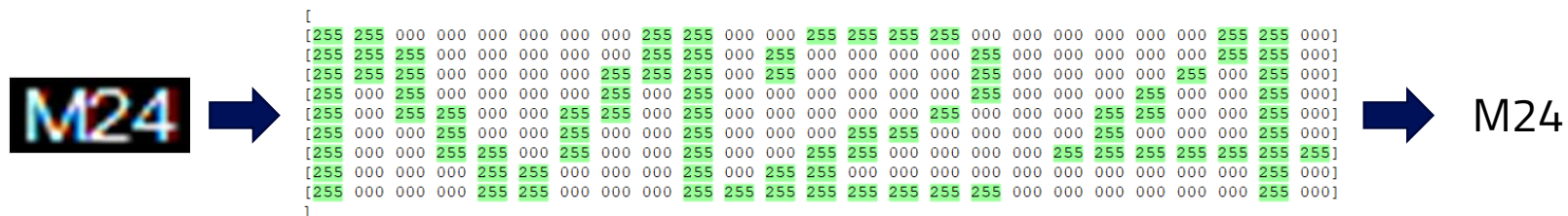


Verifica se o pixel é **este** verde
(\x00\xff\x00 =>
000,255,000)

Em caso positivo, realiza a
identificação do trem

Visão Computacional

Método utilizado para a **Linha 15 - Prata**: Mapeamento de objeto específico



Processo de identificação do trem





Contagem manual
60 minutos (menor precisão)

Visão computacional
10 minutos (maior precisão)

Problemas com seu equipamento?

acesse: servicedesk.metrosp.com.br

ligue: **2794-7222**

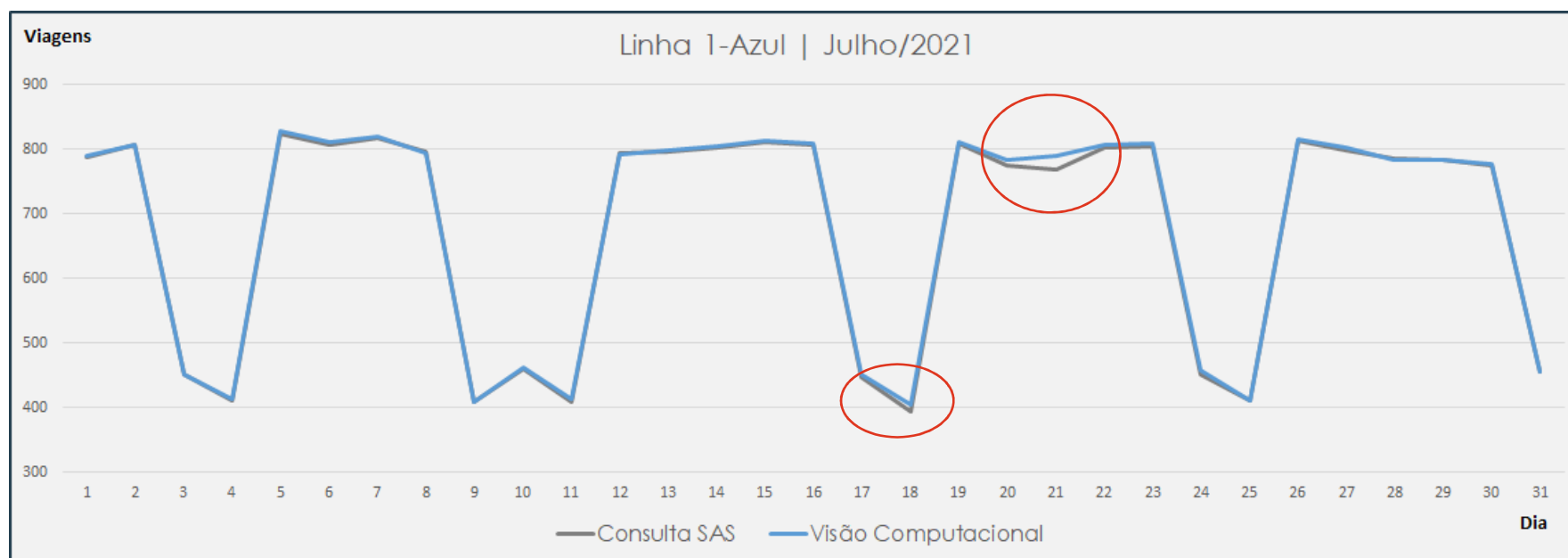
ServiceDesk



The background image shows a group of people, mostly of Asian descent, gathered around a vertical pole. Several individuals are holding the pole with both hands, suggesting a collective effort or a team-building exercise. In the foreground, a person is holding a smartphone, displaying a webpage with various images and text. The overall scene is dimly lit, with a strong blue color cast over the entire image, creating a professional and modern atmosphere.

Resultados

Resultados | Linha 1 - Azul

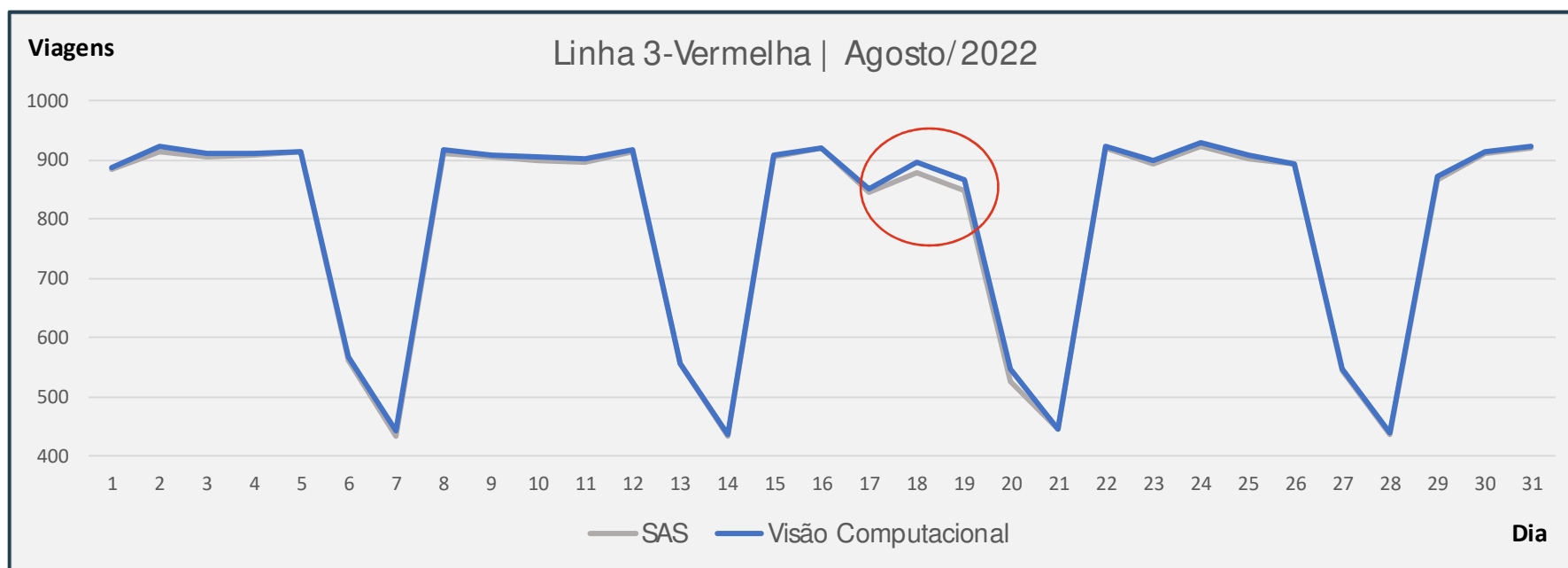


Resultados | Linha 1 - Azul

- O método de contagem do sistema de sinalização é, em geral, **aderente** à realidade.
- Entretanto, pontualmente, **pode apresentar diferenças** difíceis de serem identificadas.
- No período estudado, o **índice de cumprimento viagens realizadas** seria **0,4% maior** (de 94,8% para 95,2%).



Resultados | Linha 3 - Vermelha

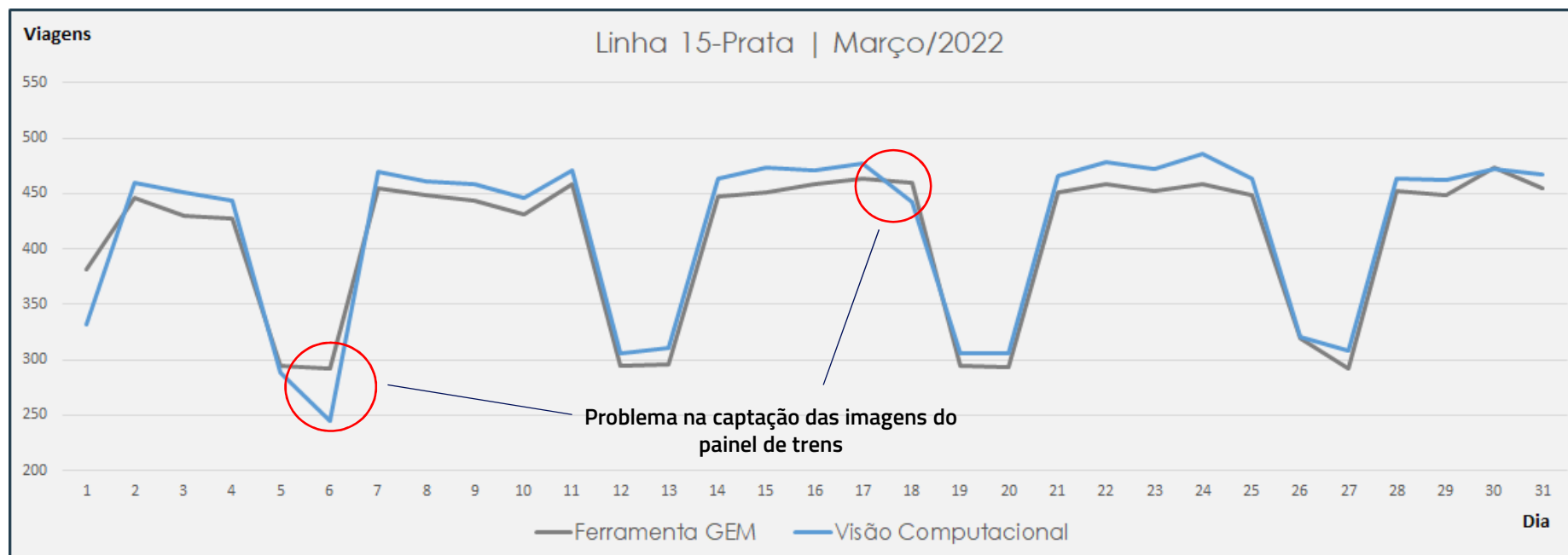


Resultados | Linha 3 - Vermelha

- O método de contagem do sistema de sinalização é, em geral, **aderente** à realidade.
- Foram constatadas diferenças **pequenas e constantes** entre as contagens (os dados do sistema de sinalização apresentavam, em média, **4 viagens a menos** por dia).
- No período analisado, o índice de cumprimento de viagens realizadas seria 0,6% maior (de 98,1% para 98,7%).



Resultados | Linha 15 - Prata

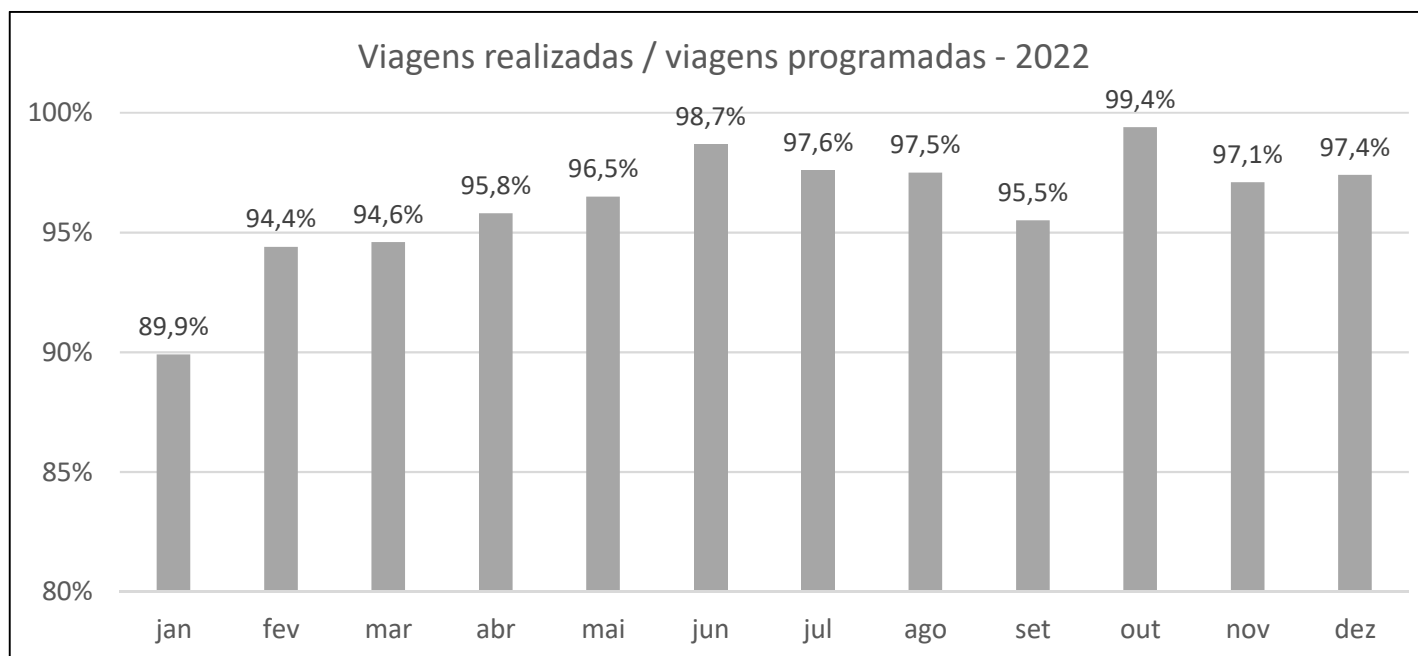


Resultados | Linha 15 - Prata

- Foi constatado que a ferramenta de contagem em uso **estava desconsiderando cerca de 3% das viagens realizadas.**
- Foram feitas reuniões com a área responsável para **verificar a lógica** de contagem previamente utilizada e **ajustá-la.**
- O **código da ferramenta foi modificado** e, após nova comparação com a contagem da visão computacional, **verificou-se aderência total das contagens.**



Resultados | Linha 15 - Prata



As mudanças foram implantadas a partir de fevereiro



The background image shows a group of people, with a focus on their hands and arms. Several hands are gripping a vertical grey pole. In the lower-left foreground, a hand holds a white smartphone displaying a webpage with images and text. Another hand in the upper-right holds a black smartphone. The scene is dimly lit with a strong blue color cast, suggesting an indoor event or a night-time setting. The overall composition is centered around the word 'Conclusões' which is overlaid in white text.

Conclusões

Conclusões

- A Visão computacional está sendo utilizada para auditar os dados do sistema de sinalização ou efetuar contagens em caso de indisponibilidade. No caso da Linha 3 – Vermelha está sendo utilizada diariamente para contagem das viagens.
- Estima-se que no período de janeiro a abril/2023, caso este estudo não tivesse sido desenvolvido, **mais de 2 mil viagens devidamente oferecidas aos passageiros não teriam sido contadas**. Isso corresponde a **mais de 1%** das viagens realizadas nas Linhas 1 - Azul, 3 - Vermelha e 15 - Prata no período.
- Com uma maior precisão dos indicadores, é possível fazer **um gerenciamento mais eficiente** do desempenho.

The background image shows a group of people, with a focus on their hands and arms. Several hands are gripping a vertical grey pole. In the lower-left foreground, a hand holds a white smartphone displaying a webpage with images and text. The entire scene is overlaid with a semi-transparent blue filter. The text 'Usos potenciais' is centered in white.

Usos potenciais

Usos potenciais

- A ferramenta de visão computacional aplicada às imagens do painel de movimentação dos trens **poderá ser programada para identificação de outros eventos**, desde que ele seja visível nas imagens.
- O método pode ser utilizado no **mapeamento de outros objetos em outras aplicações**, inclusive com imagens de CFTV.



Obrigada!

Elaine Doro Labate

Metrô de São Paulo

Coordenadoria de Informações Estatísticas e Estudos Estratégicos

elabate@metrosp.com.br