

32^a

**SEMANA DE
TECNOLOGIA
METROFERROVIÁRIA**

**FERRAMENTA
AUTOMATIZADA PARA
GERAÇÃO DE GRÁFICOS
HORÁRIOS**

**Guilherme Fermino Cordeiro
Lucas Oliveira Martins**

LINHA 7 - RUBI

CONTEXTO



- 57km de extensão;
- Mais antiga do Estado, juntamente com a Linha 10-Turquesa;
- É a única linha do sistema de trens metropolitanos que possui estações fora da Região Metropolitana de São Paulo;
- Compartilhamento do trecho com a circulação de trens de carga (MRS).

GRÁFICO HORÁRIO

LO7 SAB 02

BRU/JUN 70,5'
V 304 - T 18/13/19/10
BRU/FMO/JUN 6,5/11'

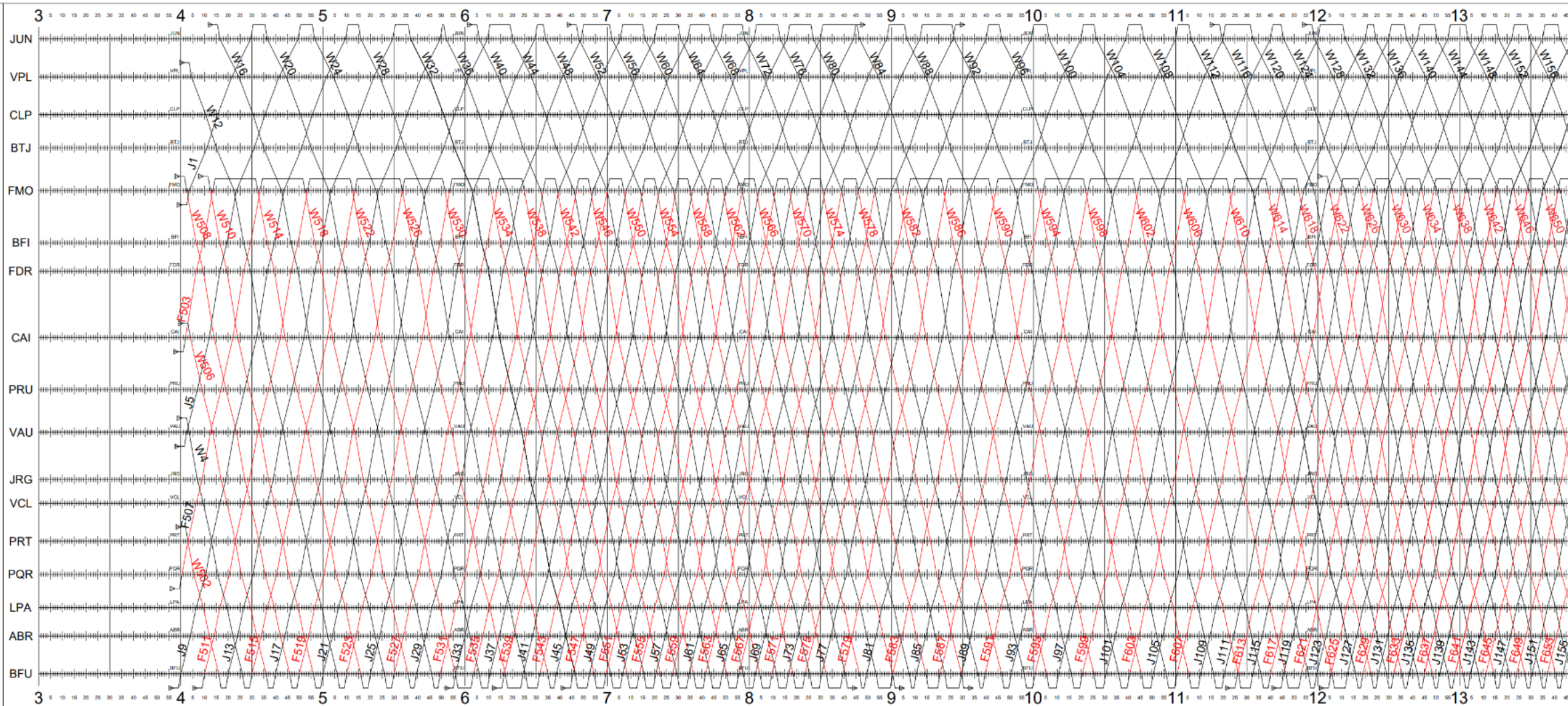
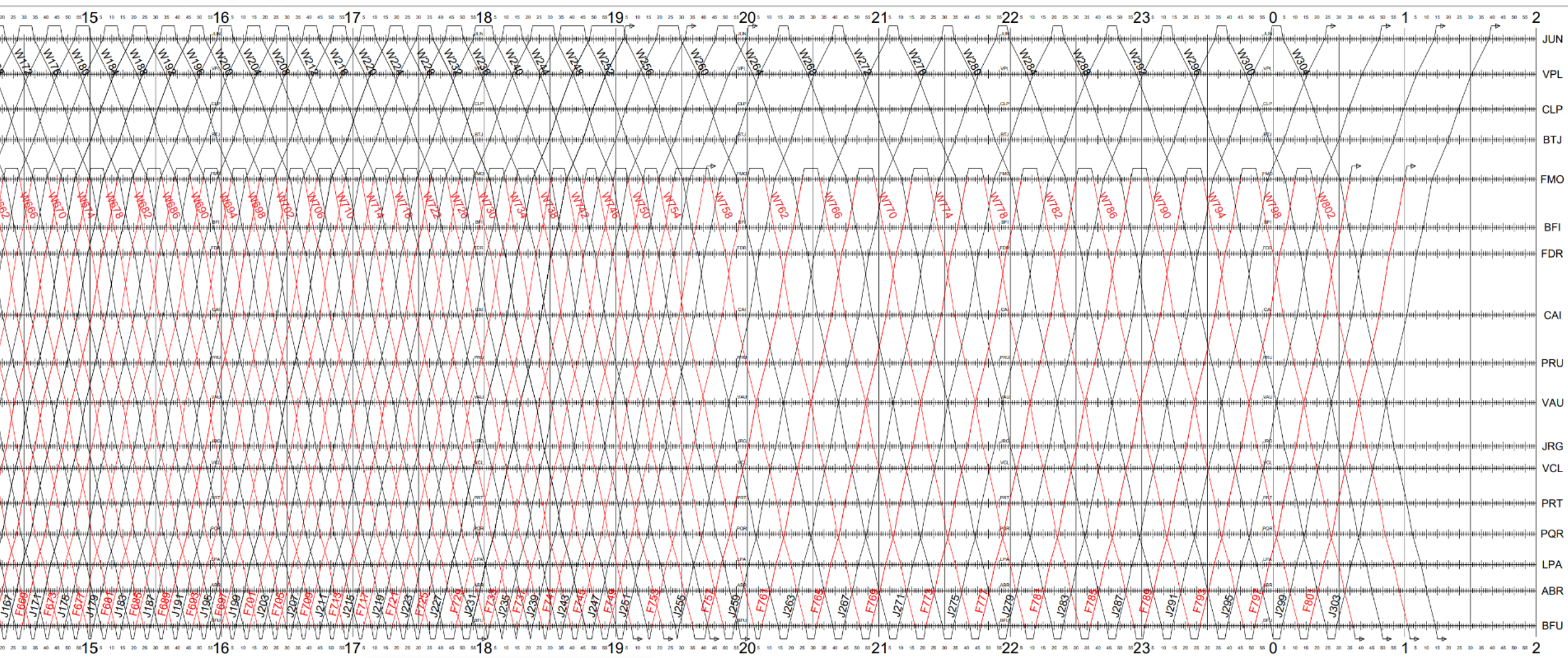


GRÁFICO HORÁRIO



LO7 SAB O2

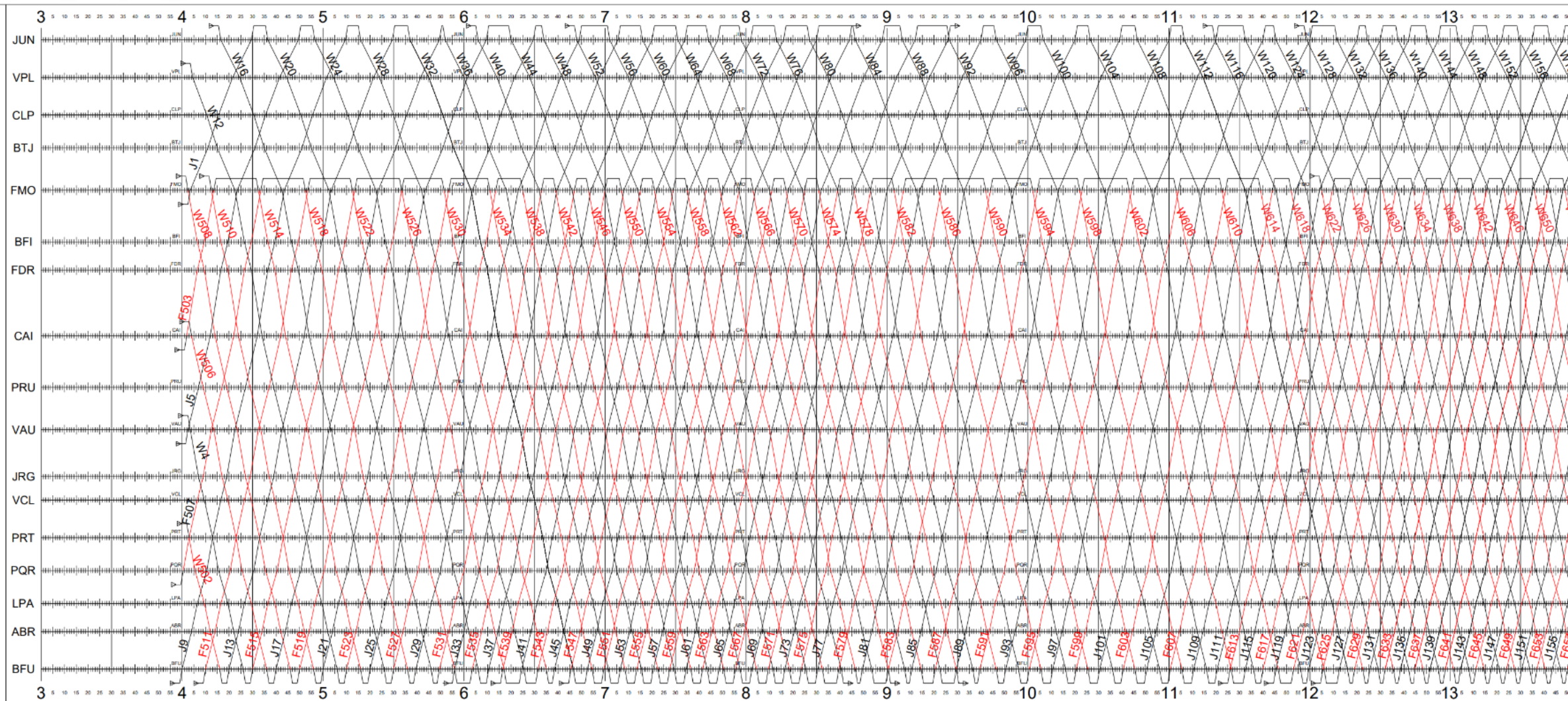
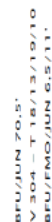


GRÁFICO HORÁRIO

RODAPÉ

Linha 7 - Rubi

Sábado

LO7 SAB 02

Número do gráfico

70,5' de percurso Barra Funda a Jundiaí

BFU/JUN 70,5'

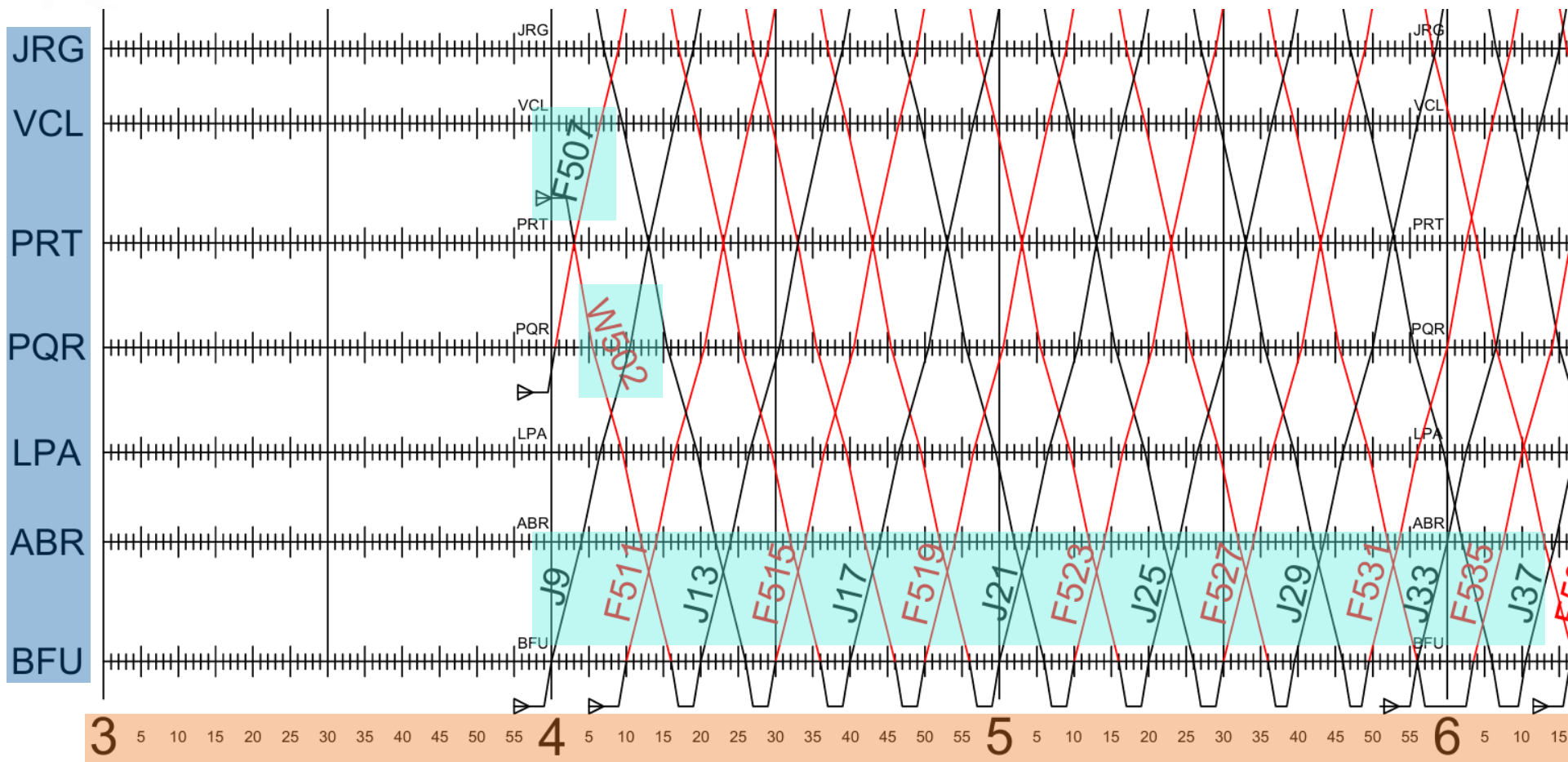
V 304 - T 18/13/19/10 → Quantidade de trens

BFU/FMO/JUN 6,5/13' → Hw 13' no trecho Francisco Morato a Jundiaí

→ Hw 6,5' no trecho Barra Funda a Jundiaí

304 viagens programadas

GRÁFICO



■ Siglas das estações

■ Escala de tempo

■ Prefixos dos trens

FERRAMENTA PARA GERAÇÃO DE GRÁFICOS HORÁRIOS

PROBLEMA

Contexto

- Alterações operacionais exigem respostas rápidas do CCO;
- Muitas análises ainda dependem de interpretação manual;
- Alterações no tempo de percurso devido a falhas e atos de vandalismo tornam impraticável o gráfico programado em um cenário de via singela, por exemplo;
- Obras do TIC;

Reunião de Acesso —> Engenharia de Operações —> Gráfico —> Centro de Controle Operacional

FERRAMENTA PARA GERAÇÃO DE GRÁFICOS HORÁRIOS

PROPOSTA

- Gerar gráficos horários automaticamente;
- Alterar cenários rapidamente;
- Representação das interdições;
- Ensaiai cruzamentos entre os trens antes da execução;
- Alterar a curva de deslocamento dos trens com base no tempo de percurso real entre estações.

FERRAMENTA PARA GERAÇÃO DE GRÁFICOS HORÁRIOS

FLUXO



Entrada de dados



Processamento



Gráfico gerado em PDF

dados.xlsx		13/07/2026 19:58	Planilha do Micro...	76 KB
gerar_grafico.bat		07/04/2026 16:01	Arquivo em Lotes ...	1 KB
grafico_cco.pdf		09/07/2026 03:03	Chrome PDF Doc...	271 KB

FERRAMENTA PARA GERAÇÃO DE GRÁFICOS HORÁRIOS

FUNCIONAMENTO

V2

CONFIGURAÇÃO GERAL

Nome do gráfico	
Modo de operação	
Hora inicial	
Hora final	

INSERÇÕES

Origem	Destino	Horário de partida

TEMPO DE PERCURSO

Via 1	Tempo	Via 2	Tempo
BFU → ABR		JUN → VPL	
ABR → LPA		VPL → CLP	
LPA → PQR		CLP → BTJ	
PQR → PRT		BTJ → FMO	
PRT → VCL		FMO → BFI	
VCL → JRG		BFI → FDR	
JRG → VAU		FDR → CAI	
VAU → PRU		CAI → PRU	
PRU → CAI		PRU → VAU	
CAI → FDR		VAU → JRG	
FDR → BFI		JRG → VCL	
BFI → FMO		VCL → PRT	
FMO → BTJ		PRT → PQR	
BTJ → CLP		PQR → LPA	
CLP → VPL		LPA → ABR	
VPL → JUN		ABR → BFI	
Total via 1	0	Total via 2	0

SERVIÇO PARCIAL

Origem	Destino	Headway	Primeira partida	Última partida
via 1				
via 2				
via 1				
via 2				

SERVIÇO COMPLETO

Origem	Destino	Headway	Primeira partida	Última partida
BFU	JUN			
JUN	BFU			

INTERDIÇÃO

Domínio início	Sinal início	Domínio final	Sinal final

HORÁRIO DA INTERDIÇÃO

Hora inicial	Hora final

RODAPÉ

TEMPO DE PERCURSO

Trecho	Tempo

HEADWAY

Trecho	Tempo

INSTRUÇÕES

☐

Preencha os campos somente nas células amarelas

Salve o arquivo Excel

Feche o Excel

Execute o sistema (gerar_gráfico.bat)

Versão 1.0

FERRAMENTA PARA GERAÇÃO DE GRÁFICOS HORÁRIOS

FUNCIONAMENTO

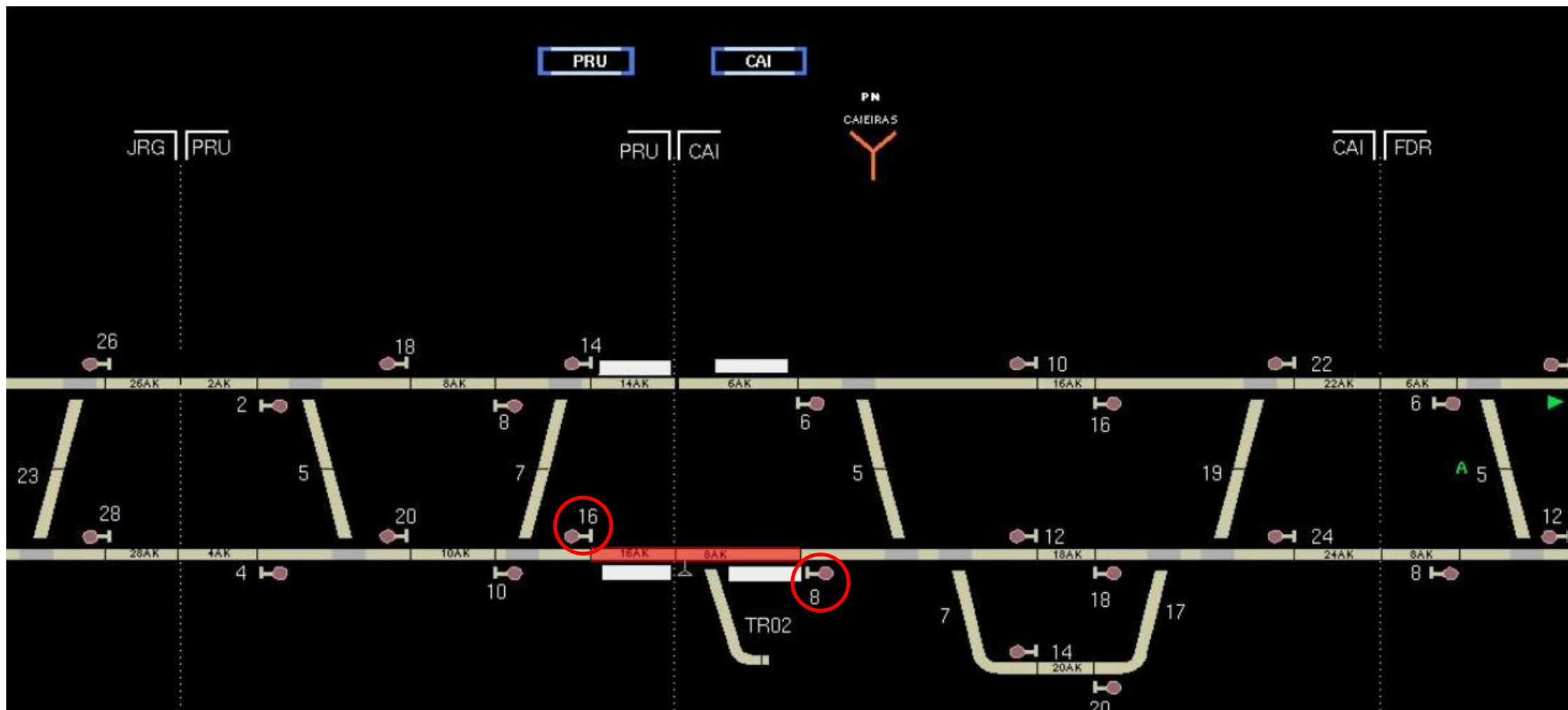
```
simulador.py •
simulador.py > calcular_tempo_proporcional
1  import pandas as pd
2  import matplotlib.pyplot as plt
3  from matplotlib.backends.backend_pdf import PdfPages
4  from datetime import datetime, time
5  import math
6
7  arquivo_excel = "dados.xlsx"
8
```

```
1832  # =====
1833  # EXPORTAÇÃO PDF
1834  # =====
1835
1836  output_pdf = "grafico_cco.pdf"
1837
1838  with PdfPages(output_pdf) as pdf:
1839      pdf.savefig(fig, dpi=600, bbox_inches="tight")
1840
1841  print(f"\nPDF gerado com sucesso: {output_pdf}")
1842
1843  plt.show()
```

- Geometria da Linha 7 - Rubi traduzida em código Python;
- Parâmetros operacionais inseridos em planilhas Excel;
- Python realiza a leitura automática dessas informações;
- Processamento das regras, tempos de percurso e restrições configuradas;
- Geração do gráfico horário final.

FERRAMENTA PARA GERAÇÃO DE GRÁFICOS HORÁRIOS

SIMULAÇÃO (INTERDIÇÃO ENTRE OS SINAIS 16-PRU AO 8-CAI)



FERRAMENTA PARA GERAÇÃO DE GRÁFICOS HORÁRIOS

SIMULAÇÃO (INTERDIÇÃO ENTRE OS SINAIS 16-PRU AO 8-CAI)

V25

CONFIGURAÇÃO GERAL	
Nome do gráfico	AEAMESP
Modo de operação	MANUAL
Hora inicial	3
Hora final	26

INSERÇÕES		
Origem	Destino	Horário de partida
VPL	JUN	4:03:00
FMO	BFU	4:07:00
CAI	JUN	4:01:00
CAI	BFU	4:03:00
VCL	FMO	4:01:00
VCL	BFU	4:02:30
ABR	BFU	4:00:30

TEMPO DE PERCURSO			
Via 1	Tempo	Via 2	Tempo
BFU → ABR	3	JUN → VPL	7
ABR → LPA	3	VPL → CLP	6,5
LPA → PQR	3	CLP → BTJ	5,5
PQR → PRT	3	BTJ → FMO	8
PRT → VCL	4	FMO → BFI	3
VCL → JRG	3	BFI → FDR	4
JRG → VAU	3	FDR → CAI	4,5
VAU → PRU	4,5	CAI → PRU	6
PRU → CAI	5	PRU → VAU	5
CAI → FDR	4,5	VAU → JRG	3
FDR → BFI	4	JRG → VCL	3
BFI → FMO	3	VCL → PRT	4
FMO → BTJ	8	PRT → PQR	3
BTJ → CLP	5,5	PQR → LPA	3
CLP → VPL	6,5	LPA → ABR	3
VPL → JUN	7	ABR → BFU	3
Total via 1	70	Total via 2	71,5

Versão 1.0

	SERVIÇO PARCIAL				
	Origem	Destino	Headway	Primeira partida	Última partida
via 1	BFU	FMO	30	04:15:00	00:15:00
via 2	FMO	BFU	30	04:22:00	00:22:00
via 1					
via 2					

SERVIÇO COMPLETO				
Origem	Destino	Headway	Primeira partida	Última partida
BFU	JUN	30	04:00:00	00:00:00
JUN	BFU	30	04:10:00	00:04:00

INTERDIÇÃO			
Domínio início	Sinal início	Domínio final	Sinal final
PRU	16	CAI	8

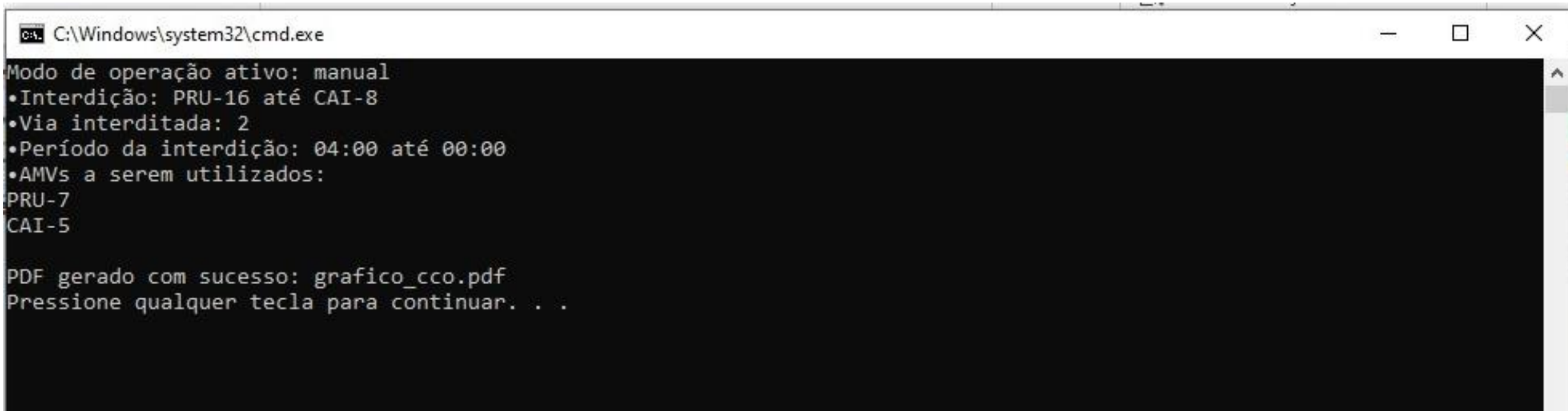
HORÁRIO DA INTERDIÇÃO			
Hora inicial	4:00	Hora final	0:00

RODAPÉ	
TEMPO DE PERCURSO	
Trecho	Tempo
BFU - JUN	70
JUN - BFU	71,5
HEADWAY	
Trecho	Tempo
BFU - FMO	15
FMO - JUN	30

INSTRUÇÕES	
	Preencha os campos somente nas células amarelas
	Salve o arquivo Excel
	Feche o Excel
	Execute o sistema (gerar_gráfico.bat)

FERRAMENTA PARA GERAÇÃO DE GRÁFICOS HORÁRIOS

SIMULAÇÃO (INTERDIÇÃO ENTRE OS SINAIS 16-PRU AO 8-CAI)



```
C:\Windows\system32\cmd.exe

Modo de operação ativo: manual
•Interdição: PRU-16 até CAI-8
•Via interditada: 2
•Período da interdição: 04:00 até 00:00
•AMVs a serem utilizados:
PRU-7
CAI-5

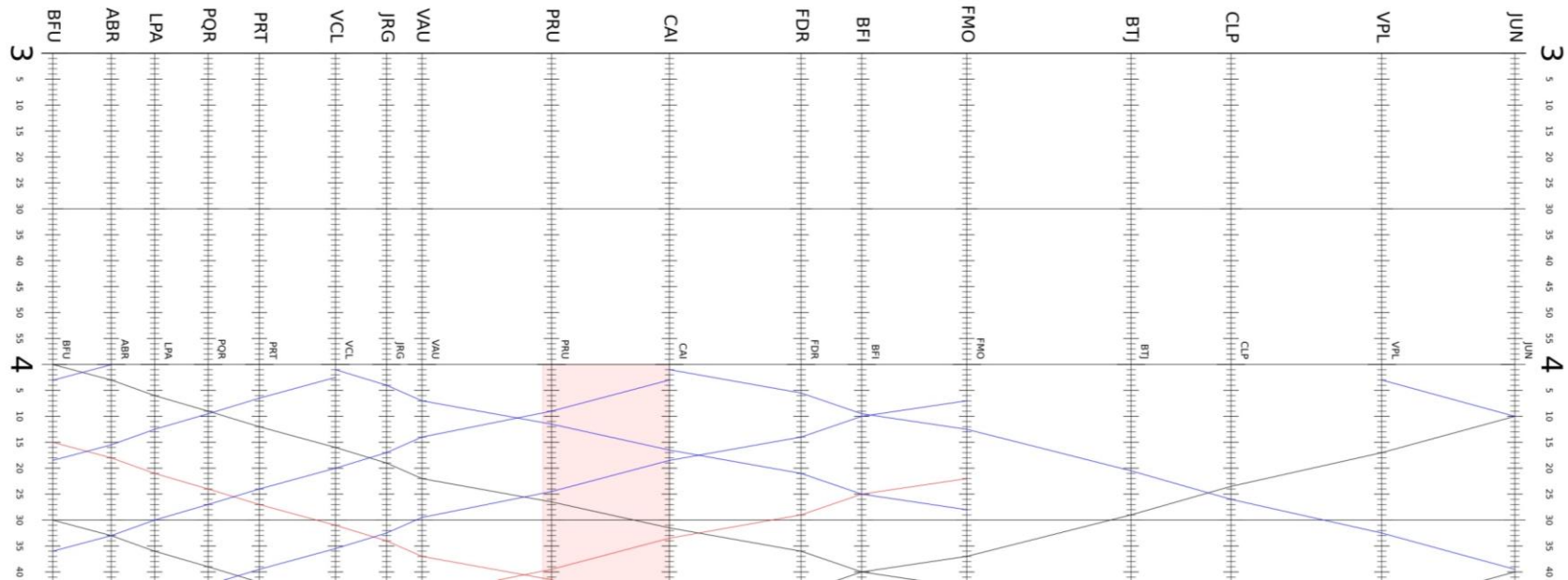
PDF gerado com sucesso: grafico_cco.pdf
Pressione qualquer tecla para continuar. . .
```

FERRAMENTA PARA GERAÇÃO DE GRÁFICOS HORÁRIOS

SIMULAÇÃO (INTERDIÇÃO ENTRE OS SINAIS 16-PRU AO 8-CAI)

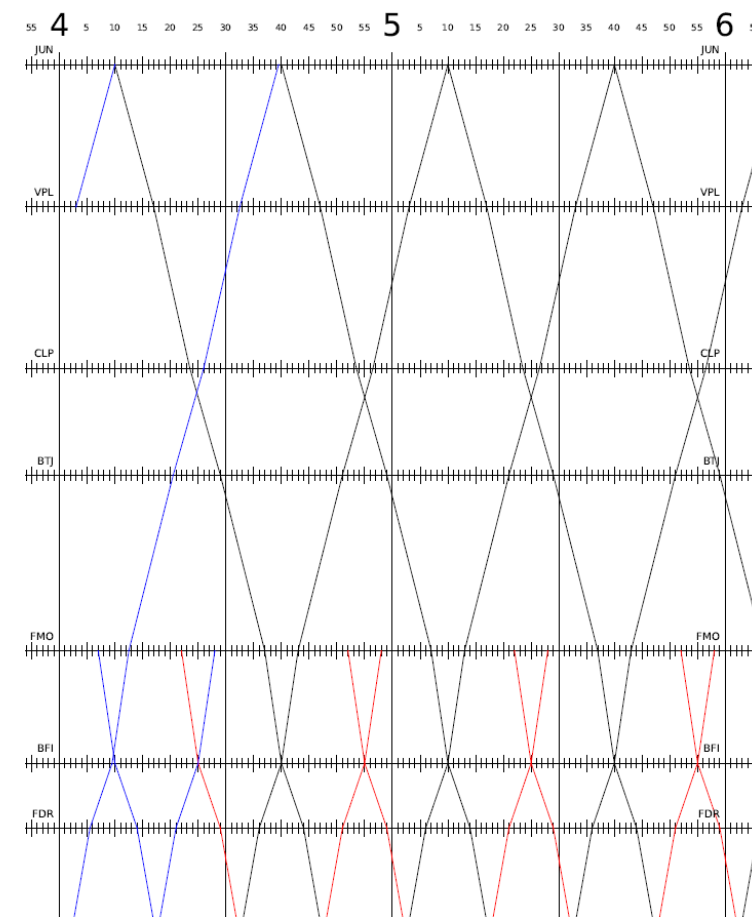
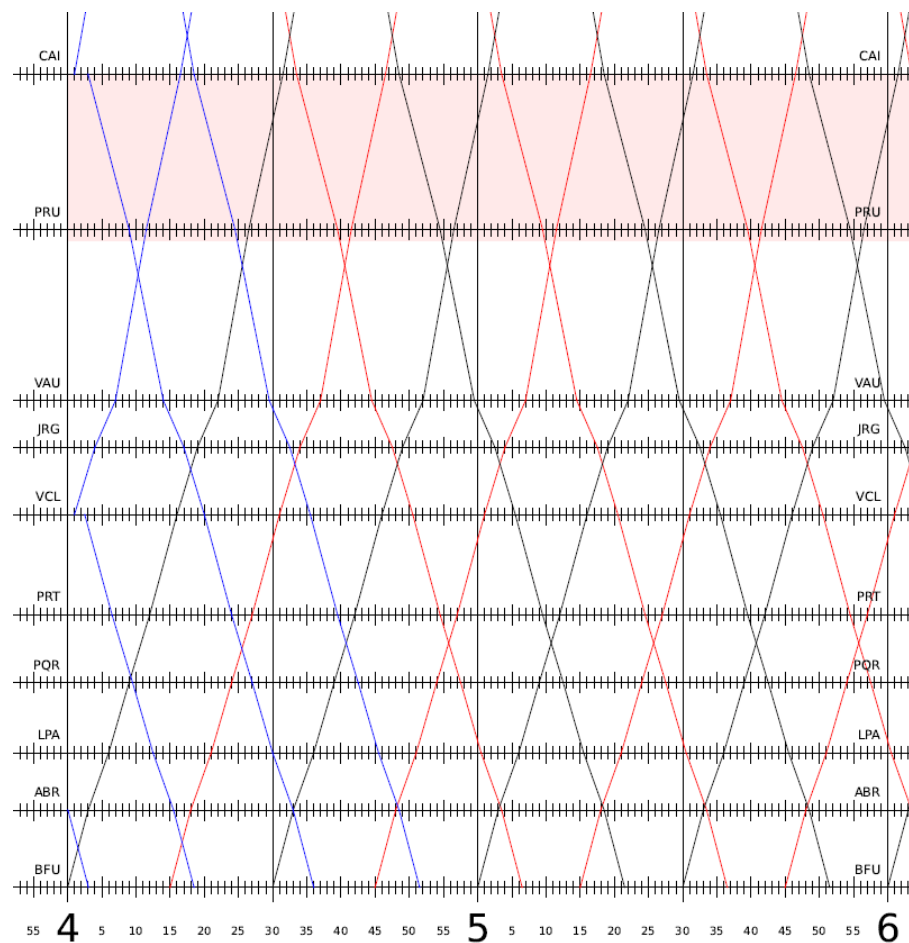
AEAMESP

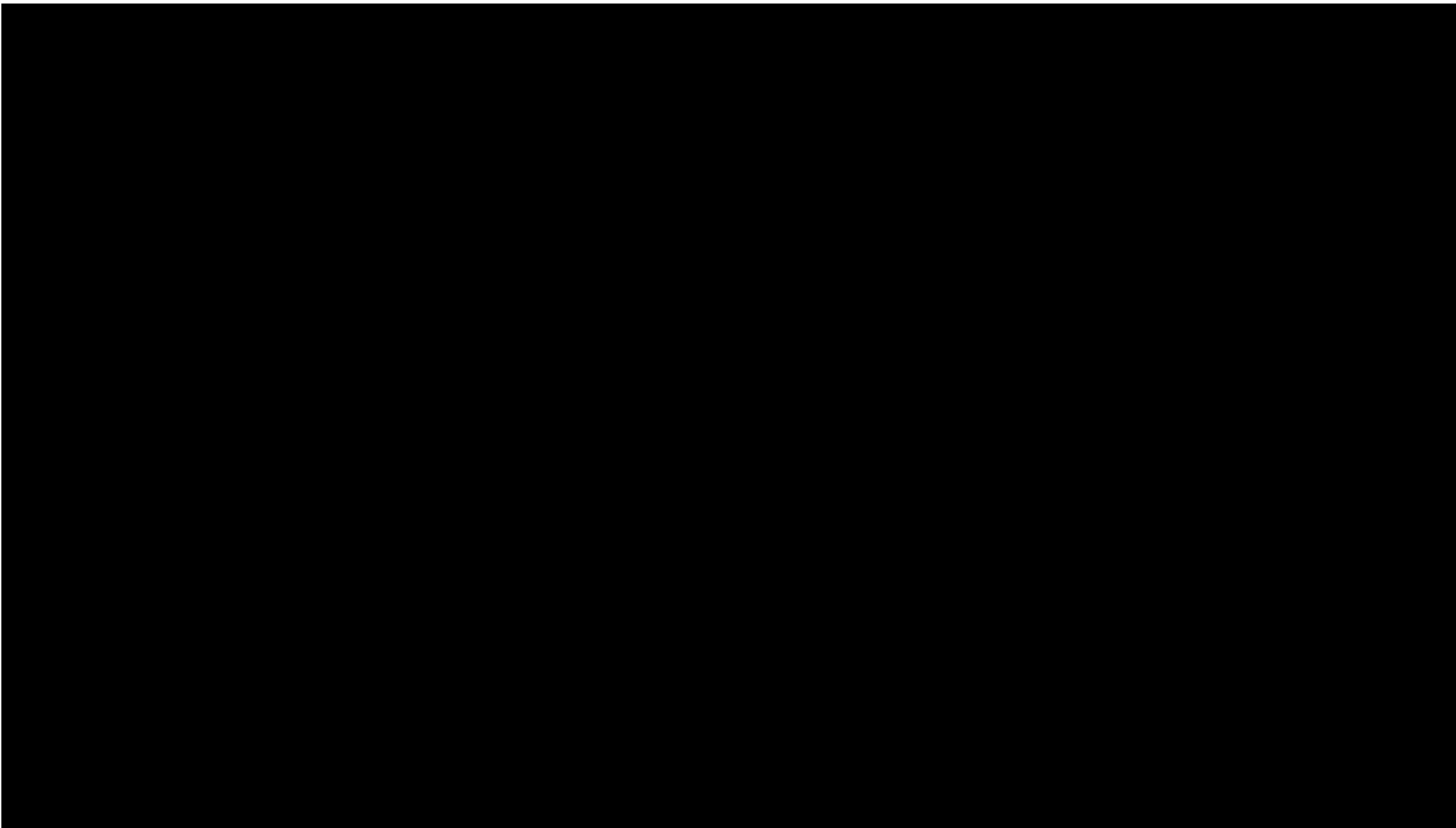
Tempo de percurso: BFU - JUN 70 JUN - BFU 71,5
Headway: BFU - FMO 15 FMO - JUN 30
Quantidade de viagens: 170
Quantidade de trens: 9
Interdição: 16PRU ao 8CAI



FERRAMENTA PARA GERAÇÃO DE GRÁFICOS HORÁRIOS

SIMULAÇÃO (INTERDIÇÃO ENTRE OS SINAIS 16-PRU AO 8-CAI)





APLICABILIDADE

CASO REAL (INTERDIÇÃO ENTRE OS SINAIS 36-PRT AO 20-JRG)



CONCLUSÃO

PRESENTE X FUTURO

Funcionalidades atuais

- Inserção de serviço completo e de até dois serviços parciais (dois loopings, por exemplo);
- Alteração dos tempos de percurso entre estações;
- Nome do gráfico;
- Visualização de até duas interdições;
- Informações gerais no rodapé do gráfico;
- Inserções;
- Definir uma faixa horária para a interdição.

Funcionalidades futuras

- Geração automática dos prefixos;
- Visualização dos tempos de volta de comando;
- Modo AUTOMÁTICO.

CONCLUSÃO

MODO AUTOMÁTICO

```
C:\Windows\system32\cmd.exe

Modo de operação ativo: automatico
•Interdição: PRU-16 até CAI-8
•Via interditada: 2
•Período da interdição: 04:00 até 00:00
•AMVs a serem utilizados:
PRU-7
CAI-5

CÁLCULO DO HEADWAY:
Tempo ida: 5.3 min
Tempo volta: 6.3 min
Travessões utilizados: 2
Tempo travessões: 3.0 min
Margem operacional: 2.0 min

HEADWAY MÍNIMO OPERACIONAL: 20.0 min
@ Primeira BFU válida para a grade inteira: 04:00

===== GRADE AUTOMÁTICA =====
Primeira partida JUN: 04:00
Primeira partida BFU: 04:00
Headway aplicado: 20.0 min

PDF gerado com sucesso: grafico_cco.pdf
Pressione qualquer tecla para continuar. . .
```

CONCLUSÃO

Essa ferramenta permite:

- Maior previsibilidade operacional;
- Redução de tentativa e erro;
- Apoio mais rápido à tomada de decisão do CCO;
- Melhor visualização de conflitos;
- Maior confiabilidade na construção de cenários;
- Mais conforto aos passageiros;
- Estrutura preparada para evolução contínua da ferramenta.

Transformar parâmetros operacionais em decisões mais rápidas, visuais e previsíveis.

32^a

SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

OBRIGADO(A)!

Guilherme Fermino Cordeiro
guilherme.cordeiro@tictrens.com.br

Lucas Oliveira Martins
lucas.omartins@tictrens.com.br



13ª Edição
Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários

ANP **TRILHOS**
Associação Nacional dos Transportadores
de Passageiros sobre Trilhos

TIC TRENS

 **AEAMESP**
ASSOCIAÇÃO DOS ENGENHEIROS E ARQUITETOS DE METRÔ