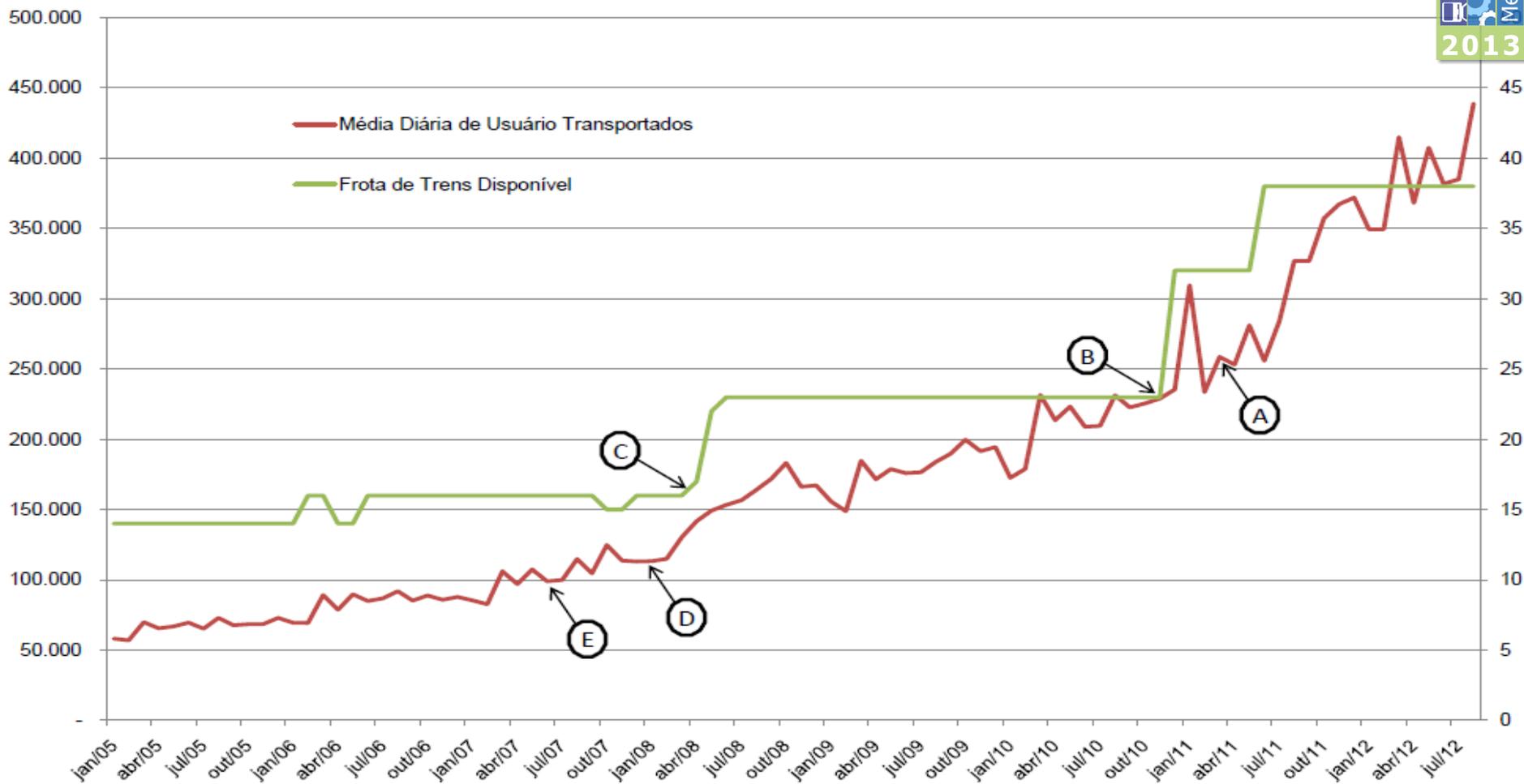


ESTUDO DE CASO DE CARREGAMENTO DO SISTEMA ELÉTRICO DE TRACÇÃO DA LINHA 9 – ESMERALDA

Orientador: Prof. Dr. Cassiano Lobo Pires

***Alberth Souto
Rodrigo Bernardes
Tomás Arruda***

Introdução



Modelo Proposto

Instrumentação de um “trem-teste”, série 2070:

- ✓ Tensão captada pelo veículo;
- ✓ Corrente absorvida pelo motor ou injetada na rede;
- ✓ Distância percorrida;
- ✓ Velocidade durante o trajeto;
- ✓ Tempo de percurso.



Modelo Proposto

Instrumentação das subestações retificadoras:

✓ Subestações Cidade Dutra e Morumbi;

Parâmetro monitorado:

✓ Corrente circulante através dos disjuntores alimentadores.



Validação do Modelo

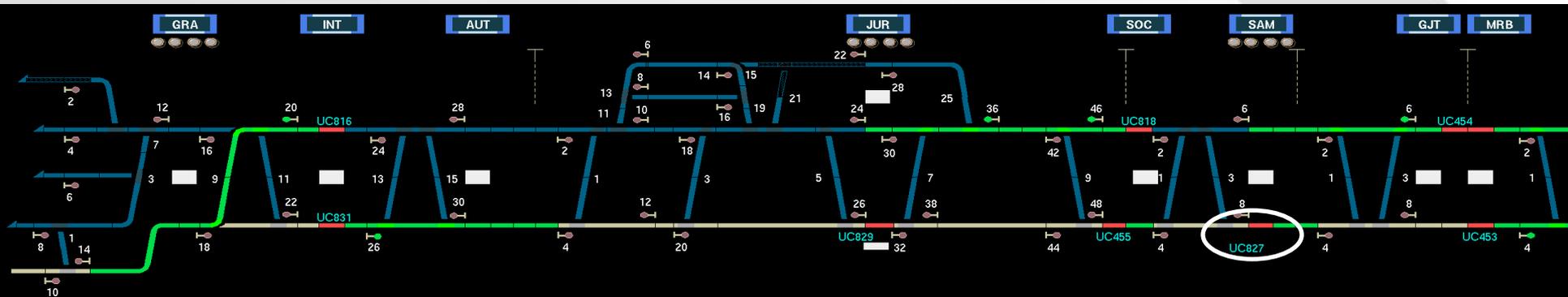
Modelagem:

- ✓ Subestação retificadora: fonte de tensão em série com resistência;
- ✓ Rede aérea: resistência equivalente em Ω/km ;
- ✓ Circuito de retorno: resistência equivalente em Ω/km ;
- ✓ Cabine de paralelismo: curto-circuito;
- ✓ Trem unidade elétrica: fonte de corrente.

Validação do Modelo

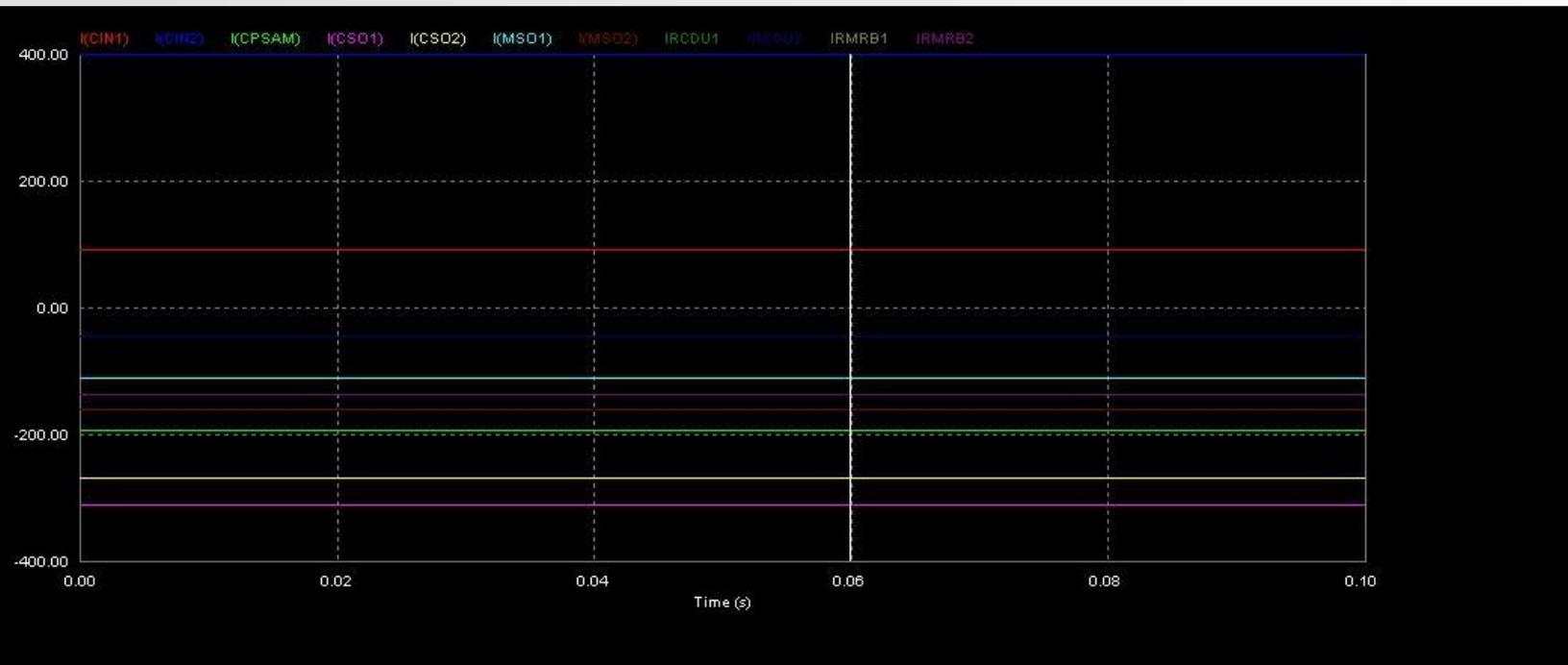
Proposição:

✓ “Foto” de um instante de tempo do circuito de tração;



✓ Comparação dos resultados simulados com os valores medidos.

Validação do Modelo



Measure	
Time	5.99062e-2
I(CIN1)	9.19998e+1
I(CIN2)	4.00000e+2
I(CPSAM)	-1.91818e+2
I(CSO1)	-3.10915e+2
I(CSO2)	-2.69134e+2
I(MSO1)	-1.10904e+2
I(MSO2)	-1.61050e+2
IRCDU1	-4.40227e+1
IRCDU2	-4.40227e+1
IRMRB1	-1.35978e+2
IRMRB2	-1.35978e+2

Validação do Modelo

Cálculo do erro relativo:

$$\delta = \frac{\Delta}{x} = \frac{x_0 - x}{x}$$

$$|\delta| \leq 15\% \text{ e } -15\% \leq \delta \leq 15\%$$

Amperímetros do simulador		CIN1 (A)	CIN2 (A)	CSO1 (A)	CSO2 (A)	MSO1 (A)	MSO2 (A)	CP SAM (A)
Circuito elétrico final	Resultado simulação	91,999	400,00	-310,915	-269,134	-110,904	-161,050	-194,818
	Erro relat. δ	-11,684%	0,000%	14,801%	-0,013%	0,818%	-0,892%	-

Cenários

CENÁRIO	STATUS	DISJUNTORES AFETADOS
01 – Trens suprindo 1000A	ATENÇÃO	IRCDU1 e IRCDU2
02 - Trens suprindo 1000A – Inclusão das SE's Soc. e C. Jardim	REGULAR	-
03 - Trens suprindo 1000A – Ausência CP Cidade Jardim	ATENÇÃO	Idem cenário 1
04 - Trens suprindo 1000A – Ausência CP Santo Amaro	ATENÇÃO	Idem cenário 1
05 - Trens suprindo 1000A – Ausência CP Grajaú	ATENÇÃO	Idem cenário 1
06 - Trens suprindo 1000A – Ausência do GR2 da SE Jaguaré	CRÍTICO	IRCDU1, IRCDU2, IRMRB1, IRMRB2, IRJAG1, IRJAG2
07 - Trens suprindo 1000A – Ausência do GR2 da SE Morumbi	CRÍTICO	Idem cenário 6 e JVO1
08 - Trens suprindo 1000A – Ausência do GR2 da SE C. Dutra	CRÍTICO	Idem cenário 6 e JVO1
09 - Trens suprindo 1000A – Ausência da SE Jaguaré	CRÍTICO	IRCDU1, IRCDU2, IRMRB1, IRMRB2, MVO1, MVO2
10 - Trens suprindo 1000A – Ausência da SE Morumbi	CRÍTICO	IRCDU1, IRCDU2, IRJAG1, IRJAG2, CSO1, CSO2, JVO1, JVO2
11 - Trens suprindo 1000A – Ausência da SE Cidade Dutra	CRÍTICO	IRMRB1, IRMRB2, IRJAG1, IRJAG2, MSO1, MSO2, JVO1, JVO2
12 - Trens suprindo 1000A – Curto-Circuito – SE Jaguaré	CRÍTICO	Disjuntores de grupo, CSO1, CSO2, MVO1, MVO2, JVO1
13 - Trens suprindo 1000A – Curto-Circuito – SE Morumbi	CRÍTICO	Disjuntores de grupo, CSO1, CSO2, JVO1, JVO2, MSO1
14 - Trens suprindo 1000A – Curto-Circuito – SE C. Dutra	CRÍTICO	Disjuntores de grupo, MSO1, MSO2, JVO1, JVO2, CIN1
15 - Trens suprindo I RMS = 760A	REGULAR	-
16 – Trens partindo simultaneamente – I = 2500A	CRÍTICO	Todos os disjuntores presentes

Conclusão

- ✓ Para obter o resultado final, os esforços foram concentrados na simulação elétrica, abdicando da simulação de marcha e simulação de tráfego;
- ✓ O modelo proposto foi validado com sucesso, dentro de uma margem de erro aceitável, através da reunião de ensaios de campo com fundamentos teóricos apropriados.