



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES

# GRÁFICO DE MARCHA DOS TRENS

RICARDO BRASÍLICO PAES DE BARROS SCHROEDER

SÃO CARLOS  
2021

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

GRÁFICO DE MARCHA DOS TRENS

RICARDO B. P. B. SCHROEDER  
Prof. Catedrático de Transportes

SÃO CARLOS  
1 9 6 6



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

Cadeira nº 18 - Transportes e Estradas

Prof. Ricardo B.P.B. Schroeder

GRÁFICO DE MARCHA DOS TRENS

O Gráfico de Marcha dos Trens, entre outras finalidades, serve para controlar o movimento de um sistema de trens numa linha dada e permite verificar, de maneira rápida, as posições relativas dos mesmos. Por outro lado permite, também, redistribuir os cruzamentos, no caso de atraso de um ou mais trens. É, pois, de grande valia e indispensável na exploração das ferrovias.

Como diz o nome, o Gráfico de Marcha dos Trens, é uma representação cartesiana do percurso, em função do tempo, de todos os trens que circulam ou podem circular por uma dada linha ou seção de ferrovia. Nêsse gráfico os espaços percorridos pelos trens são medidos em ordenadas e os tempos em abscissas. É pois um gráfico do tipo:

$$s = f(t) \quad (1)$$

A malha do gráfico é constituída por duas séries de linhas paralelas, ortogonais entre si: umas paralelas ao eixo dos espaços, separadas uma da outra por uma distância constante, correspondente ao intervalo de tempo adotado; - outras, paralelas ao eixo dos tempos, separadas entre si por distâncias variáveis, correspondentes aos pontos da linha.

A amplitude da escala dos tempos é de 24 horas, pois cada 24 horas se repetem os horários de circulação dos trens.



A amplitude da escala dos espaços corresponde à extensão da linha ou seção. As linhas correspondentes às horas inteiras e aquelas correspondentes às estações e aos pontos importantes da linha são assinaladas em traços mais largos. As subdivisões das horas correspondem a 10 minutos ou minuto, conforme o módulo da escala adotada. A escala dos espaços é assinalada de 5 em 5, ou 10 em 10 km, também com indicação das quilometragens dos pontos importantes. Esses pontos são os pontos de parada, os entroncamentos, os cruzamentos, os locais de abastecimento, desvios, depósitos, pátios de triagem, cabinas, estações, etc. Também é usual indicar ao longo da escala dos espaços, o traçado da ferrovia, com suas características técnicas: tangentes, curvas, rampas e os trechos em nível, as divisões do "bloco" e os sinais.

Sobre essa malha de linhas do gráfico é então, traçada a linha correspondente a marcha individual de cada trem; esta linha é constituída por uma reta ou por uma série de segmentos de reta, pois entre os pontos de parada dos trens, supõe-se a velocidade uniforme. Essas retas são nomeadas com o prefixo do trem - letras e números - por exemplo: - SC 1, P 1, R 1, N 1, M 19, P 18, etc., usados na Cia Paulista de Estradas de Ferro, cujas letras representam a categoria do trem (SC = serviço comercial, P = passageiros, R = rápido, M = misto, N = noturno etc.) e cujos números representam a ordem de partida dos trens, usando-se números ímpares para o sentido importação - para o interior - e números pares para o sentido exportação - do interior - Quando a via é constituída por linha dupla, caso por exemplo do trecho entre Jundiaí e Campinas da Cia. Paulista de Estradas de Ferro, a linha que leva os trens para o inte-



rior é a linha par ou dois; a circulação pode ser pela esquerda - caso a Cia. Paulista de Estradas de Ferro ou pela direita, caso da Estrada de Ferro Sorocabana, na via dupla ou nos cruzamentos da via singela. Quando a via é quádrupla, as do sentido importação têm numeração 1 e 1 bis, e as do sentido exportação têm numeração 2 e 2 bis. No gráfico de marcha dos trens, os trens regulares são representados por traços cheios, enquanto que os trens facultativos ou especiais (só circulam aos domingos, feriados ou em ocasiões próprias) são representados por traços interrompidos. Todas as retas representativas dos trens circulantes, são inclinadas em relação aos eixos. Quanto maior - fôr o ângulo de inclinação das retas, em relação ao eixo dos tempos, maior é a velocidade dos trens: as retas mais próximas da vertical se referem aos trens mais rápidos. A origem dos espaços, no sentido importação é na parte superior do gráfico, crescendo a quilometragem - para o interior - de cima para baixo. A contagem dos tempos - origem dos tempos - começa à esquerda do gráfico, crescendo para a direita. Dessa forma as linhas correspondentes à marcha dos trens que se dirigem para o interior, são inclinadas de cima para a esquerda e para baixo, enquanto que as dos trens que vêm do interior, são inclinadas de baixo para cima e para a esquerda. Se um trem é expresso ou rápido e somente pára nas estações extremas do trecho de gráfico de marcha do trem considerado, a linha representativa de sua circulação no gráfico, é um segmento de reta único, contínuo, ligando os dois pontos de parada. Quando um trem faz paradas intermediárias, seu gráfico de marcha é uma série de segmentos de reta, ligados por trechos horizontais, que na escala, representam os tempos de parada nesses pon

tos ou estações de paradas. Quando o trecho representado no gráfico de marcha dos trens, é um trecho em via dupla, os cruzamentos das linhas representativas da marcha desses trens - não necessitam, necessariamente, se dar nas estações ou em pontos especiais. Entrementes, se a linha é singela, o cruzamento dos trens circulando em sentidos contrários, só se pode dar nos cruzamentos, ou pontos, ou estações onde a linha se bifurca ou trifurca, etc.. Já por outro lado, se existem trens mais rápidos, e que alcançam, os que lhes vão à frente, a ultrapassagem, somente pode se dar nos pontos de cruzamento ou ultrapassagem, mesmo em caso de linha dupla. Entretanto, pode no caso de haver linha quádrupla, (caso de subúrbios) se dar a passagem em qualquer ponto da linha. Portanto, as regras principais de construção e leitura do gráfico de marcha dos trens são as seguintes:

- 1ª) Eixos dos espaços: eixo dos y ou das ordenadas;
- 2ª) Contagem dos espaços: sentido importação - de cima para baixo; sentido exportação - de baixo para cima;
- 3ª) Eixo dos tempos: eixo dos x ou das abscissas;
- 4ª) Contagem dos tempos: da esquerda para a direita.
- 5ª) Cruzamento dos trens:
  - a) Via dupla: em qualquer ponto do percurso;
  - b) Via singela: em pontos de cruzamentos especiais: agulhas, desvios, estações, cruzamentos.
- 6ª) Velocidade dos trens: quanto maior a tangente da reta representativa da marcha do trem, em relação ao eixo dos tempos, maior será a velocidade do trem considerado;
- 7ª) Intervalos de parada: representados pelos segmentos horizontais, ligando os segmentos de retas inclinados, representativos da marcha dos trens.



Em todos os gráfico os segmentos de retas representativos da marcha dos trens são segmentos de reta, passando por dois pontos com as seguintes coordenadas:

Origem:  $x_o =$  hora de partida;

$y_o =$  quilometragem de partida;

Destino:  $x_d =$  hora de chegada;

$y_d =$  quilometragem de chegada

Nas estações intermediárias havendo parada, o tempo de parada é dado pela diferença:

$$t_p = x_o - x_d \quad (2)$$

e para quilometragem, tem-se:

$$y_o = y_d \quad (3)$$

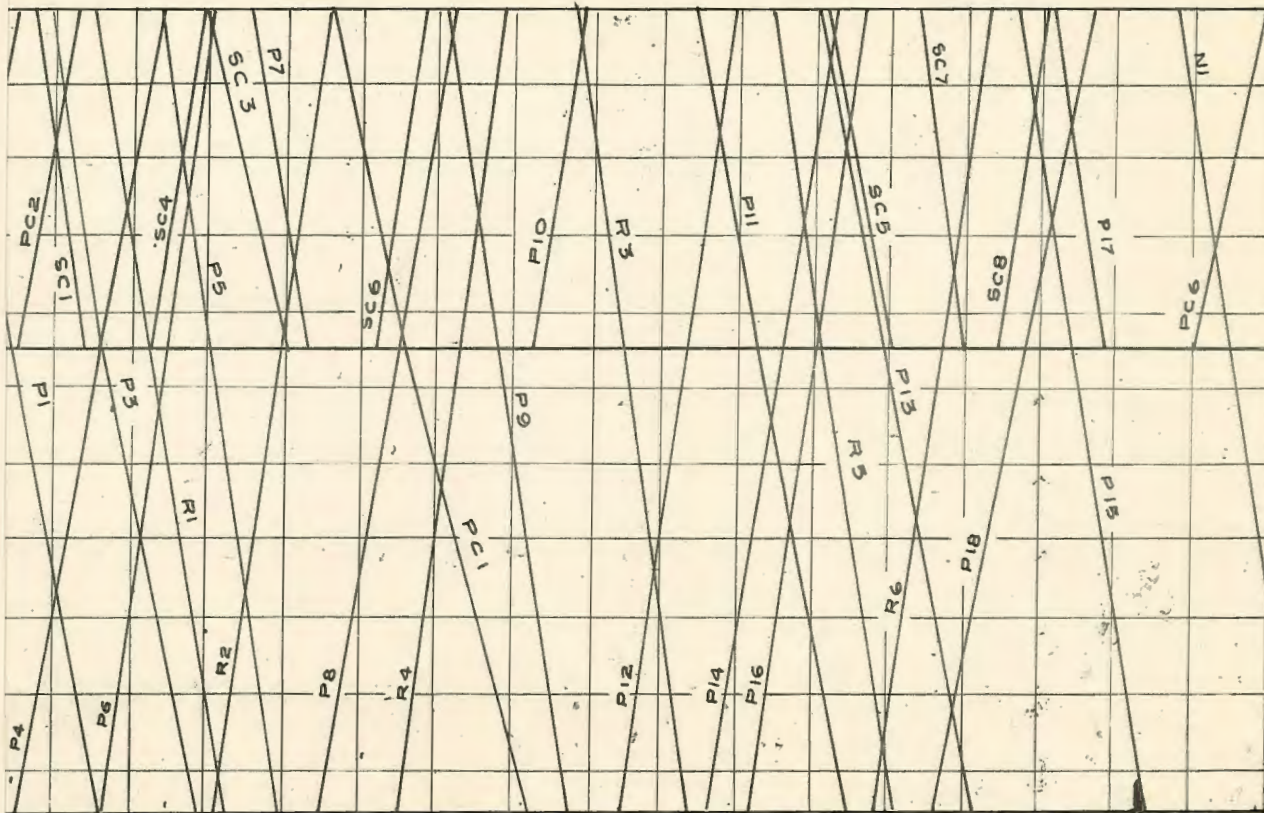
Os gráficos de marcha dos trens podem ser obtidos por diversos métodos:

- 1 - Por tentativa
- 2 - Por cálculos racionais
- 3 - A partir do método de integração gráfico, da equação do movimento dos trens.

A seguir para ilustrar o assunto apresentamos um trecho de um Gráfico de Marcha dos Trens: dos trens diários da Cia. Paulista de Estradas de Ferro, entre Jundiaí e Limeira (Km 0 e km 106) em várias escalas para se observar bem os detalhes tratados no texto do artigo. Assim, no desenho 1, temos o gráfico de marcha dos trens diários de passageiros, entre Jundiaí e Limeira, no qual estão indicados os trens de serviço comercial SC, os de passageiros, P, os rápidos R, os noturnos N, etc. Observa-se que, pelas inclinações das linhas, os trens R e P são os de maior velocidade.

RENDS DIÁRIOS DE PASSAGEIROS, DA CIA PAULISTA DE E.F. ENTRE JUNDIAI E LIMEIRA  
 - 106 QUILOMETROS

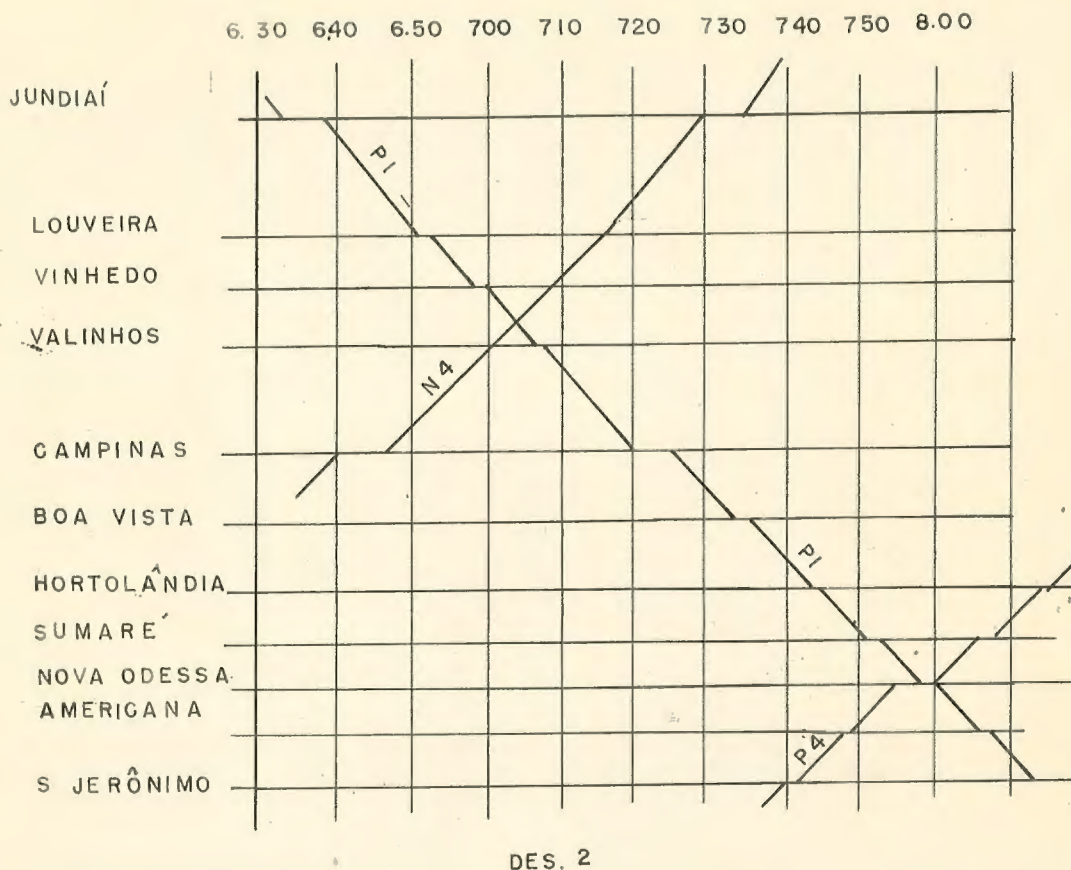
8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24  
 HORAS



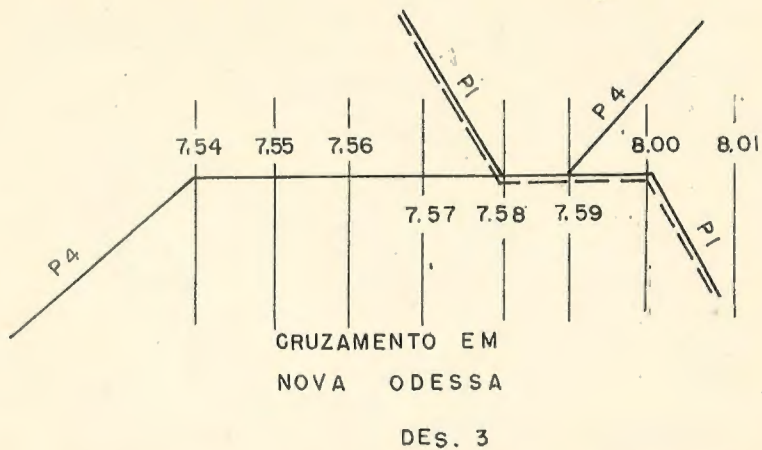
DES. 1



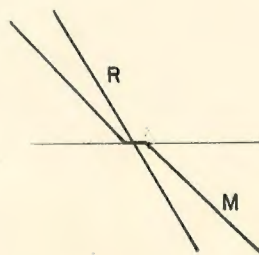




No desenho nº 2 temos um detalhe de cruzamento do trem P1 com o trem N4, que se faz em plena via, no trecho de via dupla, entre as estações de Valinhos e Vinhedo, há cêrca de 3,5 km de Valinhos e um cruzamento no trecho em via singela, nos desvios da estação de Nova Odessa, entre Campinas e Americana. Nessa estação o P4 vindo do interior, chega às 7.54 e espera o P1 que vem para o interior, en-trar na chave, o que se dá às 7.58; em seguida, o P4 ten-do linha livre, parte às 7.59; posteriormente o P1, tambêm tendo via livre, parte de Nova Odessa às 8.00 horas, em direção ao interior.



No desenho nº 3 temos em escala maior ainda, a indicação de cruzamento dos trens P1 e P4 em Nova Odessa, com a marcação dos intervalos de parada - 5 minutos para o P4 e 2 minutos para o P1.



ULTRAPASSAGE M

DES. 4

No desenho nº 4 indica-se o gráfico de marcha de um trem rápido R, ultrapassando um trem misto M, que se pode dar apenas nas estações para tal fim.





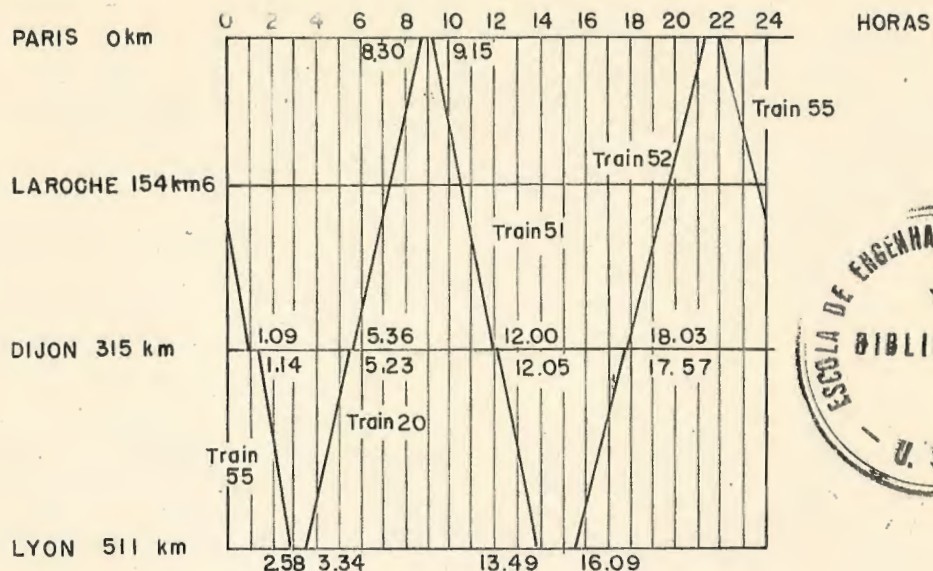


FIG. 2

Finalmente, apresentamos mais dois gráficos de marcha dos trens, relativos S.N.C.F. da França: Um deles, - fig. 1, levantamento dos trens que circularam entre Melun e Laroche-Migennes, entre 21.00 horas do dia 21 e 2.00 horas do dia 22 de dezembro de 1960, por ocasião dos grandes movimentos das festas natalinas.

Na fig. 2 apresenta-se o Gráfico de Marcha, do célebre trem "55", que em 24 horas percorre um total de 2.044 km., fazendo duas vêzes o trajeto Paris-Lyon, ida e volta, incluindo paradas, com uma velocidade comercial bastante elevada: mais de 100 km por hora.