



Programa de Engenharia
de Transporte
COPPE -UFRJ

COR-747 INTRODUÇÃO AO TRANSPORTE DE CARGA

CAPACIDADE DOS MODOS CONCEITOS

PROFESSOR: MÁRCIO D'AGOSTO, D.Sc.

AULA 6

SUMÁRIO

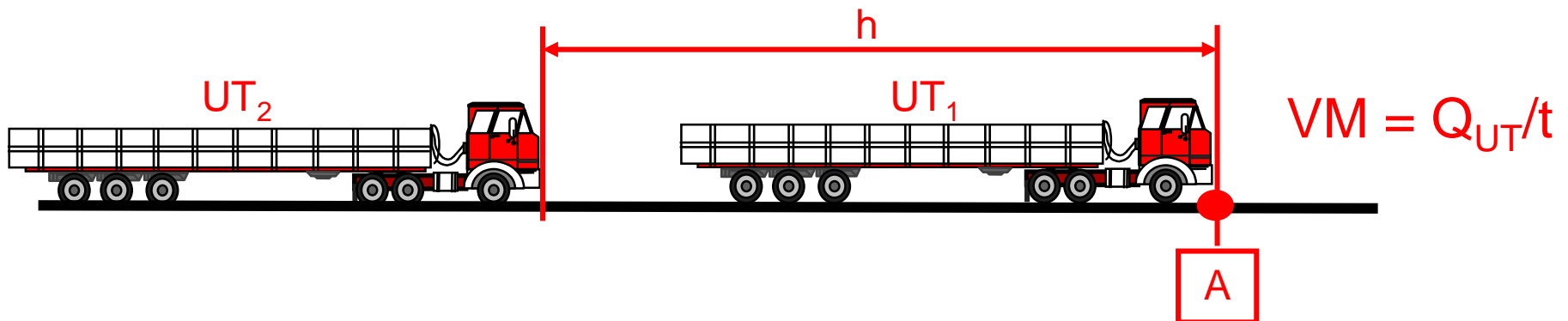
1. Volume e capacidade;
2. Capacidade (demanda x oferta);
3. Formas de capacidade;
4. Capacidade dos modos
 1. Modo ferroviário;
 2. Modos aquáticos
 3. Modo rodoviário;
 4. Modo aéreo
 5. Modo dutoviário.

VOLUME E CAPACIDADE

Volume (VM): É a quantidade (Q) de unidades de transporte (UT) transportadas através de um ponto da linha, por um período de tempo (t), sob um conjunto de condições observadas.

Unidades de transporte (UT): veículos, conjuntos de veículos (comboios), espaços, carga etc.

O volume está diretamente associado à frequência (f) de atendimento e inversamente relacionado ao *headway* ($h = 1/f$)



VOLUME E CAPACIDADE

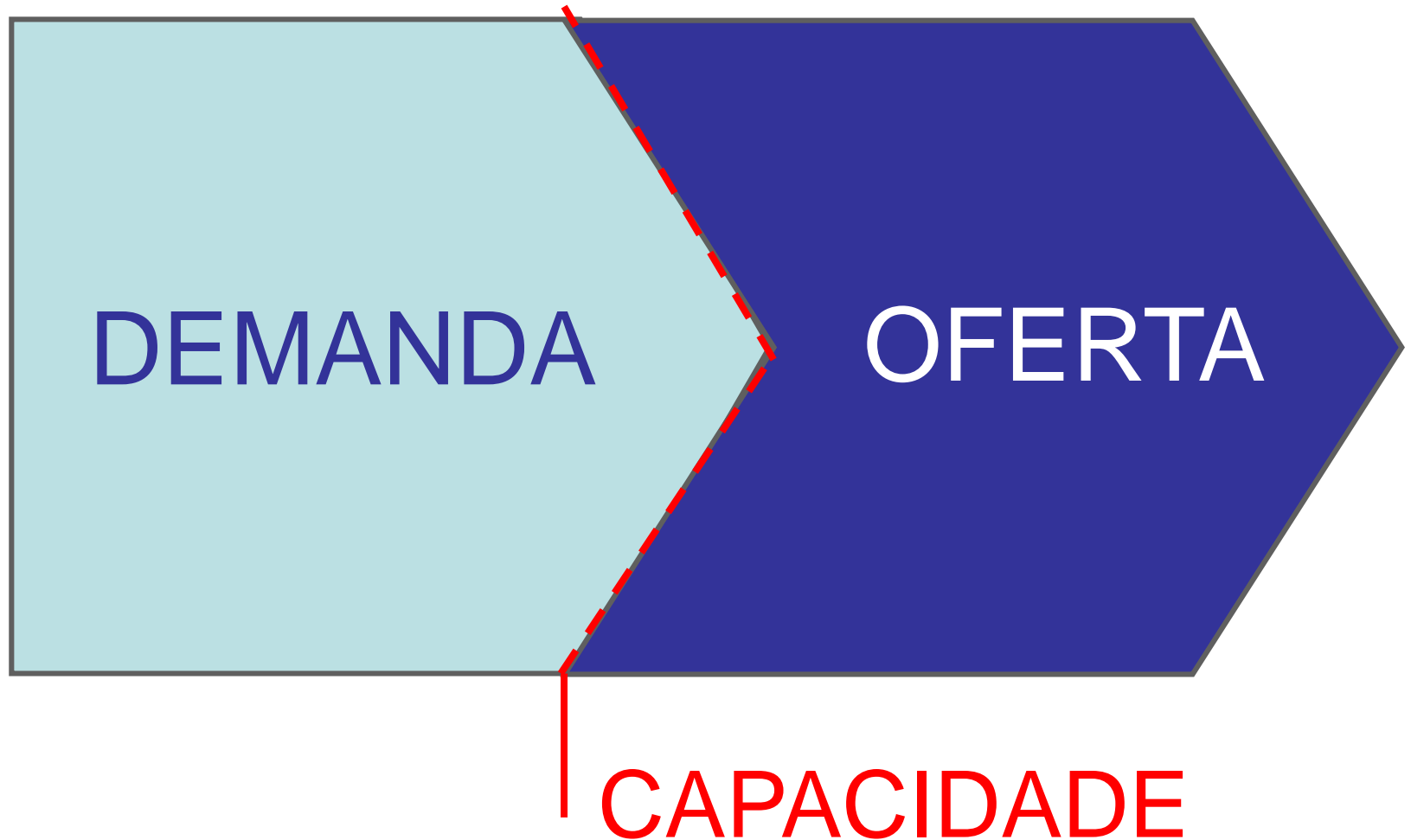
Capacidade (C): É o volume máximo (VM_{\max}) que podem ser realizado num trecho do sistema sob um determinado conjunto de condições observadas.

A capacidade pode ser entendida como frequência máxima (f_{\max}) ou o inverso do *headway* mínimo ($1/h_{\min}$).

$$C_{(TRECHO,NS)} = VM_{\max} = \frac{Q_{UT_{\max}}}{t} \frac{[\text{unidades}]}{[\text{tempo}]}$$

$$C_{(TRECHO,NS)} = VM_{\max} = f_{\max} = \frac{1}{h_{\min}} \frac{[\text{unidades}]}{[\text{tempo}]}$$

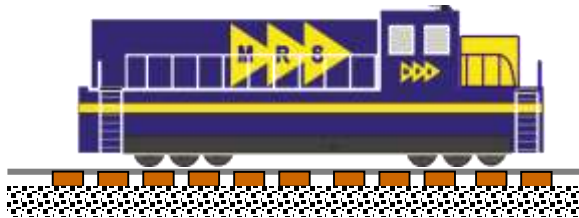
CAPACIDADE (DEMANDA x OFERTA)



A falta de capacidade impacta...

FORMAS DE CAPACIDADE

CAPACIDADE DE
CIRCULAÇÃO



24 horas/dia

h_{\min} de 80 minutos

$$C_{(CIRC)} = 18 \text{ trens.sentido/dia}$$

CAPACIDADE DE
TRANSPORTE



1 TREM – 7.500 t

OPERAM 18 trens.sentido/dia

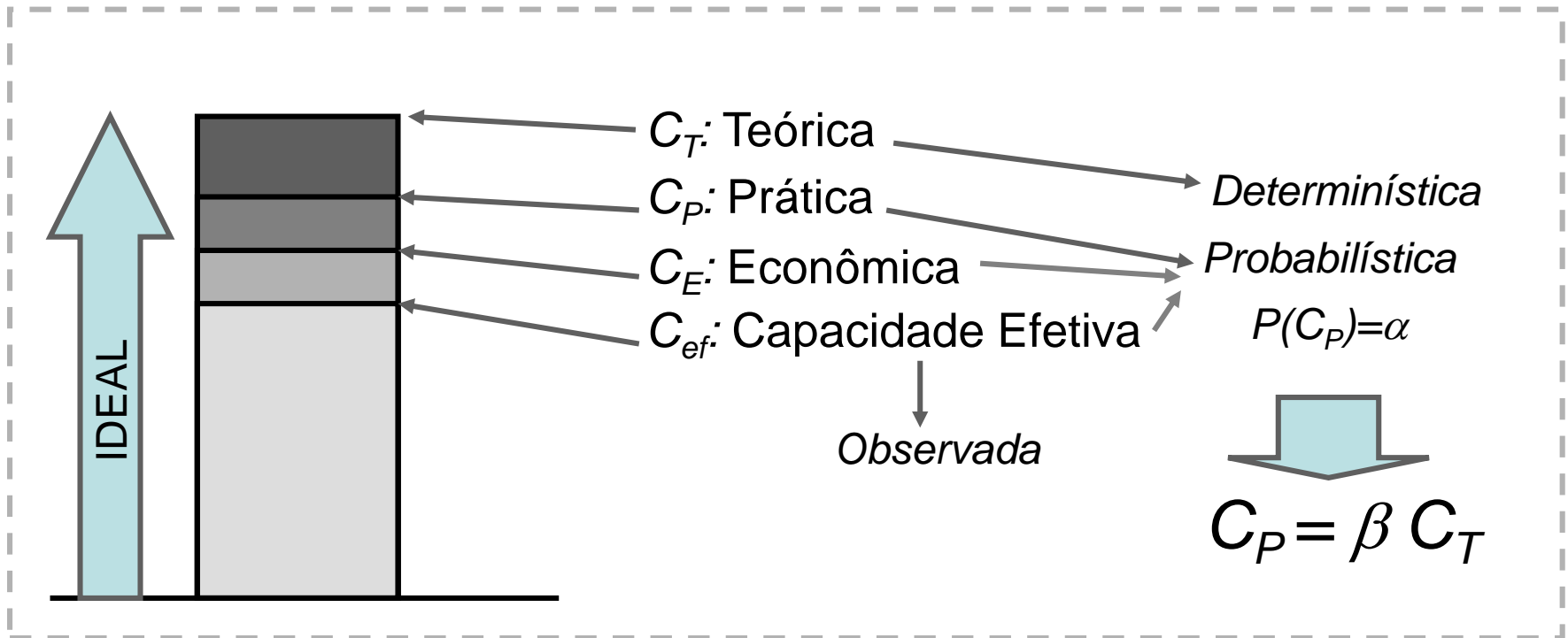


$$C_{(TRANSP)} = 135.000 \text{ t/dia}$$

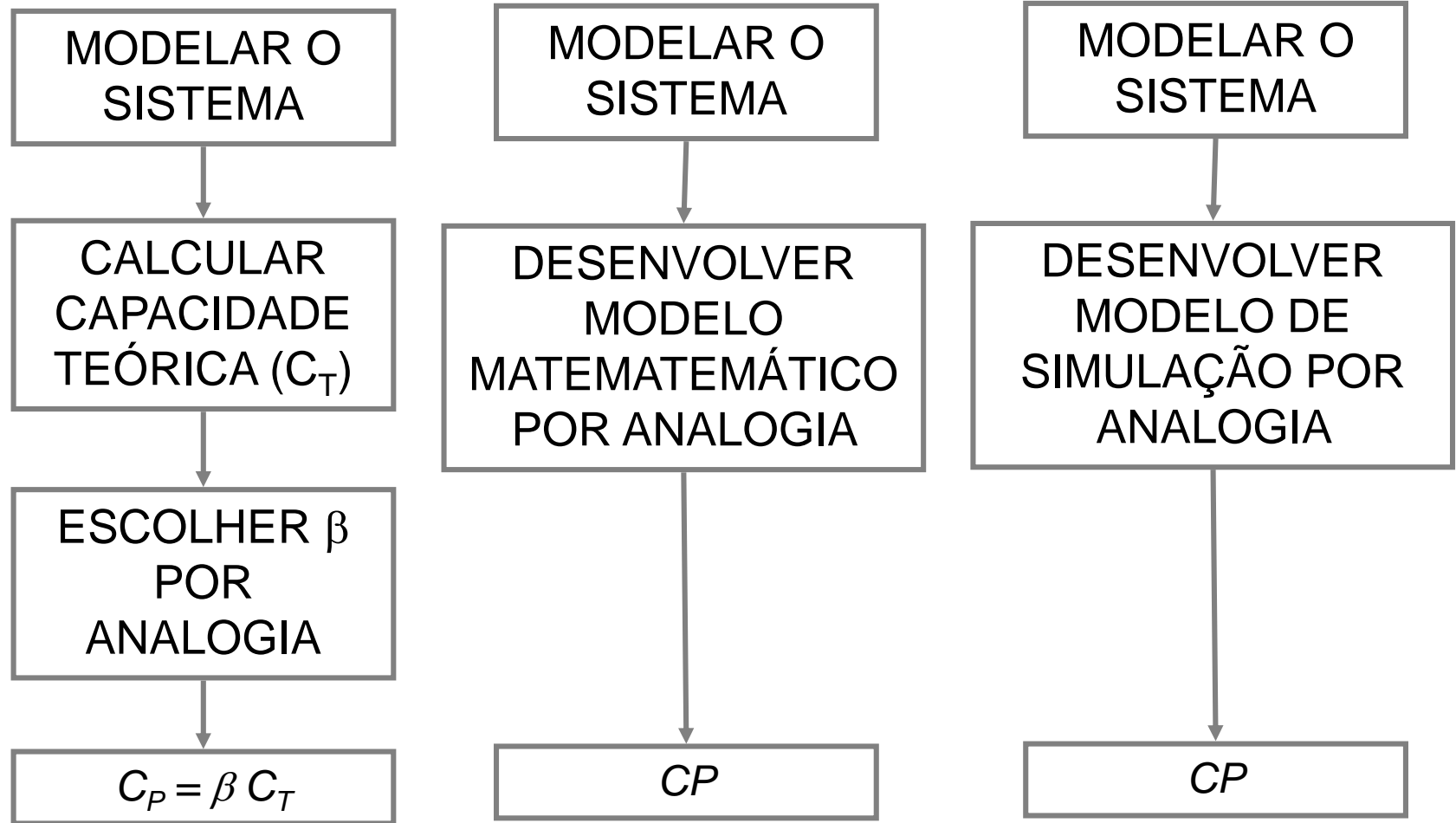
FORMAS DE CAPACIDADE

CAPACIDADE DE
CIRCULAÇÃO

CAPACIDADE DE
TRANSPORTE



FORMAS DE CAPACIDADE



MODO FERROVIÁRIO

CONDICIONANTES DA
CAPACIDADE

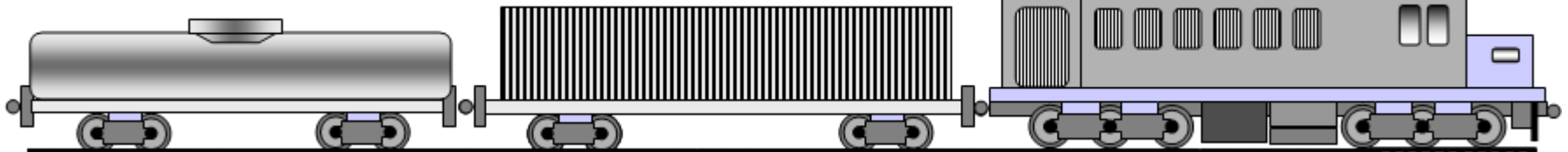
INTERNAS

EXTERNAS

MATERIAL RODANTE

Vagões

Locomotivas



CARACTERÍSTICAS
CONSTRUTIVAS DA VIA

CARACTERÍSTICAS
GEOMÉTRICAS DA VIA

Trilho AMV Módulo Trem-tipo

PLANO DE VIA

CONTROLE, TREINAMENTO E GERENCIAMENTO

MODO FERROVIÁRIO

CONDICIONANTES DA
CAPACIDADE



INTERNAS

EXTERNAS



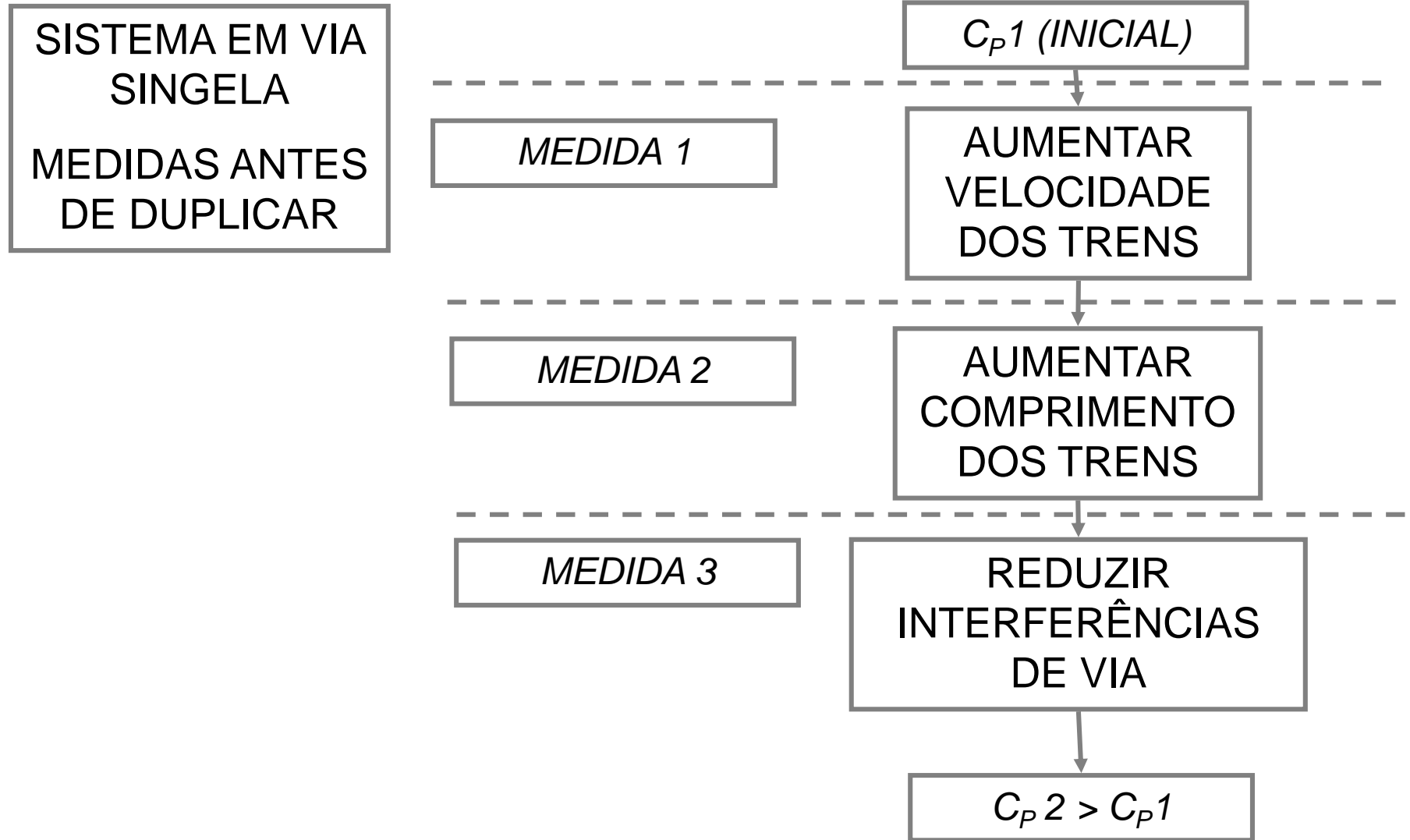
TIPOLOGIA, SAZONALIDADE E LOCAL DA DEMANDA

CONDIÇÕES FÍSICO E SÓCIO AMBIENTAIS

MARCO INSTITUCIONAL

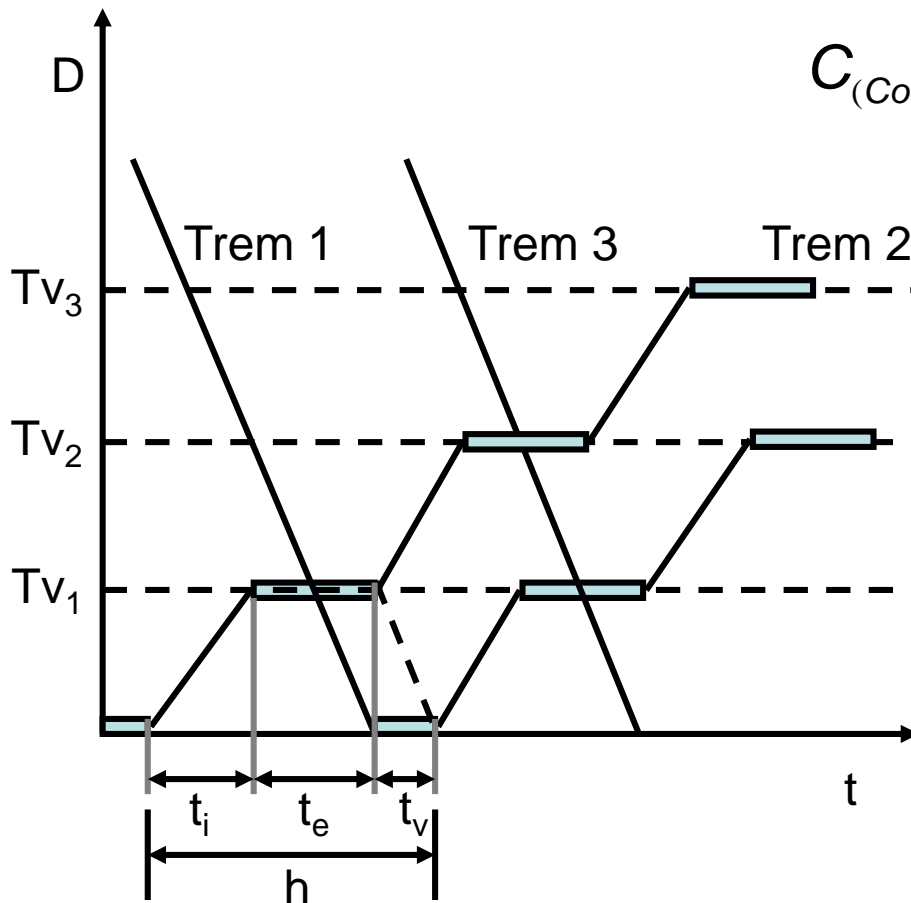
INTERFERÊNCIAS

MODO FERROVIÁRIO



MODO FERROVIÁRIO

ESTIMATIVA DA CAPACIDADE



$$C_{(Colson)} = \frac{24 \times 60}{h_{\min}} \frac{[trens.sentido]}{[dia]}$$

$$C_{(Colson)} = k \cdot \frac{(24 - t_b) \cdot 60}{h_{\min}} \frac{[trens.sentido]}{[dia]}$$

MOD0 FERROVIÁRIO

EXEMPLO 1: A seção crítica de uma ferrovia singela de transporte de minério é um trecho onde cada trem leva 30 minutos para ultrapassar. O sentido de tráfego do comboio carregado é prioritário e o tempo de espera no desvio é de 20 minutos. O composição média dos trens que operam nesta ferrovia é de 4 locomotivas/trem, 100 vagões/trem, cada um com capacidade estática de 75 t/vagão.

Pergunta-se:

- 1)Qual a capacidade desta linha em trens.sentido/dia?
- 2)Qual a capacidade desta linha em t/dia?
- 3)Quais os tipo de capacidade foram calculadas?
- 4)Determine as capacidades anteriores considerando $k = 0,7$ e $t_b = 4$ horas/dia.

MODO FERROVIÁRIO

ESTIMATIVA DA CAPACIDADE

$$C_{(viagens)} = \frac{24 \times 60}{t_{ciclo}} \frac{[viagens]}{[trem.dia]}$$

$$C_{(Kondratchenko)} = \frac{365 \times n \times Q}{\gamma} \frac{[t_{bruta}]}{[ano]}$$

MODO AQUÁTICO

CONDICIONANTES DA
CAPACIDADE



ROTAS

DIMENSÕES DAS
EMBARCAÇÕES

FLUXO DAS
EMBARCAÇÕES

TERMINAIS

DIMENSÕES DAS
EMBARCAÇÕES

FLUXO DAS CHEGADAS

MOVIMENTAÇÃO DAS
CARGAS

PROCESSO DE
ATENDIMENTO

MODO AQUÁTICO

ESTIMATIVA DA
CAPACIDADE

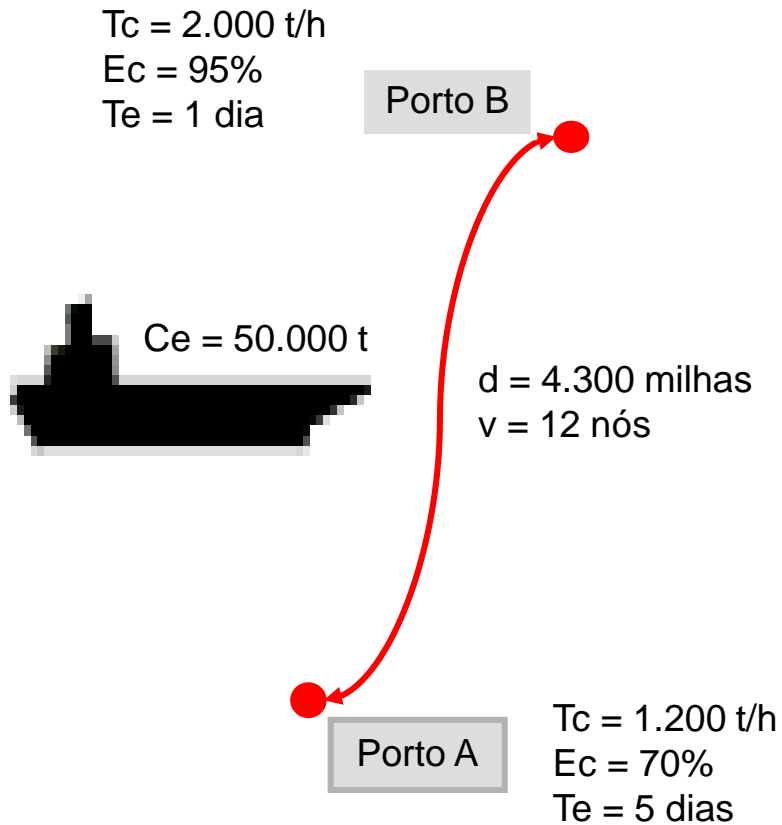
$$C_{(CIRC/EMB)} = \frac{365}{t_{ciclo}} \frac{[viagens]}{[embarcação.ano]}$$



MODO AQUÁTICO

ESTIMATIVA DA CAPACIDADE

Escoamento de soja.
Safrá: fevereiro a julho (inclusive)



MODO RODOVIÁRIO

CAPACIDADE DO
SISTEMA

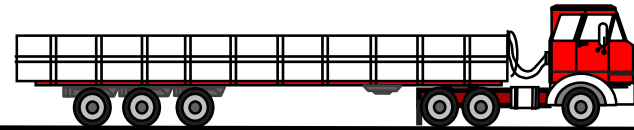
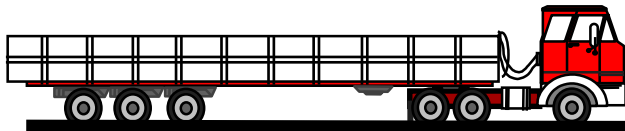


INTERNAS

EXTERNAS



FROTA



CARACTERÍSTICAS
CONSTRUTIVAS DA VIA

CARACTERÍSTICAS
GEOMÉTRICAS DA VIA

ESTADO DE CONSERVAÇÃO DAS VIAS

CONTROLE, TREINAMENTO E GERENCIAMENTO

MODO RODOVIÁRIO

CAPACIDADE DO
SISTEMA



INTERNAS

EXTERNAS



TIPOLOGIA, SAZONALIDADE E LOCAL DA DEMANDA

CONDIÇÕES FÍSICO E SÓCIO AMBIENTAIS

MARCO INSTITUCIONAL

INTERFERÊNCIAS

MOD0 RODOVIÁRIO

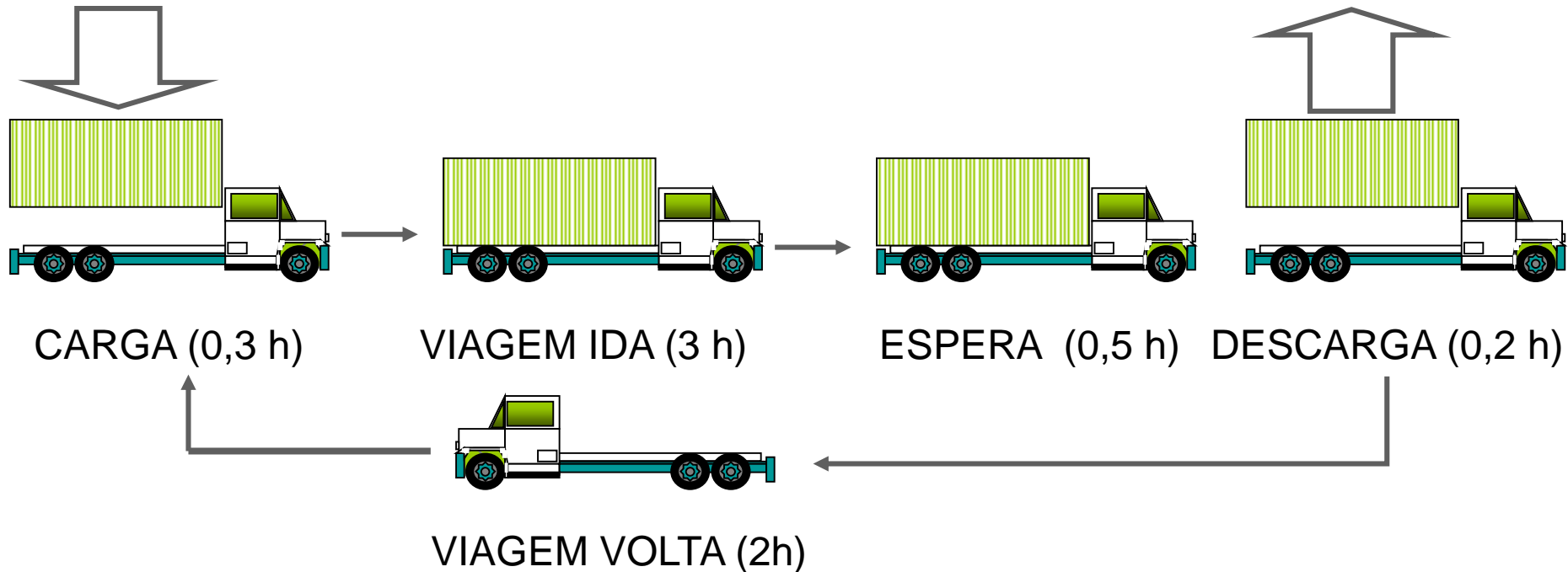
ESTIMATIVA DA
CAPACIDADE

$$C_{(CIRC)} = \frac{he.60}{t_{ciclo}} \frac{[viagens]}{[veículo.dia]}$$

$$C_{(CIRC)} = \frac{DUM}{t_{ciclo}} \frac{[viagens]}{[veículo.mês]}$$

MODOS RODOVIÁRIO

EXEMPLO 3: O esquema abaixo apresenta o transporte de contêineres (20') para alimentar um terminal portuário.



- 1) Qual a capacidade de atendimento de um caminhão, considerando operação em 24 horas/dia?
- 2) Se a demanda do porto for de 1.000 contêineres dia, qual o tamanho da frota de caminhões a ser utilizada?

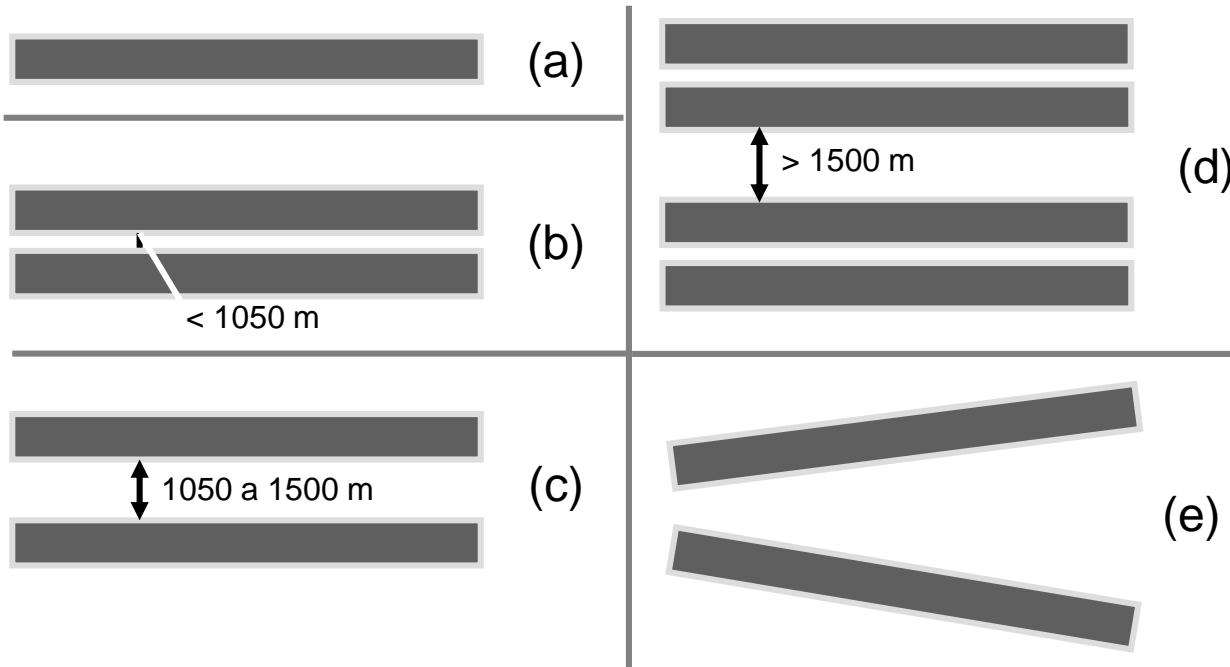
MODO AÉREO

CAPACIDADE DO
SISTEMA



TERMINAL

CONFIGURAÇÕES USUAIS DE PISTA



Federal Aviation
Agency - FAA

PANCAP¹

PHOCAP²

1: *practical annual capacity*
2: *practical hourly capacity*

MODO AÉREO

Composição	Tipo de aeronave e percentual encontrado na composição			
	A	B	C	D+E
1	0	0	10	90
2	0	30	30	40
3	20	40	20	20
4	60	20	20	0

A	Quadrirreator
B	Trirreator
C	Birreator
D	Bimotores
E	Avionetas

MODO AÉREO

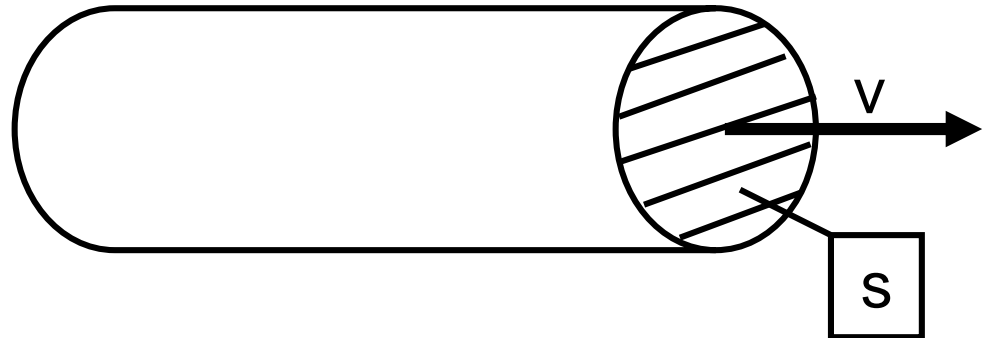
Esquema de pista	Condição	Composição			
		1	2	3	4
(a)	PANCAP	215.000	195.000	180.000	170.000
	PHOCAP/V	99	76	54	45
	PHOCAP/I	53	52	44	42
(b)	PANCAP	385.000	330.000	295.000	280.000
	PHOCAP/V	198	152	108	90
	PHOCAP/I	64	63	55	54
(c)	PANCAP	425.000	390.000	380.000	340.000
	PHOCAP/V	198	152	108	90
	PHOCAP/I	79	79	79	74
(d)	PANCAP	770.000	660.000	590.000	560.000
	PHOCAP/V	396	304	216	180
	PHOCAP/I	128	126	110	108
(e)	PANCAP	425.000	340.000	310.000	310.000
	PHOCAP/V	196	136	94	84
	PHOCAP/I	79	79	77	74

V: visual, I: instrumental

MODO DUTOVIÁRIO

ESTIMATIVA DA
CAPACIDADE

$$Q = p.s.v \frac{[t]}{[s]}$$



EXEMPLO 3: Um oleoduto opera 24 horas por dia. Seu diâmetro é de 32 polegadas e a velocidade de bombeio é de 6 km/h. A massa específica do petróleo é de 0,86 t/m³. Calcule a capacidade deste oleoduto em t/h.

COR 747 – CAPACIDADE DOS MODOS



COPPE
UFRJ



Programa de Engenharia
de Transporte
COPPE -UFRJ

FIM