

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO E TRANSPORTES

GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGAS

Disciplina: Logística e Distribuição (ENG 09024)

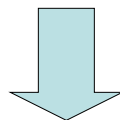
Prof. MICHEL

Cenário atual do TRC no Brasil

- Mercado que tende a ***concorrência perfeita***;
- Não existe nenhum tipo de regulamentação sobre tarifas mínimas a serem praticadas;
- Não existe controle ou exigências para a entrada e saída do mercado de empresas e autônomos;
- Nos últimos 15 anos tem se observado maior oferta do que demanda por serviços → fretes abaixo dos custos.

Classificação dos serviços pela ANTT

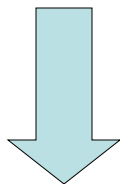
Empresa de Transporte de Carga – ETC e Cooperativa de Transporte de Cargas – CTC



- **Dispor de frota rodoviária de carga sob sua responsabilidade, própria ou arrendada, ou dos associados, no caso de cooperativas**
- **Estar legalmente constituída, de acordo com as normas da legislação vigente**

Classificação dos serviços pela ANTT

Transportador Autônomo Cargas – TAC



- **Ser proprietário ou co-proprietário de um veículo rodoviário de carga, podendo também dispor de veículos arrendados sob sua responsabilidade**
 - **Residir e estar domiciliado no País**

GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Segmentos de carga

- Transporte de carga geral completa
- Transporte de carga geral fracionada
- Transporte de cargas unitizadas em contêineres



GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Segmentos de carga

- Transporte de cargas Indivisíveis com excesso de dimensões



Após andar de balsa de Paris a Baden, o último Concorde sai do porto em direção ao Museu de Sinsheim – 5 km em rodovias (Sinsheim, 2003)

Segmentos de carga

- Transporte de graneis líquidos
- Transporte de cargas especiais
- Transporte de encomendas



Fluxos interestaduais e internacionais

Sistemas de operação

- **Sistema um para um** → um remetente, um destinatário
- **Sistema compartilhado**
 - um remetente, vários destinatários
 - vários remetentes, um destinatário
 - vários remetentes, vários destinatários



**com ou sem consolidação/desconsolidação
em centro de triagem**

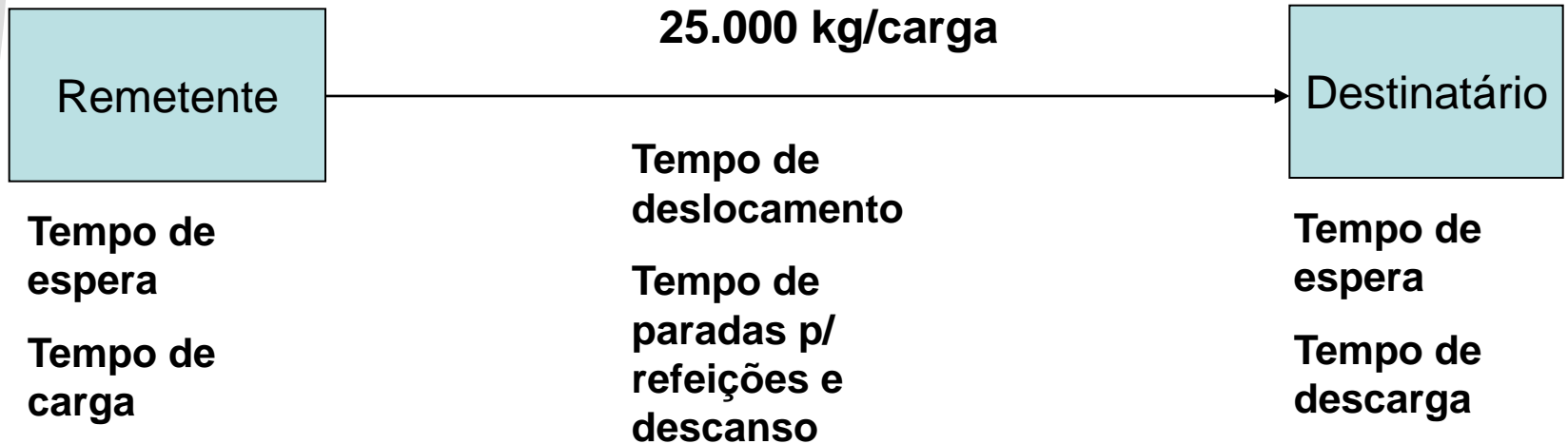
GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Sistema um para um → características

- pode envolver **transferência entre duas unidades** de uma mesma empresa ou duas empresas diferentes;
- pode envolver um **único tipo de mercadoria ou vários tipos de mercadoria** em um único carregamento
- **lotação completa** da capacidade do veículo → ganhos em escala podem se dar pelo aumento no tamanho dos lotes;
- pode envolver distâncias variáveis.

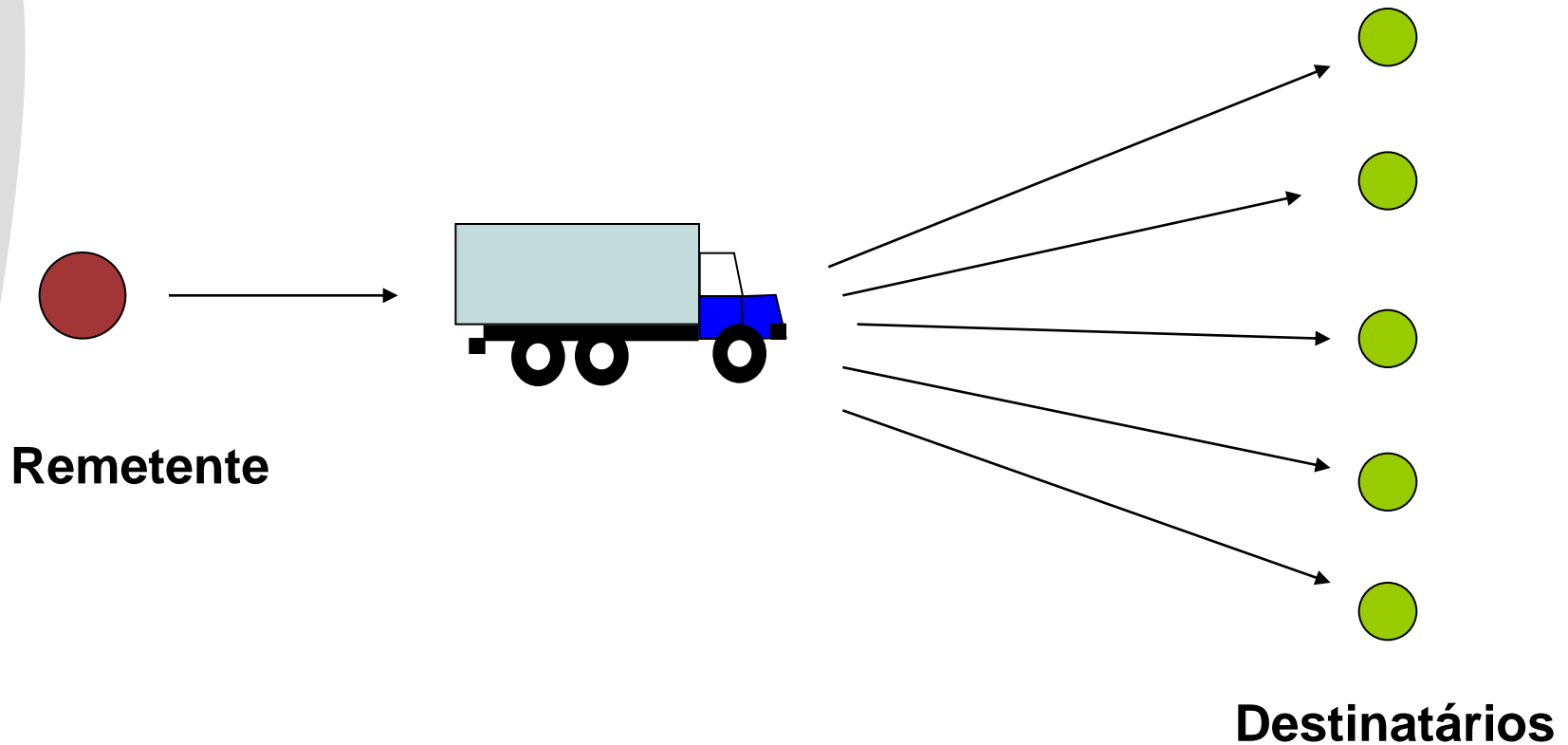
GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Sistema um para um → exemplo de configuração



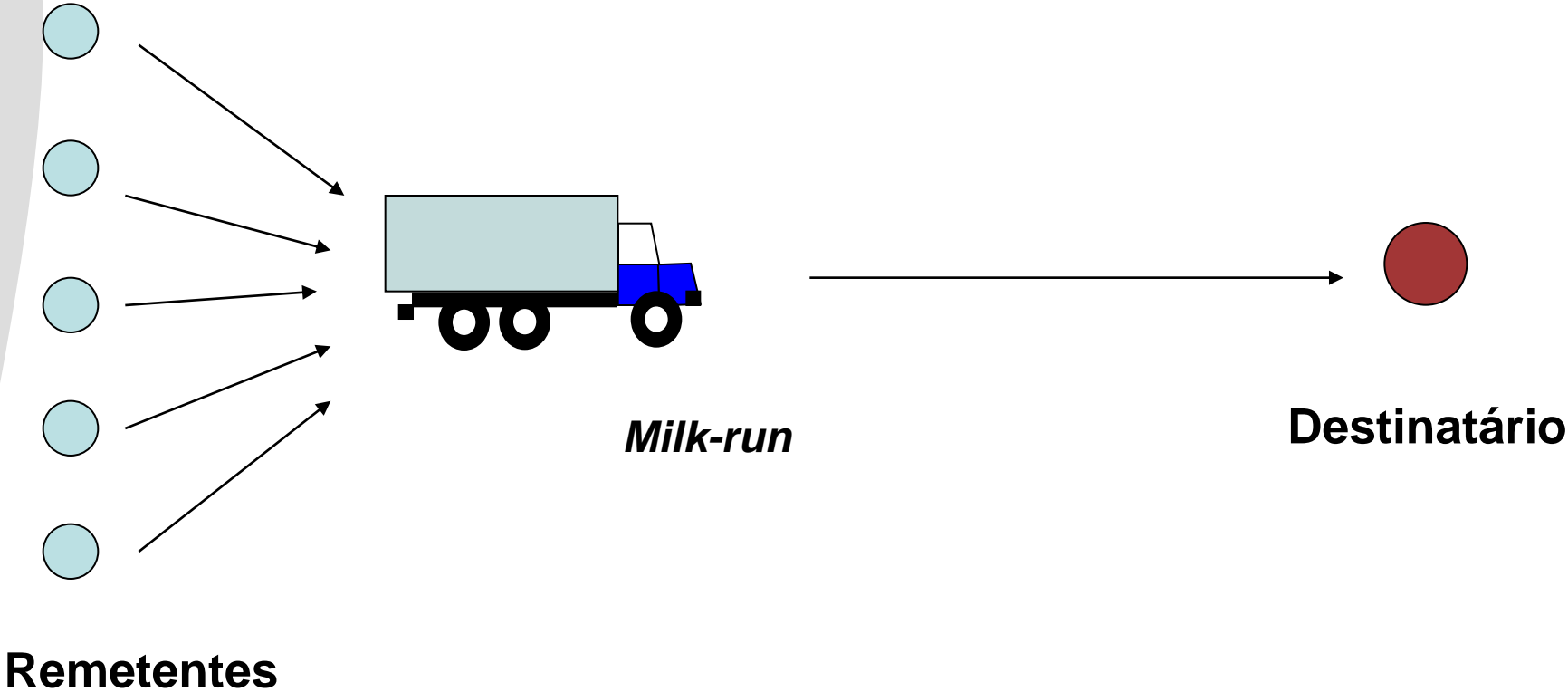
GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Sistema compartilhado → configuração sem consolidação em centro de triagem (carga itinerante)



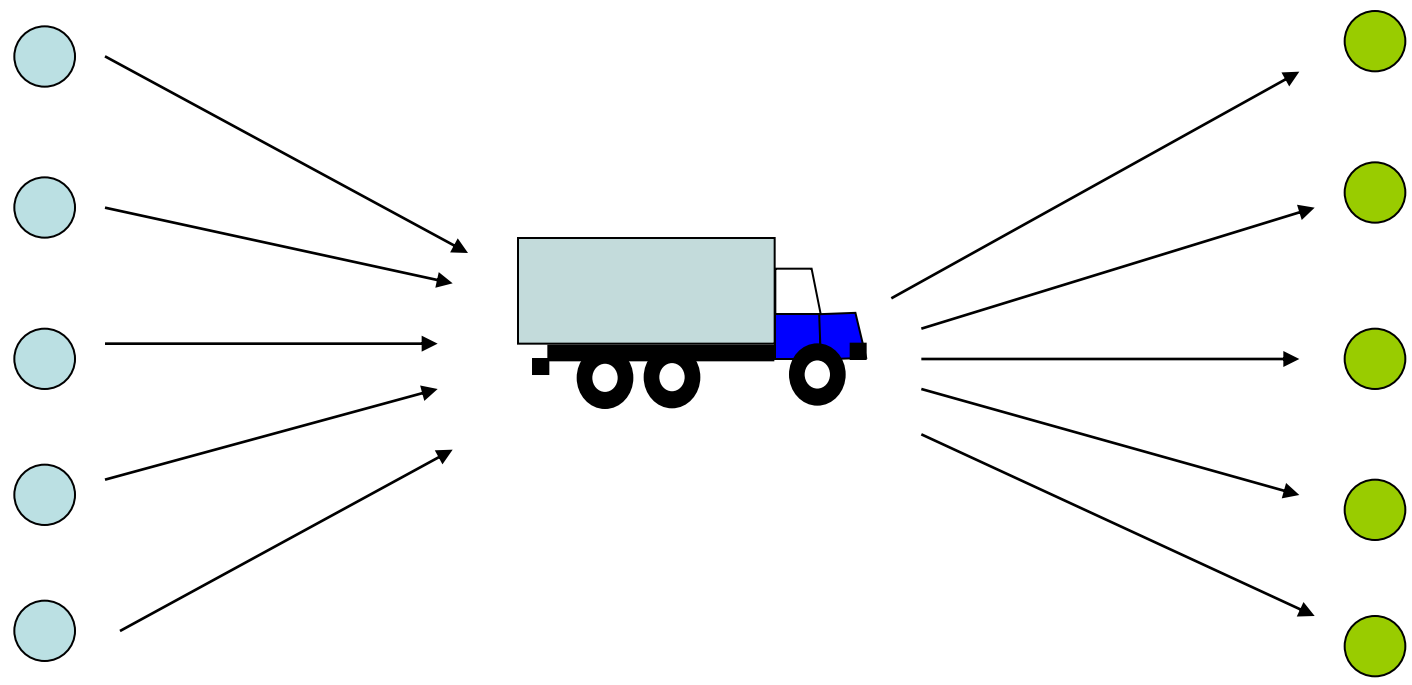
GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Sistema compartilhado → configuração sem consolidação em centro de triagem (carga combinada)



GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Sistema compartilhado → configuração sem consolidação em centro de triagem

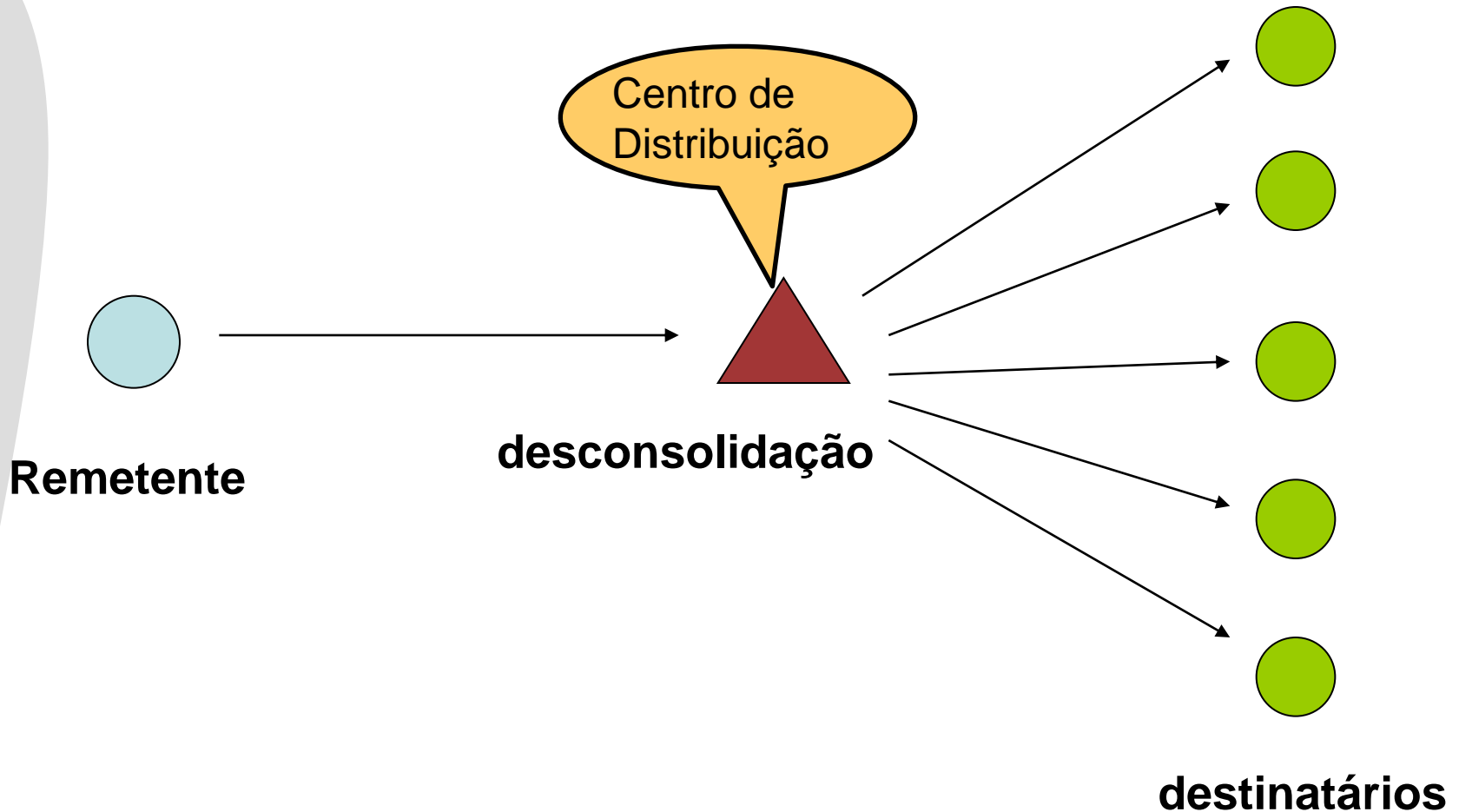


Remetentes

Destinatários

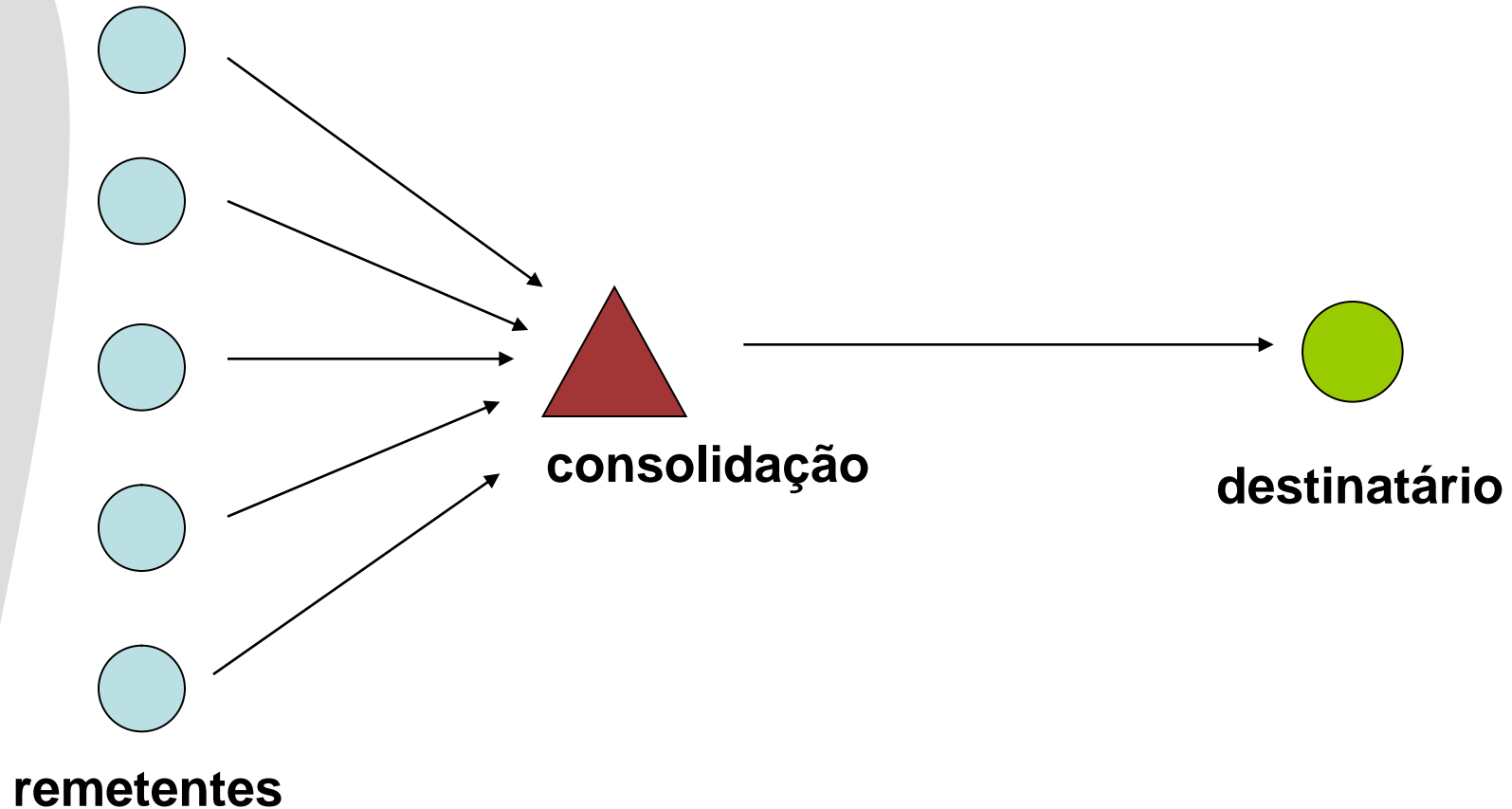
GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Sistema compartilhado → configuração com desconsolidação em centro de triagem (carga itinerante)



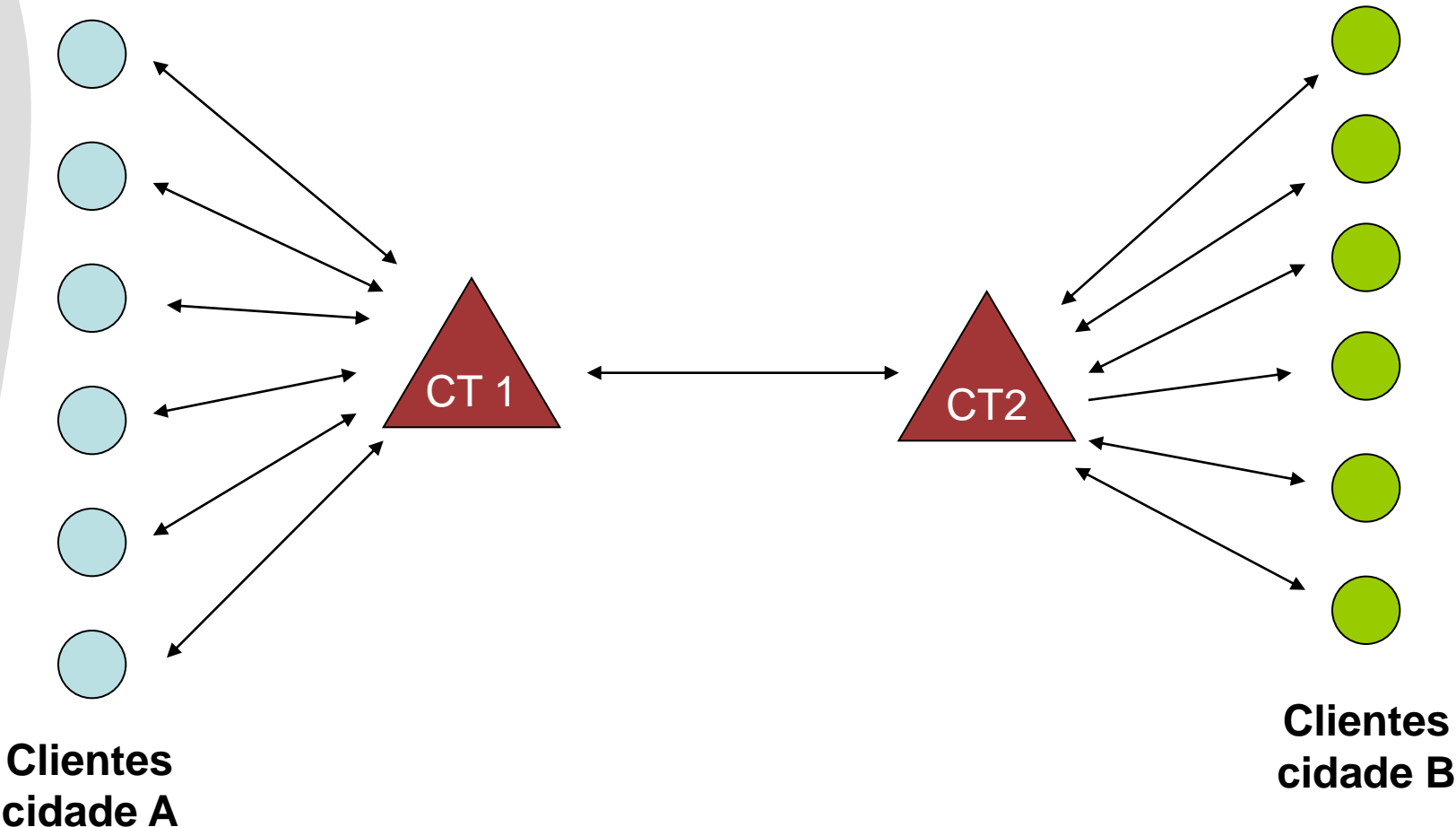
GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Sistema compartilhado → configuração com consolidação em centro de triagem (carga combinada)



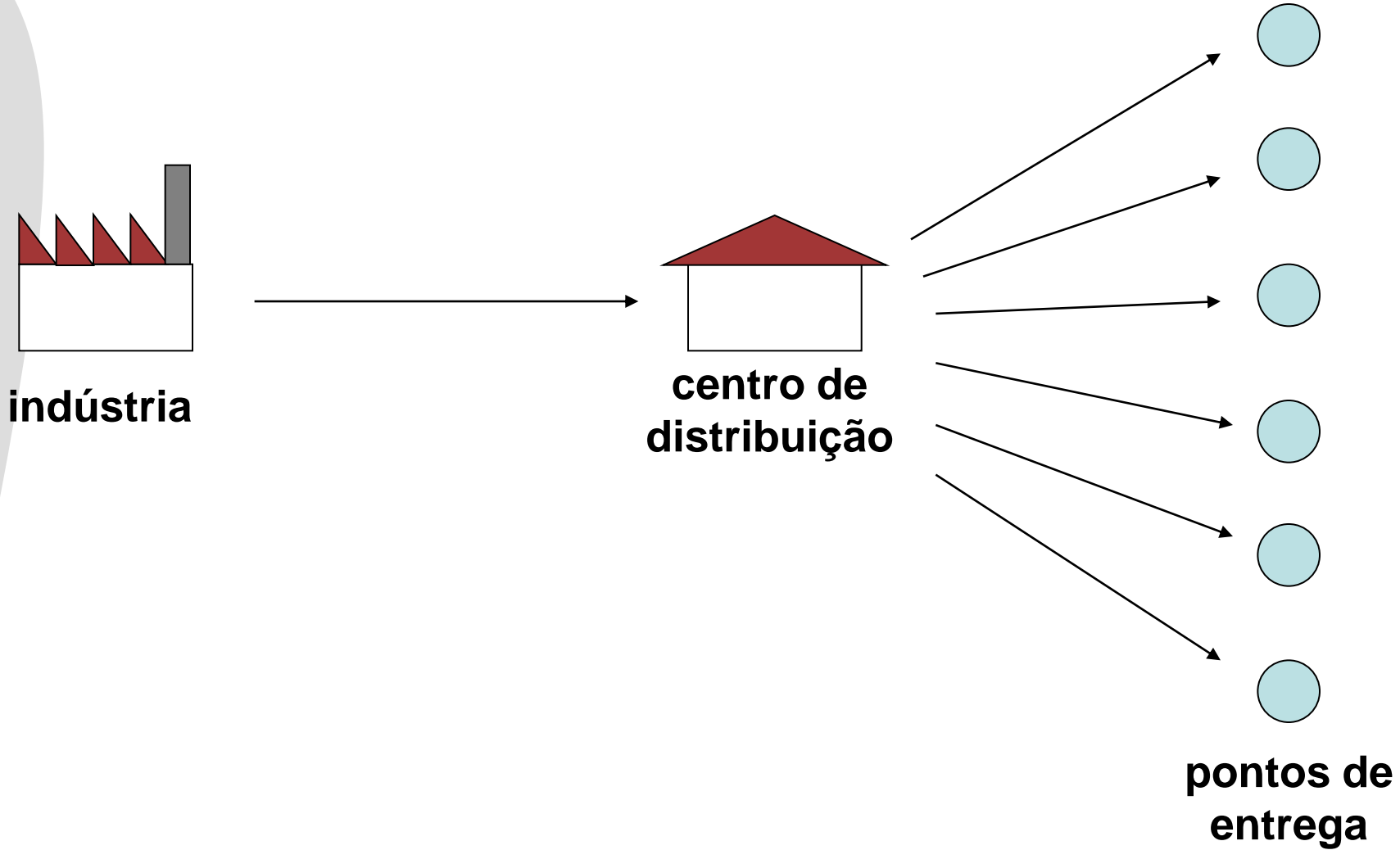
GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Sistema compartilhado → configuração com consolidação e desconconsolidação em centros de triagem



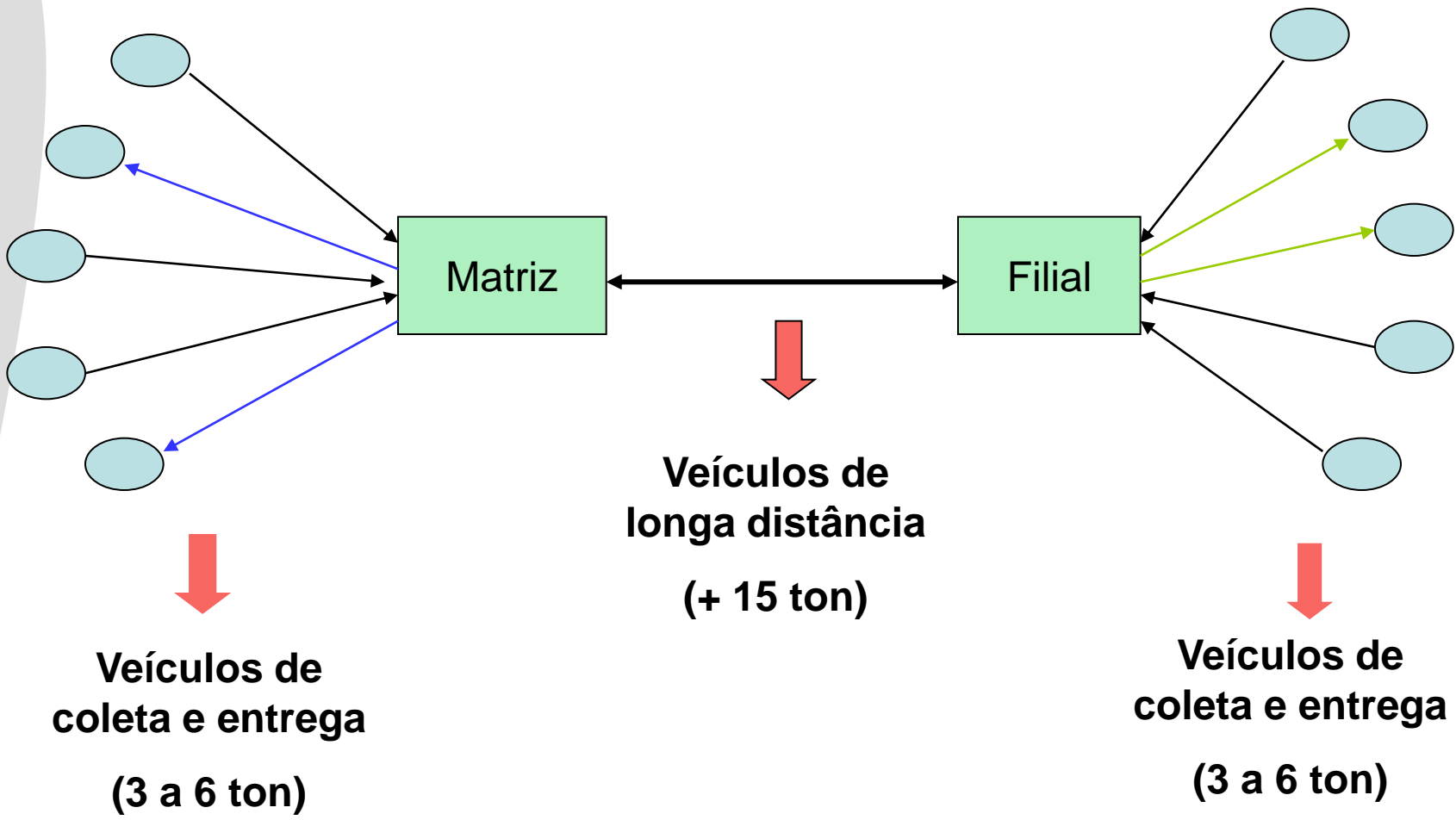
GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Sistema compartilhado → distribuição física feita por operadores logísticos



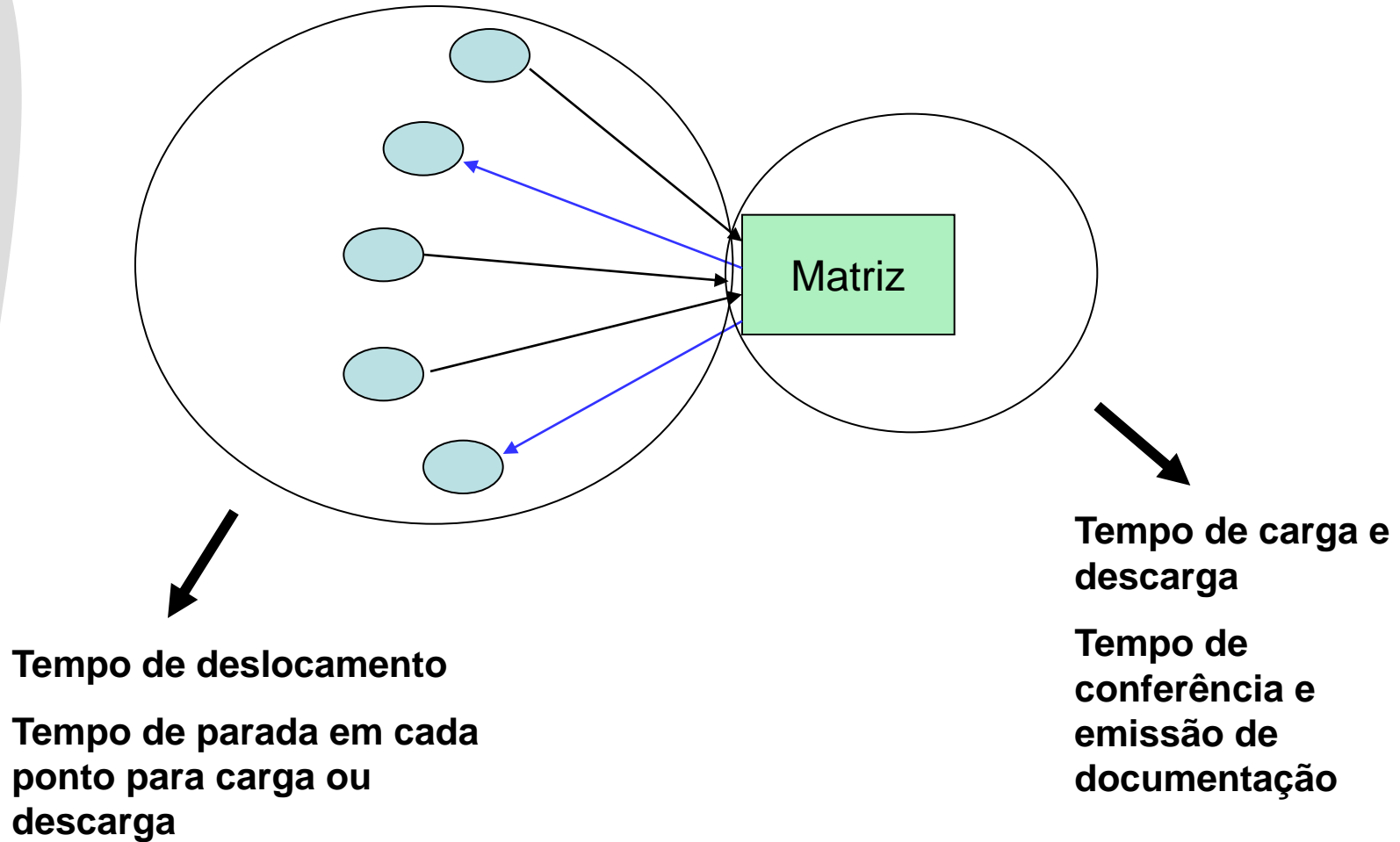
GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Configuração do sistema compartilhado (carga fracionada)



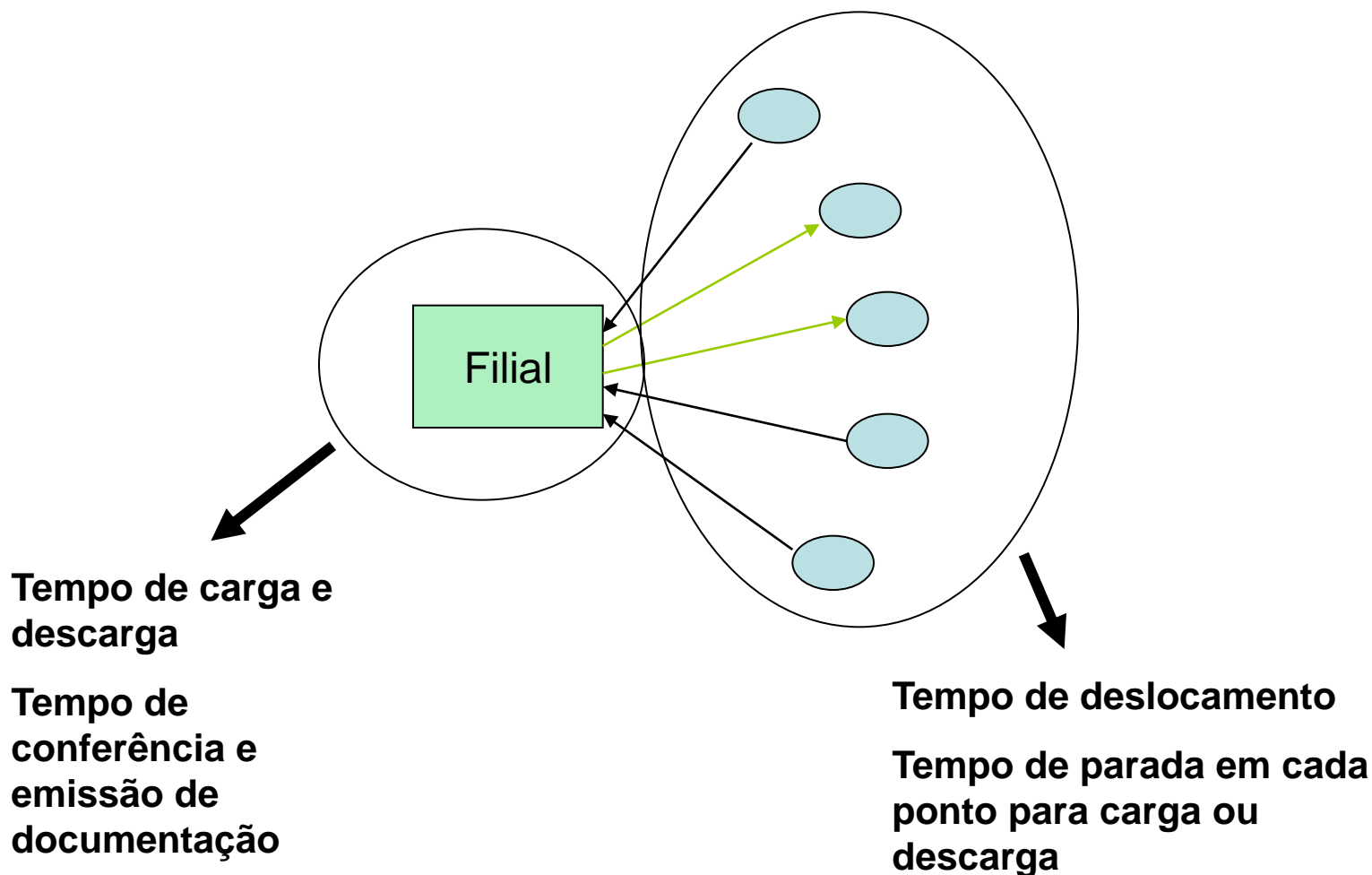
GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Configuração do sistema compartilhado (coleta e entrega)



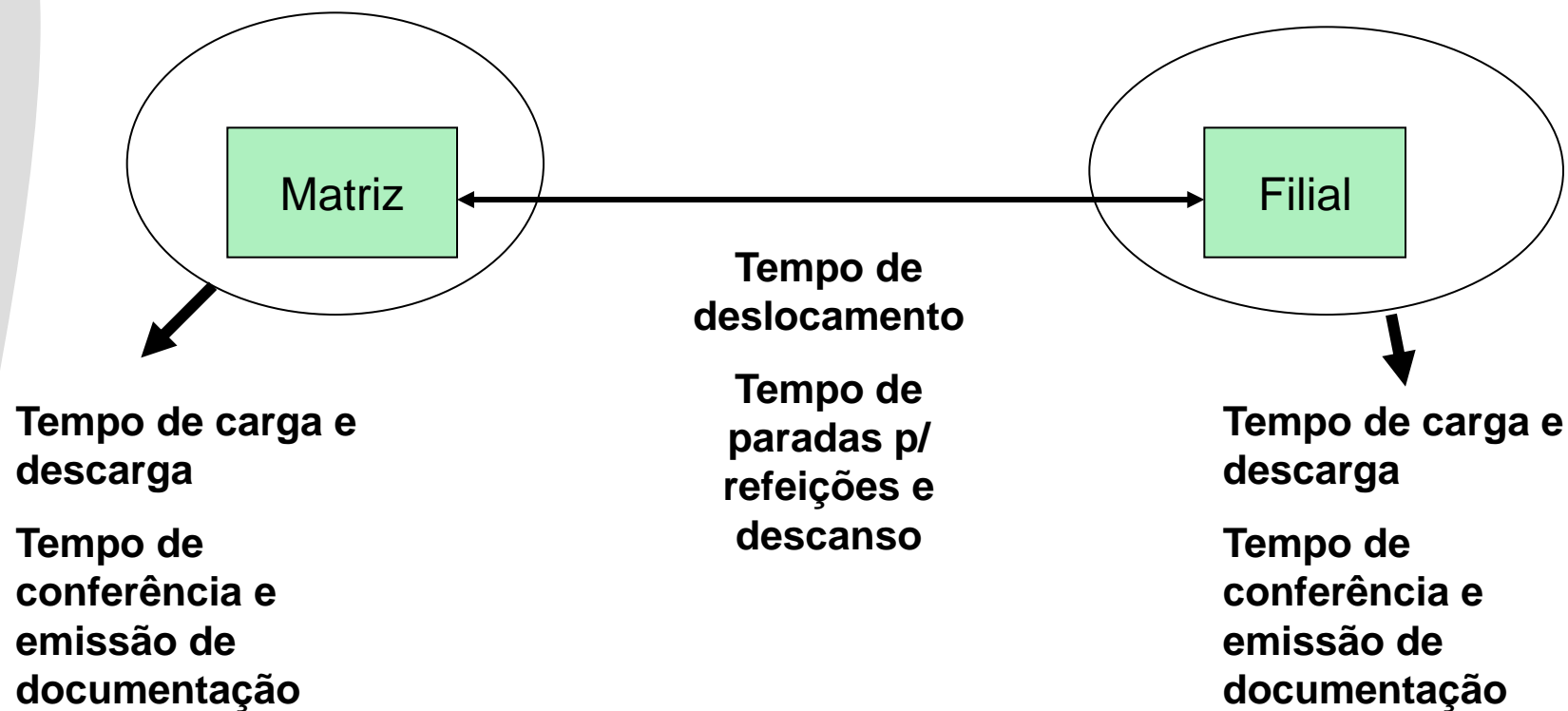
GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Configuração do sistema compartilhado (coleta e entrega)



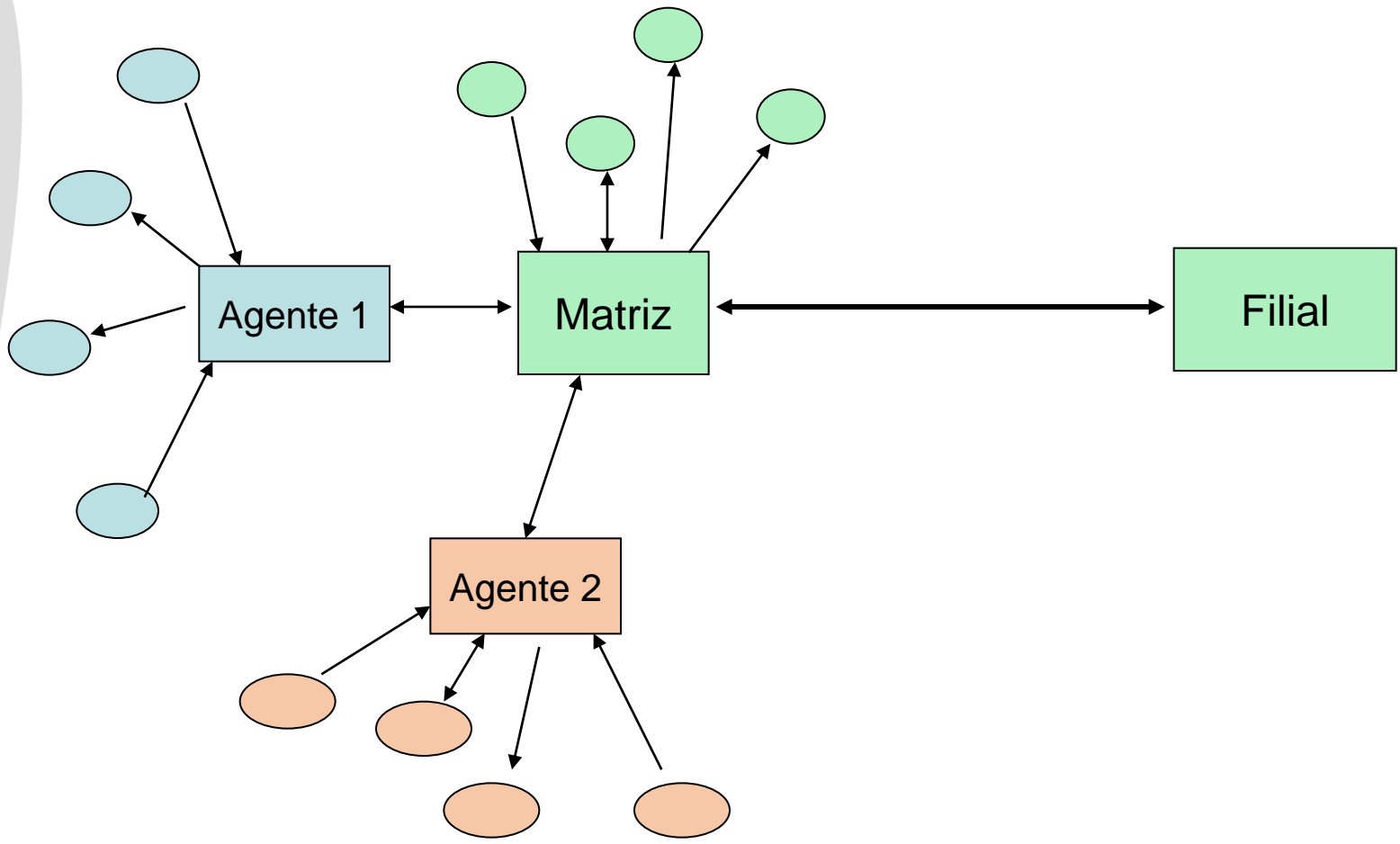
GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Configuração do sistema compartilhado (transferência)



GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

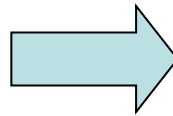
Configuração do sistema compartilhado (carga fracionada)



GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Configuração do sistema compartilhado (carga fracionada)

- Carga/descarga
- Conferência
- Unitização
- Emissão de documentos
- Roteirização e programação de veículos
- Alocação de tripulações

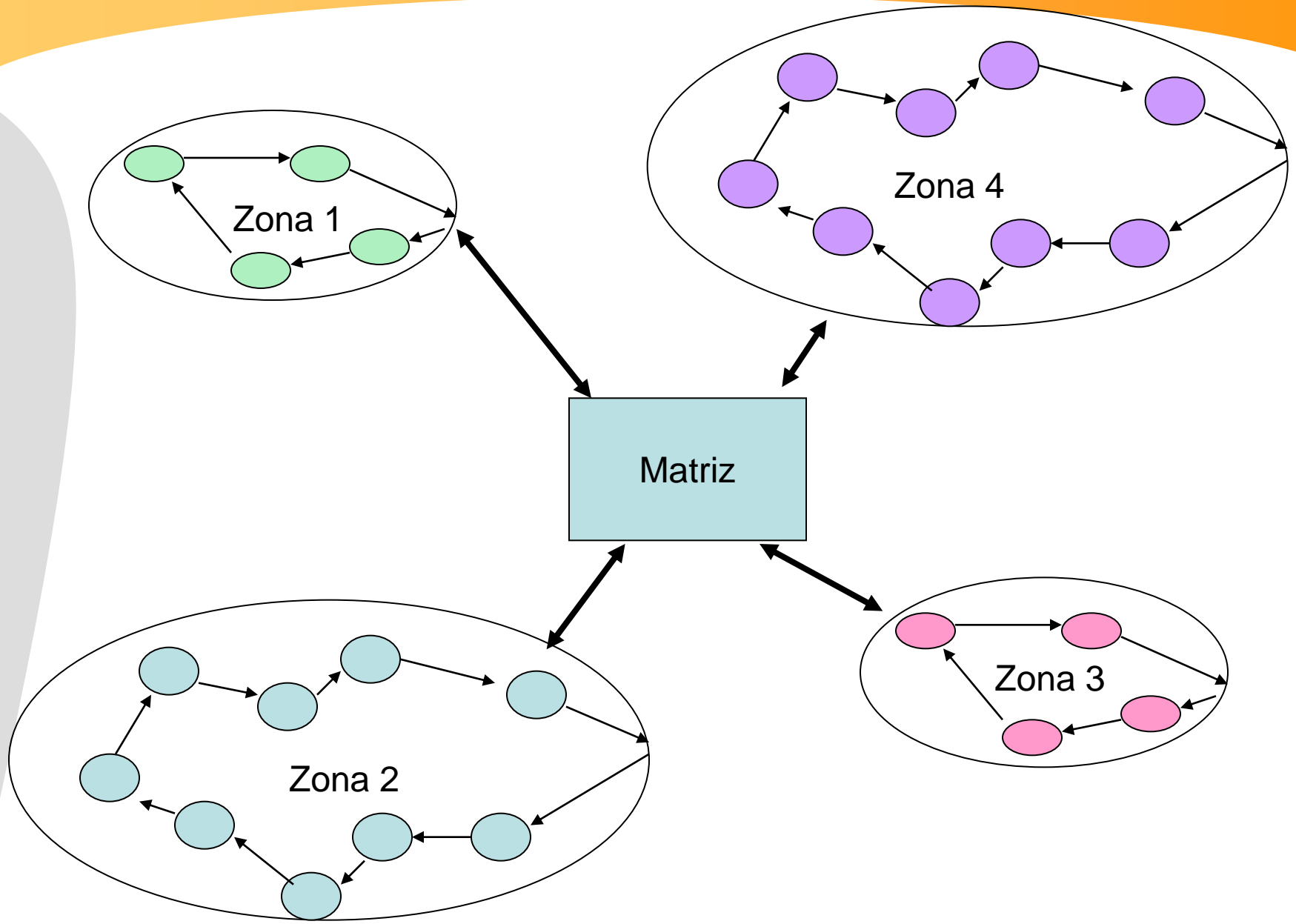


- Racionalização
- Economia e segurança
- Prazos de entrega
- Legislação trabalhista
- Veículos e equipamentos disponíveis

Problema da coleta e entrega

- uma região geográfica é dividida em zonas;
- para cada zona é alocado um veículo;
- cada veículo cumpre um roteiro dentro de sua zona;
- o serviço deverá ser realizado dentro de um tempo de ciclo previamente determinado (jornada de trabalho da tripulação);
- os veículos são despachados a partir de um depósito, onde se efetua a triagem da mercadoria em função das zonas.

GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC



Decisões que devem ser tomadas

- como dividir a região de atendimento em zonas de serviço?
- como selecionar o veículo/tripulação mais adequado ao serviço?
- qual a quilometragem média percorrida pela frota na região de atendimento de modo que se possa quantificar os custos?
- qual a frequência ideal do serviço?

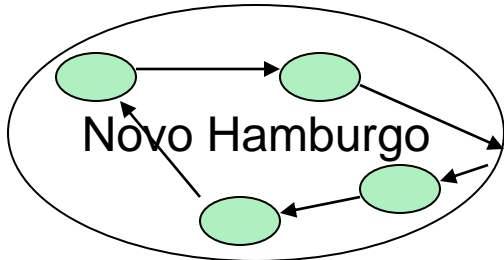
Restrições mais freqüentes

- tempo máximo da jornada de trabalho da tripulação;
- capacidade dos veículos (peso, cubagem);
- janelas de tempo em que os clientes devem ser atendidos;
- restrições a circulação e estacionamento;
- regras de trânsito, velocidades máximas;
- coletas inseridas junto com entregas.

Além disso ...

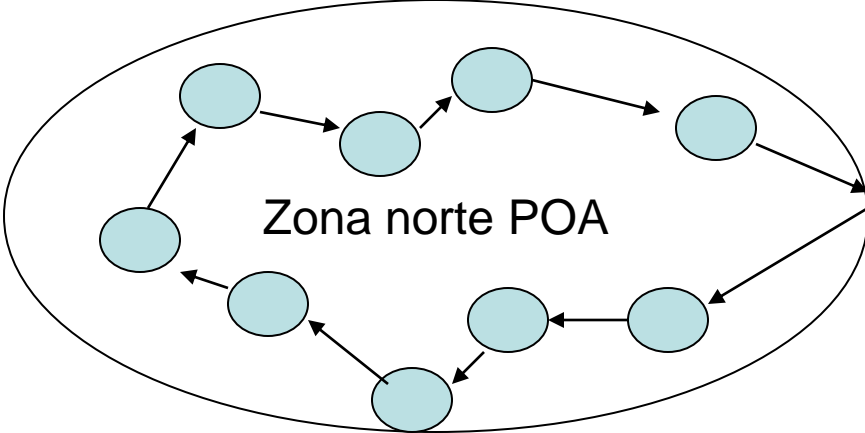
Um outro problema que surge no dimensionamento de sistemas de coleta e entrega operando em regiões relativamente grandes é o **desequilíbrio em termos de produção** entre os veículos que atendem zonas próximas ao depósito e os que atendem zonas situadas na periferia.

GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC



45km

Tempo de ciclo de NH = Tempo de ciclo de POA = 10 horas



3km

Divisão da Região em Zonas de Atendimento

Sendo:

m → número de zonas em que a região deve ser dividida

$$m = \frac{N}{q}$$

→ Número total de pontos a serem visitados num período t

→ Número de paradas ou visitas por roteiro

Cálculo do número de veículos

Sendo:

n_v → número de veículos em operação na frota de distribuição

$$n_v = \frac{m}{n_T}$$

→ Número de roteiros que um veículo pode fazer durante um período t medido em semanas

Cálculo do número de veículos

Sendo:

n_T → Número de roteiros que um veículo pode fazer durante um período t medido em semanas

$$n_T = n_R * T * \frac{(t)}{7}$$

Onde:

n_R → Número de roteiros que um veículo pode fazer por dia, visitando uma zona em cada viagem

T → Total de dias úteis na semana (usualmente $T=6$ dias úteis/semana)

t → Período de atendimento dos clientes, isto é, o intervalo de tempo entre visitas sucessivas. Exemplo visitas diárias $t=1$, visitas semanais $t=7$

GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Exemplo:

Considerando uma região que tenha um total de 3.600 pontos a serem visitados com frequência bi-semanal ($t=14$ dias), cada roteiro compreende 20 pontos de parada, em média. Calcule o número de zonas.

Supondo que cada veículo realize 2 roteiros por dia, operando 6 dias por semana, quantos veículos seriam necessários.

$$m = \frac{N}{q} = \frac{3.600}{20} = 180 \text{ zonas}$$

$$n_V = \frac{m}{n_T} = \frac{m}{n_R * T * \frac{(t)}{7}} = \frac{180}{2 * 6 * \frac{(14)}{7}} = 7,5 \text{ veículos}$$

Arredondando,
 $n_V = 8 \text{ veículos}$

GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Exercício:

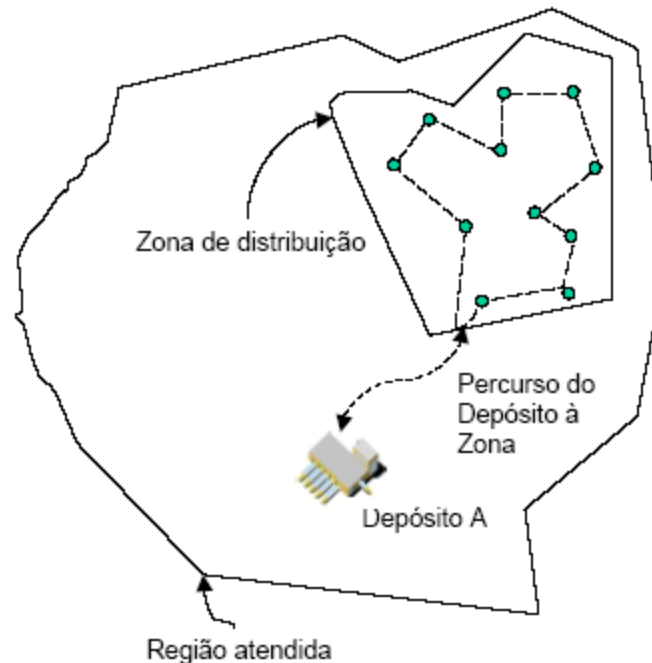
Considerando uma região que tenha um total de 2.000 pontos a serem visitados com frequência semanal, cada roteiro compreende 10 pontos de parada, em média, e cada veículo realiza 2 roteiros por dia, operando 5 dias por semana. Calcule o número de zonas e quantos veículos seriam necessários.

GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Distância percorrida e tempo de ciclo

Cada roteiro de visitas é constituído pelos seguintes componentes:

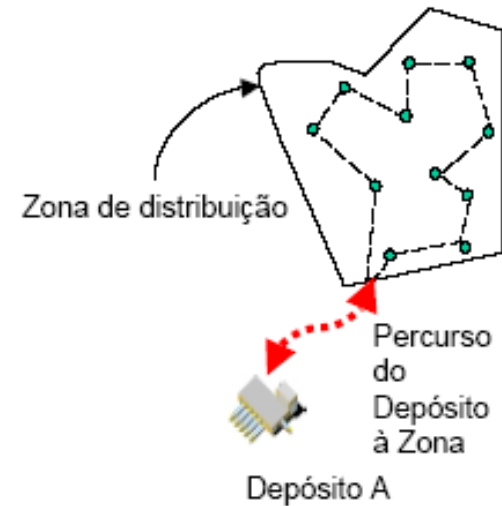
- (a) Um percurso desde o depósito até a zona de entrega;
- (b) Percursos diversos entre pontos de parada sucessivos, dentro da zona de entrega;
- (c) Paradas nos clientes para coleta ou entrega dos produtos;
- (d) Percurso de retorno, desde a zona de entrega até o depósito.



GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Estimativa da distância percorrida do depósito até uma zona

$$d_a = 2 \times d_o$$



Onde:

d_a → distância de acesso

d_o → distância entre o depósito e a zona de entrega

GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Estimativa da distância percorrida dentro de uma zona

$$d_z = k \times \alpha \times \sqrt{A \times q}$$

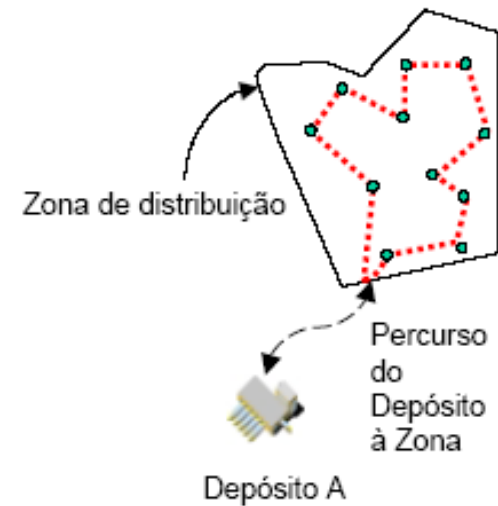
Onde:

k → coeficiente de ajuste;

α → coeficiente de correção da distância;

A → área da zona em km²;

q → número de pontos visitados na zona.



GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Estimativa da distância total percorrida em um roteiro

$$D = 2 \times d_o + k \times \alpha \times \sqrt{A \times q}$$

Exercício 1

Determinar a distância percorrida por um veículo de coleta e entrega em uma zona com 15 km² de área. A distância entre o depósito e a zona é de 15 km. São atendidos diariamente na zona 30 clientes. Adotar $\alpha = 1,52$ e $k = 0,765$.

Tempo médio de ciclo

$$T_c = \frac{2 \times d_o}{v_o} + \frac{d_z}{v_z} + \left(\frac{t_p}{60} \times q \right)$$

Onde:

v_o → velocidade média no percurso entre o depósito e a zona e vice-versa (km/h);

v_z → velocidade média no percurso dentro da zona de entrega (km/h);

t_p → tempo médio de parada em cada ponto visitado (minutos)

Exercício 2

Determinar para o exemplo anterior o tempo de ciclo sabendo que $v_o = 45$ km/h, $v_z = 30$ km/h e $t_p = 20$ minutos.

Exercício 3

Considerando que:

- a região atendida tenha 830 km² de área, 192 zonas, e cada uma tendo em média 4,32 km² de área;
- a distância média entre o depósito e as zonas é igual a 11,3 km;
- em cada zona são atendidos, em média, 18,7 pontos;
- $\alpha = 1,54$, $k = 0,765$, $v_o = 30$ km/h, $v_z = 27$ km/h e $t_p = 7,5$ minutos.

Calcule a distância total percorrida e o tempo de ciclo por um veículo de entrega.

GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

- **Características dos Veículos**

- ✓ Classificação segundo o grau de divisibilidade

- ✓ Veículo Unitário



GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

- **Características dos Veículos**

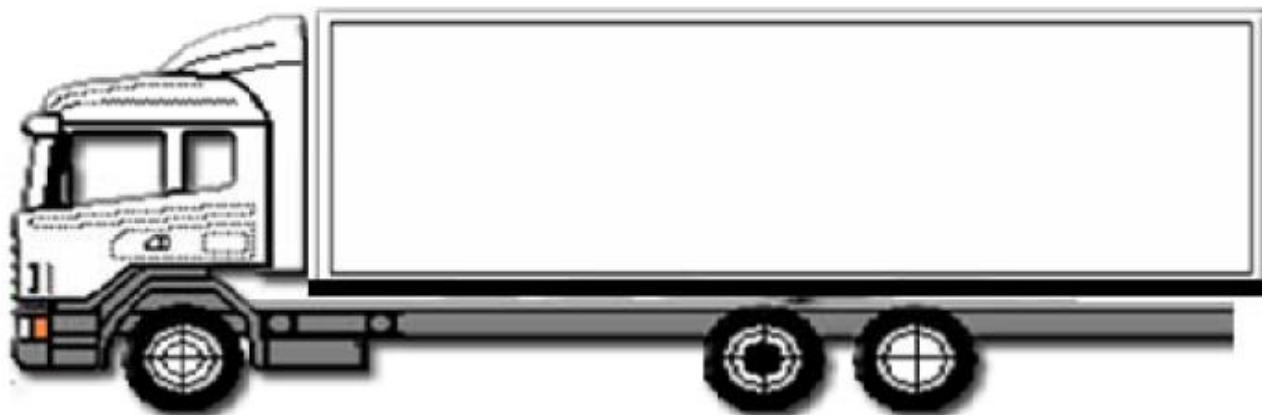
- ✓ Classificação segundo o grau de divisibilidade

- ✓ Veículo Composto



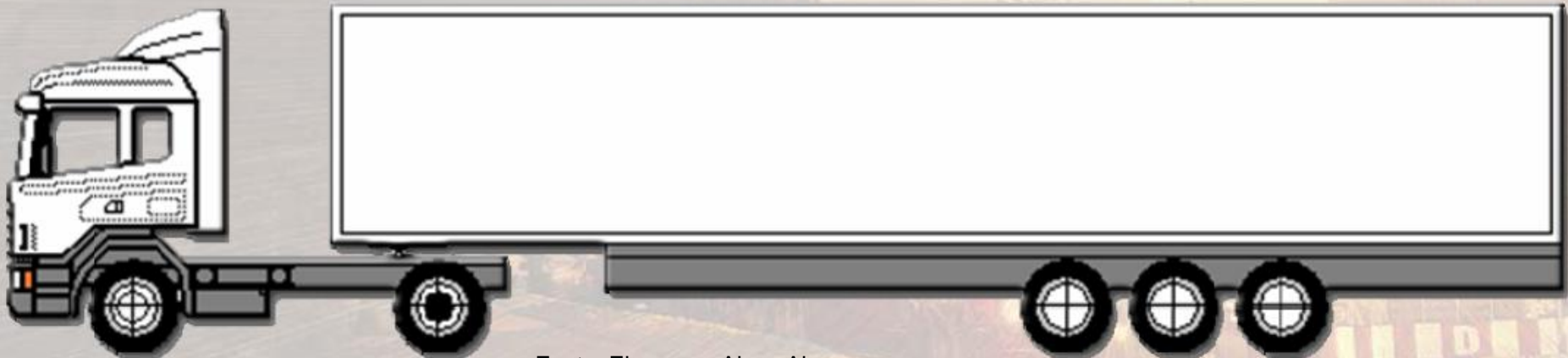
DIMENSÕES DOS VEÍCULOS

- **Largura máxima: 2,60 metros;**
- **Altura máxima: 4,40 metros;**
- **Comprimento total: veículos não-articulados, máximo de 14,00 metros.**



DIMENSÕES DOS VEÍCULOS

- **Largura máxima: 2,60 metros;**
- **Altura máxima: 4,40 metros;**
- **Comprimento total: veículos articulados com duas unidades, do tipo caminhão-trator e semi-reboque, máximo de 18,60 metros.**



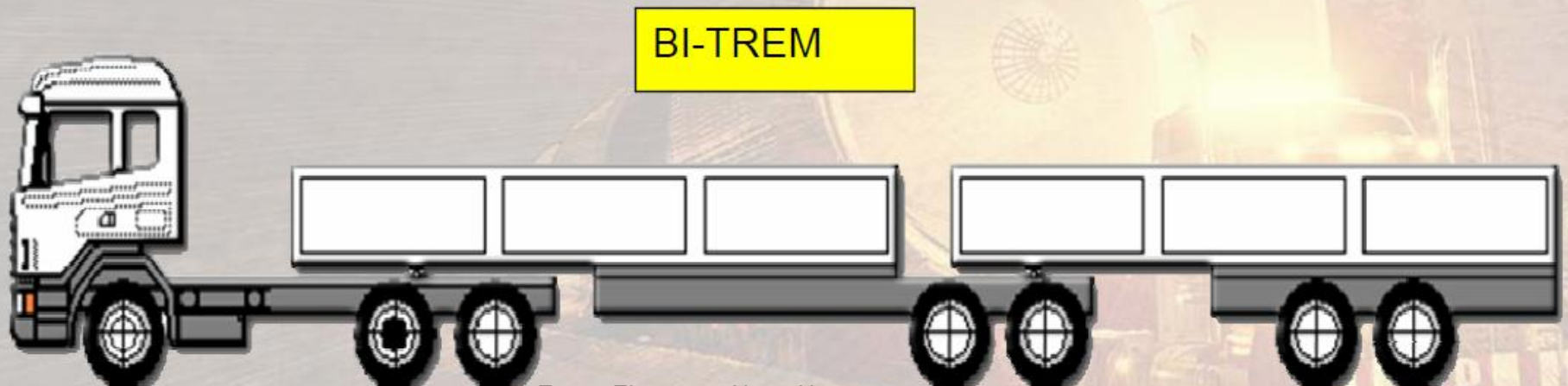
DIMENSÕES DOS VEÍCULOS

- **Largura máxima: 2,60 metros;**
- **Altura máxima: 4,40 metros;**
- **Comprimento total: veículos articulados com duas unidades do tipo caminhão e reboque, máximo de 19,80 metros.**



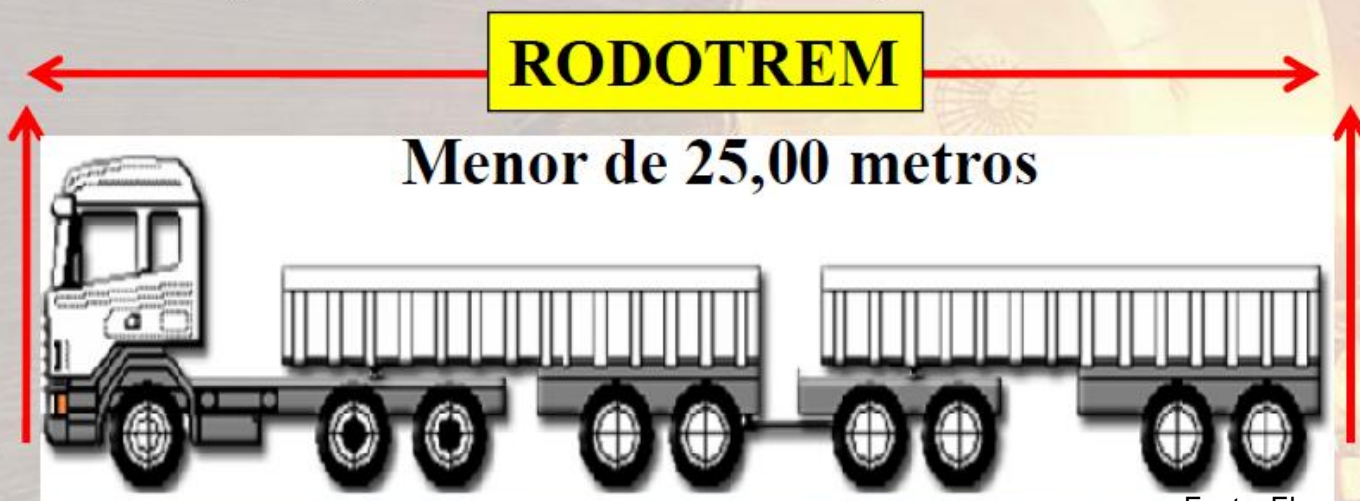
DIMENSÕES DOS VEÍCULOS

- **Largura máxima: 2,60 metros;**
- **Altura máxima: 4,40 metros;**
- **Comprimento total: veículos articulados com mais de duas unidades, máximo de 19,80 metros.**



DIMENSÕES DOS VEÍCULOS

CVC, com mais de duas unidades, incluída a unidade tratora, com peso bruto total acima de 57 Tons. e com comprimento total de até 25,00 metros, licenciados até 03 de fevereiro de 2006 – estão liberadas com autorização especial de trânsito (AET) até seu sucateamento;

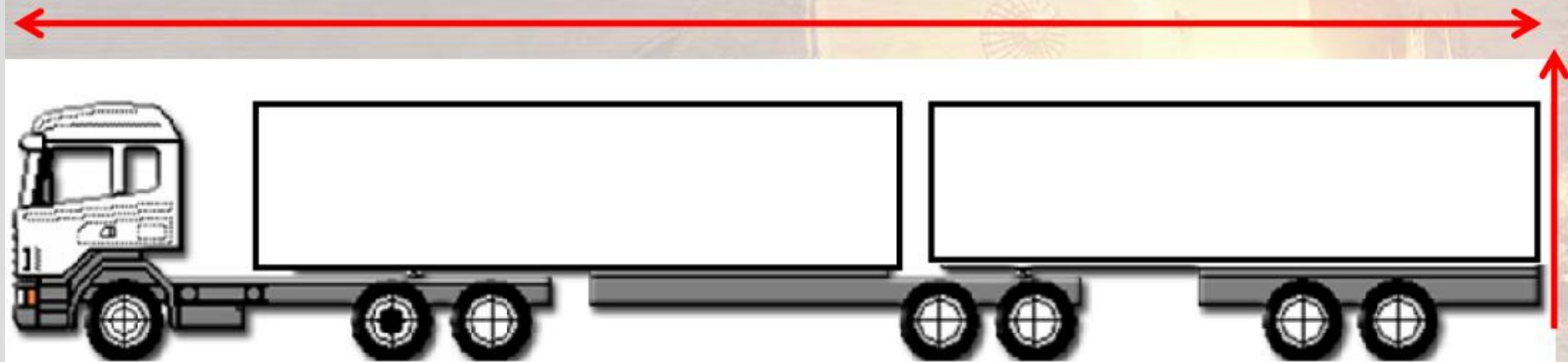


DIMENSÕES DOS VEÍCULOS

Com AET

BITRENSÃO

De 25,00 a 30,00 metros



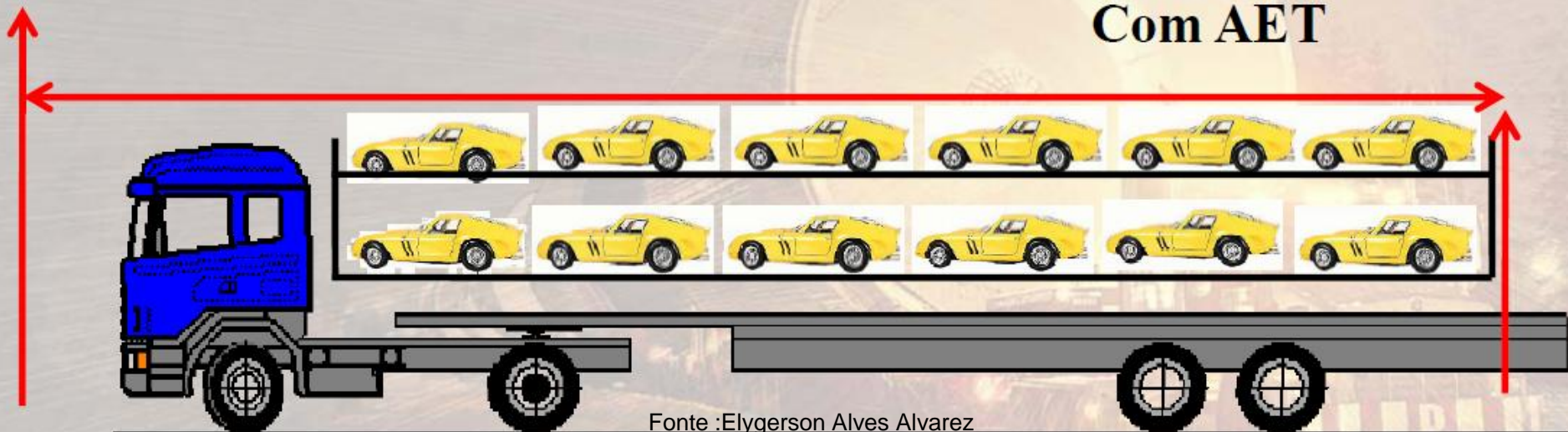
DIMENSÕES DOS VEÍCULOS

Comprimento máximo 22,40 metros

Altura Máxima
4,7 metros

CEGONHA

Com AET



Classificação de Veículos (NBR 11453):

CMT = capacidade máxima de tração = peso próprio do veículo + peso da carga + folga

PBT = peso bruto total = peso próprio do veículo + peso da carga

CMT > PBT : segurança do veículo, quanto maior o caminhão, maior a folga

Classificação de Veículos (NBR 11453):

(Parâmetro: *Capacidade Máxima de Tração (CMT)*)

- Leves: **$CMT < 10,0 \text{ ton}$**
- Médios: **$10,0 \text{ ton} \leq CMT < 20,0 \text{ ton}$**
- Semi-pesados: **$20,0 \text{ ton} \leq CMT < 30,0 \text{ ton}$**
- Pesados: **$30,0 \text{ ton} \leq CMT < 40,0 \text{ ton}$**
- Extra-pesados: **$CMT \geq 40,0 \text{ ton}$**

Peso Bruto Total – PBT

- **Valor estabelecido pela legislação (Lei da Balança)**
- **Varia conforme a classificação do veículo (leve, médio, pesado...)**

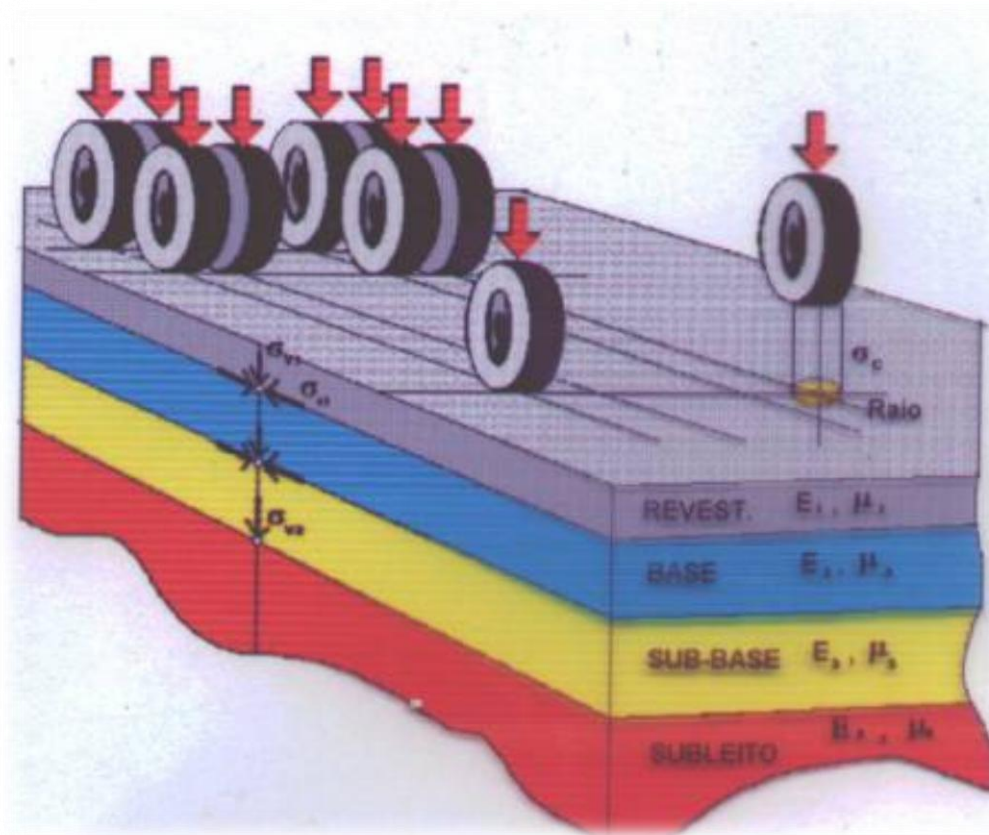
Configuração de Eixos (Lei da Balança – limites máximos de peso consultar www.setcergs.com.br ou www.gava.com.br):

- **2 eixos (simples)**
 - eixo dianteiro: 6 ton
 - eixo traseiro: 10 ton
 - máx PBT: 16 ton
- **3 eixos (simples)**
- **3, 4, 5 ou 6 eixos (articulado c/ semi-reboque)**
- **4, 5 ou 6 eixos (articulado c/ reboque)**
- **7 ou 9 eixos (bi-articulado c/ semi-reboque)**

GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

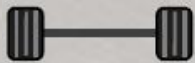
Pavimento do Ponto de Vista Estrutural e Funcional

As camadas de **base, sub-base e reforço do subleito** são de grande importância estrutural.



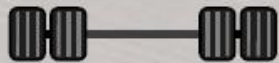
GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

LIMITES DE PESO DOS VEÍCULOS



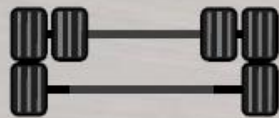
Eixo simples direcional

→ 6 t



Eixo simples rodagem dupla

→ 10 t



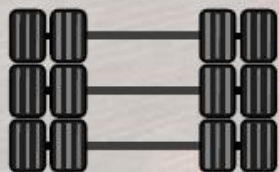
Eixo tribus

→ 13,5 t



Eixo trucado

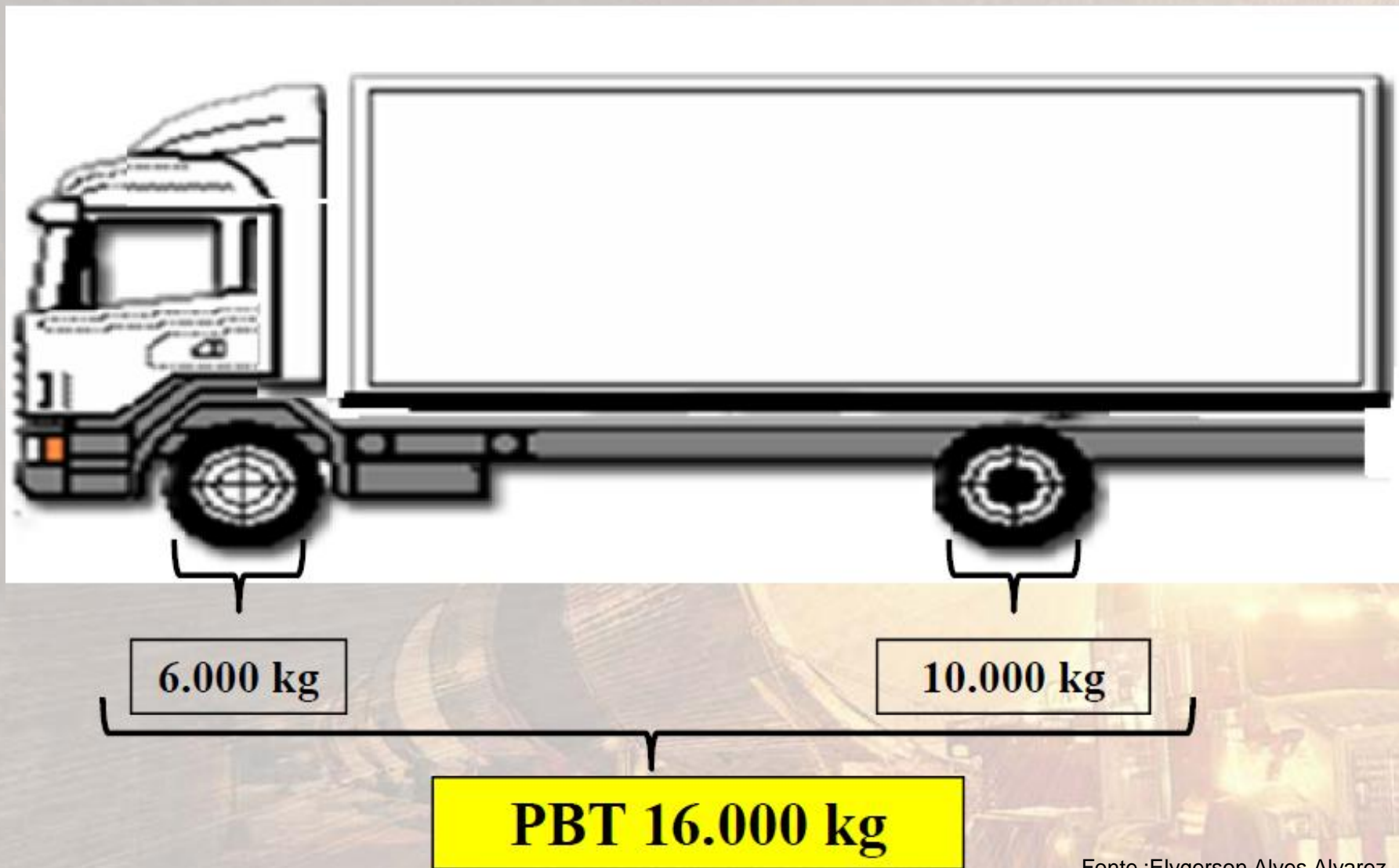
→ 17 t



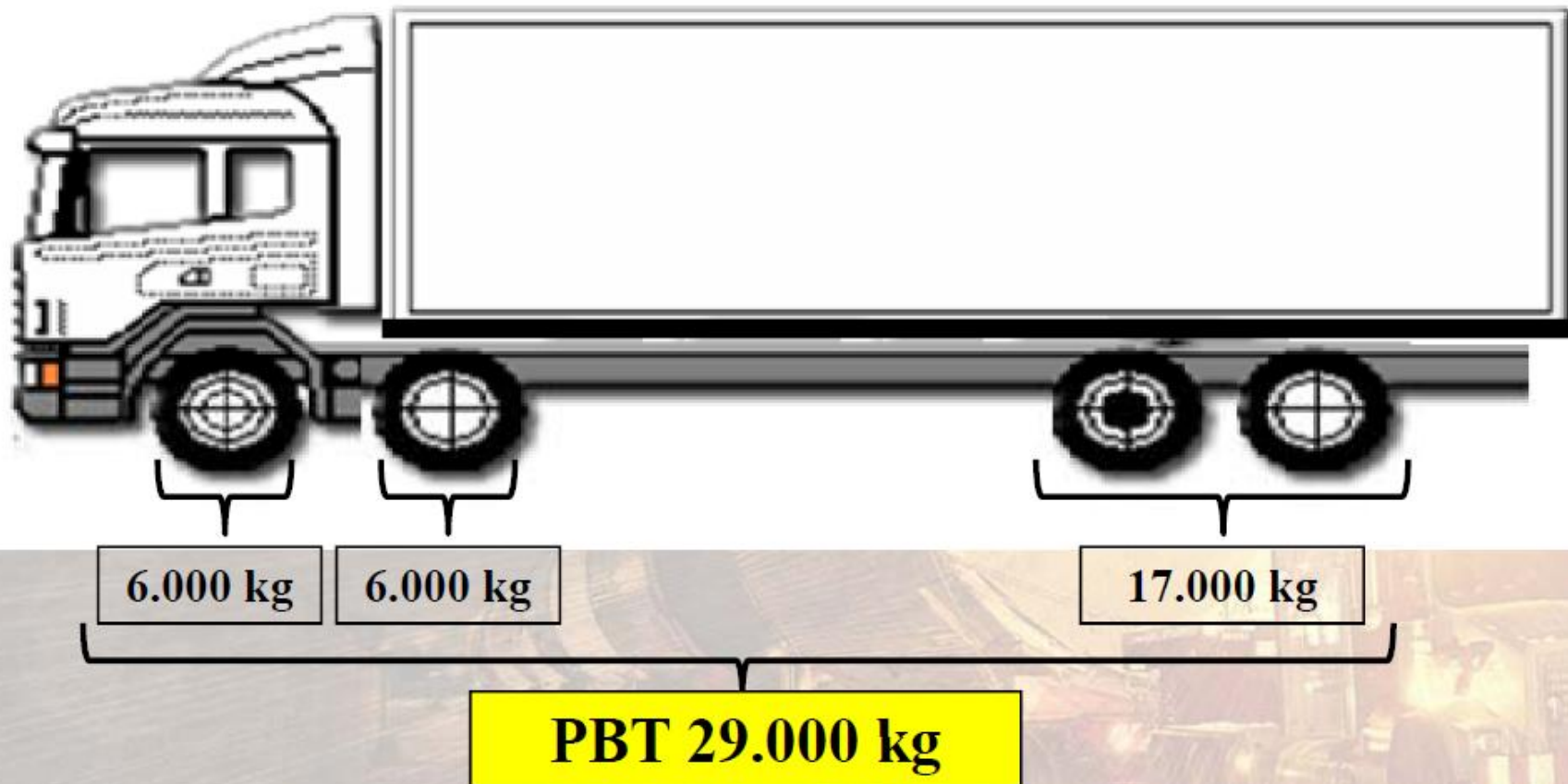
Eixo triplo

→ 25,5 t

LIMITES DE PESO DOS VEÍCULOS



Limites de Peso dos Veículos



Limites de Peso dos Veículos

Capacidade por Eixo



PBTC legal

6.000 kg

10.000 kg






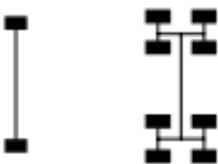
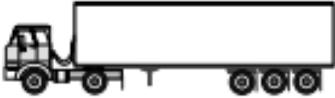


25.500 kg

41.500 kg

GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

✓ Características dos Veículos

Considerar-se-ão eixos em **TANDEM** dois ou mais eixos que constituam um **conjunto integral de suspensão**, podendo qualquer deles ser ou não motriz.

Tipo de eixo	Limite legal (por eixo)	Configuração
Simplex – rodas simples Ex.: caminhões leves 	6,0 t	
Simplex – rodas duplas Ex.: caminhões médios 	10,0 t	
Tandem duplo Ex.: caminhões pesados 	17,0 t	
Tandem triplo Ex.: semi-reboque  Usual: Tandem duplo modificado com eixo retrátil à frente ou atrás.	25,5 t	
Outras combinações Ex.: reboques e semi-reboques 		

Configuração dos Veículos (compartimento de carga)

- **Carga seca (carroceria aberta)**
- **Carga seca (furgão)**
- ***Sider (carroceria com lateral móvel)***
- **Furgão isotérmico**
- **Furgão frigorífico**
- **Basculantes**
- **Tanques (líquidos e gases)**
- **Tipos especiais**

GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Configuração dos Veículos

Carga seca (carroceria aberta)



Caminhão leve – Mercedes Benz ´ - Veículo rígido com 2 eixos
MB L-710 7 toneladas e 110 CV

GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Configuração dos Veículos

Carga seca (furgão)



MB L-914 (9 ton, 140CV)

GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Configuração dos Veículos

Sider



124 H 380

Veículo articulado = cavalo mecânico ou veículo trator (Volvo, Mercedes, Scania) + semi-reboque (Delara, Marcopolo). O semi-reboque não tem eixo dianteiro, tem que ficar apoiado, e não é trator, é só puxado. Abertura lateral e superior

GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Configuração dos Veículos

Furgão Frigorífico



VW 15 220 - 3 eixo o PBT sobe para 23 ton
15 220 = 15 PBT e 220CV

GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Configuração dos Veículos

Basculantes

Lateral



Traseiro



GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Configuração dos Veículos

Tanques (líquidos e gases)



Bi-trem = veículo trator com 3 eixos + 2 semi-reboques

GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Configuração dos Veículos

Tipos especiais



Treminhão canavieiro (veículo rígido + 2 reboques)

**Caminhão-betoneira (concreto) –
veículo rígido de 3 eixos**



GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Equipamentos Complementares



Guindaste

Plataforma elevatória



Escolha de Veículos e Equipamentos - características da carga:

- **Tipo (geral, granéis, etc..)**
- **Peso específico (kg/m³) ou unitário**
- **Volume**
- **Fragilidade**
- **Tipo de embalagem**
- **Limite de empilhamento**

Escolha de Veículos e Equipamentos - características da carga:

- **Unitização**
- **Temperatura**
- **Nível de umidade**
- **Prazo de validade**
- **Legislação**

Escolha de Veículos e Equipamentos - características do transporte:

- **Identificação dos pontos de origem e destino**
- **Demanda e frequência de atendimento**
- **Sistemas de carga/descarga**
- **Janelas de tempo**
- **Tempo de carga e descarga**

Escolha de Veículos e Equipamentos - características dos roteiros:

- **Distância entre pontos de origem e destino**
- **Tipo de estrada (pavimento e tráfego)**
- **Topografia**
- **Pesos máximos permitidos**
- **Legislação de trânsito (veículos c/ características especiais)**
- **Distância máxima entre pontos de abastecimento, assistência técnica, etc...**

Escolha de Veículos e Equipamentos - características dos veículos:

- **Relação peso/potência (CMT e PBT)**
- **Torque**
- **Tipo de tração (4x2, 4x4, 6x4)**
- **Relação de transmissão**
- **Tipo de pneumático**
- **Manobrabilidade (cabine avançada ou não)**
- **Tipo de cabine (simples ou leito)**

Escolha de Veículos e Equipamentos - características dos veículos:

- **Tipo de composição (simples, articulado, bi-articulado, reboque)**
- **Entreeixos (distância entre eixos frontais)**
- **Capacidade de subida em rampas**
- **Peso Bruto Total e Capacidade Máxima de Tração**
- **Círculo de viragem (quanto espaço precisa para virar)**
- **Tipo de suspensão**
- **Autonomia (quantos quilômetros sem abastecer)**

Dimensionamento de frotas

- Capacidade de carga dos veículos;
- Tempo de ciclo: (deslocamento+parada)

$$T_c = (\bar{T}_d + \sigma_d) + (\bar{T}_p + \sigma_p) \leq \text{Jornada de trabalho máxima}$$

GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Dimensionamento da Frota para uma demanda conhecida



Para realizar o dimensionamento da frota, aconselha-se os seguintes procedimentos:

- x determinar a demanda mensal da carga;
- x fixar os dias de trabalho / mês e as horas de trabalho / dia;
- x verificar as rotas a serem utilizadas, analisando aclives, condições de tráfego, rugosidade da pista, tipo de estrada (asfaltada, de terra, cascalhada), etc.;
- x com dados sobre as rotas, determinar a velocidade de cruzeiro no percurso;
- x determinar os tempo de carga, descarga, espera, refeição e descanso do motorista, etc.;
- x analisar as especificações técnicas de cada modelo de veículo disponível na praça, a fim de determinar o que melhor atende às exigências necessárias para o transporte desejado;
- x identificar a capacidade de carga útil do veículo escolhido;
- x calcular o número de viagens / mês possíveis de serem realizadas por cada veículo;
- x determinar o número de toneladas transportadas por veículo

GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Exemplo de Dimensionamento da Frota

Uma empresa deseja saber o número de veículos necessários (frota homogênea) e a quilometragem média mensal que cada veículo terá que percorrer para atender o volume de carga mensal a ser transportada. O equipamento a ser utilizado é um semi-reboque graneleiro.

Dados:

○ do veículo

- ✓ peso do chassi: 5.400 kg;
- ✓ peso bruto total do veículo: 35.000 kg;
- ✓ peso do semi-reboque ou reboque: 7.250 kg;
- ✓ peso de outros equipamentos: 350 kg;
- ✓ velocidade operacional igual a 55 km / h na ida e 70 km / h na volta.



○ da carga

- ✓ tipo de carga a ser transportada: soja ;
- ✓ peso específico da carga quando granel: 750 kg / m³;
- ✓ carga mensal a ser transportada: 3.900 t / mês.



○ Operacionais

- ✓ tempo de carga e descarga: 85 min. na ida e 0 na volta;
- ✓ distância a ser percorrida: 414 km na ida e 430 na volta;
- ✓ jornada útil de um dia de trabalho: 8 horas;
- ✓ número de turnos de trabalho por dia: 2;
- ✓ número de dias úteis de trabalho por mês: 25 dias / mês;
- ✓ número de dias previstos para manutenção por mês: 2 dias / mês



GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Exemplo de Dimensionamento da Frota

Cálculo do peso total do veículo (tara): É a soma dos itens: peso do chassi + peso da carroceria sobrechassi + peso do semi-reboque ou reboque + peso de outros equipamentos.

$$\text{Peso total do veículo} = 5.400 + 0 + 7.250 + 350 = 13.000 \text{ kg}$$

Cálculo da carga útil do veículo (lotação): É a diferença entre o peso bruto total do veículo e a tara.

$$\text{Carga útil} = 35.000 - 13.000 = 22.000 \text{ kg}$$

Cálculo do número de viagens mensais necessárias: É a divisão da carga mensal a ser transportada num sentido, pela lotação de um veículo.

$$\text{Número de viagens mensais} = \frac{3.900.000}{22.000} = \frac{177,27}{\text{viagens/mês}} \quad (\text{da frota homogênea})$$

GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Exemplo de Dimensionamento da Frota

Cálculo do tempo de viagem:

- Primeiramente, calcula-se o tempo de viagem de ida. É a divisão da distância a ser percorrida na ida pela velocidade operacional do veículo no percurso de ida.

$$\text{Tempo de viagem de ida} = (414/55) \times 60 = 452 \text{ min.}$$

- Após, calcula-se o tempo de viagem de volta. É a divisão da distância a ser percorrida na volta pela velocidade operacional do veículo no percurso de volta.

$$\text{Tempo de viagem de volta} = (430/70) \times 60 = 369 \text{ min.}$$

- O tempo total de viagem é a soma do tempo de ida + o tempo de volta + o tempo de carga e descarga na ida + o tempo de carga e descarga na volta.

$$\text{Tempo total de viagem} = 452 + 369 + 85 + 0 = 906 \text{ min.}$$

- **Cálculo do tempo diário de operação:** É o produto obtido multiplicando-se a jornada útil de um dia de trabalho pelo número de turnos de trabalho por dia.

$$\text{Tempo diário de operação} = 8 \times 2 \times 60 = 960 \text{ min. (operação efetiva)}$$

GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Exemplo de Dimensionamento da Frota

Cálculo do número de viagens de um veículo por dia: É a divisão do tempo diário de operação pelo tempo total de viagem.

$$\text{Número de viagens de um veículo por dia} = 960 / 906 = 1,05 \text{ viagens / dia}$$

Cálculo do número de viagens de um veículo por mês:

- Primeiramente, calcula-se o número de dias de operação do veículo por mês. É igual a diferença entre o número de dias úteis de trabalho e o número de dias previstos para manutenção.

$$\text{Número de dias de operação / mês} = 25 - 2 = 23 \text{ dias}$$

- Depois, multiplica-se este resultado pelo número de viagens que cada veículo realiza/dia.

$$\text{Número de viagens de um veículo por mês} = 23 \times 1,05 = 24,15 \text{ viagens / mês}$$

Cálculo do número de veículos necessários na frota: É o resultado da divisão do número de viagens mensais necessárias pelo número de viagens de um veículo por mês.

$$\text{Quantidade de veículos} = 177,27 / 24,15 = \mathbf{7,35}^*$$

* como este valor tem que ser inteiro, estabelece-se que o número de veículos é igual a **8**.

GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Exemplo de Dimensionamento da Frota

Cálculo da capacidade de transporte mensal de um veículo em um sentido: É o produto obtido multiplicando-se a lotação do veículo pelo número de viagens de um veículo por mês.

Capacidade de transporte por veículo, por sentido = $22.000 \times 24,15 = 531.300 \text{ kg/mês}$

Cálculo da capacidade de transporte mensal da frota em um sentido: É o produto obtido multiplicando-se o número de veículos necessários na frota pela capacidade de transporte mensal de um veículo em um sentido.

Capacidade de transporte mensal da frota em um sentido: $8 \times 531.300 = 4.250.400 \text{ kg}$

Cálculo da diferença entre a capacidade de transporte da frota e a carga mensal a ser transportada:

Para 8 veículos tem-se: $4.250.400 - 3.900.000 = 350.400 \text{ kg}$

Exemplo de Dimensionamento da Frota

Cálculo da quilometragem média diária de um veículo: É o produto obtido multiplicando-se a distância total a ser percorrida pelo caminhão (ida+volta) pelo número de viagens de um veículo por dia.

$$\text{Quilometragem média diária por veículo} = (414 + 430) \times 1,05 = 886,20 \text{ km}$$

Cálculo da quilometragem média mensal de um veículo: É o produto obtido multiplicando-se o número de dias de operação de um veículo no mês pela quilometragem média diária de um veículo. Esta informação é muito importante para o cálculo do custo operacional.

$$\text{Quilometragem média mensal por veículo} = 23 \times 886,20 = 20.382,60 \text{ km}$$

GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Exercício 2

Uma empresa deseja saber o número de veículos necessários (frota homogênea) e a quilometragem média mensal que cada veículo terá que percorrer para atender o volume de carga mensal a ser transportada. O equipamento a ser utilizado é um semi-reboque graneleiro.

Dados:

○ do veículo

- ✓ peso do chassi: 6.000 kg;
- ✓ capacidade bruta do veículo: 36.000 kg;
- ✓ peso do semi-reboque ou reboque: 7.000 kg;
- ✓ peso de outros equipamentos: 500 kg;
- ✓ velocidade operacional igual a 60 km / h na ida e 70 km / h na volta.



○ da carga

- ✓ tipo de carga a ser transportada: milho ;
- ✓ peso específico da carga quando granel: 800 kg / m³;
- ✓ carga mensal a ser transportada: 4.600 t / mês.



○ Operacionais

- ✓ tempo de carga e descarga: 90 min. na ida e 0 na volta;
- ✓ distância a ser percorrida: 300 km na ida e 350 km na volta;
- ✓ jornada útil de um dia de trabalho: 8 horas;
- ✓ número de turnos de trabalho por dia: 2;
- ✓ número de dias úteis de trabalho por mês: 25 dias / mês;
- ✓ número de dias previstos para manutenção por mês: 2 dias / mês



GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Exercício 3

Uma empresa de transporte rodoviário de cargas negocia uma prestação de serviço junto a uma indústria de auto-peças situada em POA. O serviço consistirá na transferência de peças produzidas pela indústria até um cliente situado em São Bernardo do Campo em SP e no sentido inverso o transporte de matéria-prima fornecida por uma indústria situada na cidade de São Paulo.

As peças remetidas no sentido POA-SBC são unitizadas em caixas de madeira cuja base corresponde a medida de um pallet de 1,10x1,10m e altura de 1,65m. Cada caixa pesa com a carga nela acondicionada 1.250kg. A carga de retorno será acomodada sobre pallets com dimensões de 1,10x1,10m, sendo que cada um pesa cerca de 50kg e acomoda 1200kg de carga.

A demanda média mensal prevista para os próximos 12 meses é de 1.500 toneladas em cada sentido.

Determinar a frota necessária para atender este serviço.

GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Dados: veículos disponíveis

Extra-pesado:

Peso do veículo trator (cavalo c/ 2 eixos): 7.485 kg

Peso do semi-reboque (sider c/ 3 eixos): 8.700 kg

Peso de outros equipamentos: 500 kg

Peso Bruto Total Combinado: 42.000 kg

Dimensões do semi-reboque: 13,360 x 2,510 x 2,630 m

Velocidade operacional:

POA – SBC → 70 km/h

SBC – SP → 50 km/h

SP – POA → 75 km/h

GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Dados: veículos disponíveis

Semi-pesado:

Peso do veículo (3 eixos): 6.310 kg

Peso carroceria sider: 2.800 kg

Peso de outros equipamentos: 350 kg

Peso Bruto Total: 22.000 kg

Dimensões da carroceria: 7,760 x 2,510 x 2,630 m

Velocidade operacional:

POA – SBC → 65 km/h

SBC – SP → 50 km/h

SP – POA → 70 km/h

GESTÃO DE FROTAS E OPERAÇÃO DO TRC

Dados operacionais

Tempo de espera e carga POA: 1,5 horas

Tempo de espera e descarga SBC: 1,0 hora

Tempo de espera e carga SP: 2,0 horas

Tempo de descarga POA: 1,5 horas

Distâncias:

POA – SBC: 1.130 km

SBC – SP: 21 km

SP – POA: 1.109 km

Jornada útil de um dia de trabalho: 12 horas

Número de dias úteis de trabalho por mês: 22 dias/mês

Dias previstos por mês para manutenção: 1 dia/veículo