



# **CUSTOS DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO**

**Prof. Hugo Yoshizaki**

HTYY



## **OBJETIVOS DO CÁLCULO DE CUSTOS NO TRANSPORTE**

- **Determinar custos do transporte:**
  - Definir preços para serviços que envolvem transporte (proposta)
  - Negociar tarifas e fretes
  - Avaliar desempenho / eficiência
- **Função de:**
  - Operações / serviços a serem realizados
  - Tipo e características do transporte

HTYY



## Tipos de operações/serviços de transporte de carga

- **Coleta**
- **Transferência**
- **Distribuição/Entrega**
  - local
  - regional
- **Origem**
- **Destino**
- **Via terminais**

- **Veículo Completo**  
Lotação ou carga direta  
(TL = *Truck Load*)
- **Carga Fracionada**  
(LTL = Less Than TruckLoad)  
Até 4000 kg  
segundo a NTC – Associação Nacional do Transporte de Carga

HTYY



## Tipos e características da Carga

- **Granéis**
  - sólidos (soja, fertilizantes, ...)
  - líquidos (suco de laranja, combustível, ...)
- **Produtos embalados**
- **Produtos perigosos**
- **Cargas industriais/grandes volumes**
- **Cargas especiais (frigorificadas, sensíveis, risco, veículos)**
- **Contêineres**
- **Cargas unitizadas**

HTYY



## Como calcular custos no Transporte?

**Quantificar / avaliar monetariamente todos os insumos e recursos**

mão-de-obra

energia

materiais

equipamentos

instalações

.....

**necessários, direta ou indiretamente, para realizar determinado serviço, atividade ou operação**

HTYY



## Como são determinados / estimados custos do TRC ?

- **A partir de apropriação de despesas e custos realizados**
  - requer sistema eficiente de apontamento e controle de despesas
  - depende de frota própria - como ficam serviços terceirizados ?
  - algumas despesas mais difíceis de apropriar e alocar
  - não contempla itens de custo que não configuram despesas
  - requer *benchmarking* para verificar eficiência
  - de acordo com as especificidades da empresa
  - .....
- **Composição de custos**
  - metodologia de custo padrão
  - índices unitários de consumo / utilização (litros / km, km por pneu, etc.)
  - preços unitários (\$/litro, \$/pneu, \$ / mês correspondente ao salário do motorista)

HTYY



## COV - Custos variáveis

- **Componentes** (função da km percorrida) :
  - Combustível
  - Óleos
  - Lavagem
  - Rodagem (pneus e câmaras)
  - Manutenção (MO e peças)
- **Como podem ser estimados ?**
  - Acompanhamento de dados históricos
    - » tipo/tamanho/modelo de veículo
    - » tipo de utilização: rota, condição de uso, rodovia x via urbana
    - » idade
  - Índices publicados em planilhas de custo de revistas especializadas
    - » representam situações médias e mais prováveis de uso dos veículos  
(exemplo: veículo pesado em percurso rodoviário de média / longa distância)

HTYY



## Custos variáveis

Item de custo	Cálculo (\$/km)
Combustível	consumo (l/km) x preço unitário (\$/l)
Óleo de cárter (motor)	[quantidade (litros) / intervalo entre trocas (km)] * preço unitário (\$/l)
Óleo de câmbio e diferencial	[quantidade (litros) / intervalo entre trocas (km)] * preço unitário (\$/l)
Lavagem e lubrificação	Preço lavagem (\$) / Intervalo entre lavagens (km)

HTYY



## Custos variáveis

- **Pneus e câmaras**

- número de pneus ( $N_p$ )
- número de recapagens ( $N_r$ )
- preço do pneu novo com câmara e protetor ( $P_p$ )
- preço da recapagem ( $P_r$ )
- vida útil do pneu novo ( $V_p$ )
- vida útil da recapagem ( $V_r$ )

$$\frac{(P_p + N_r * P_r)}{(V_p + N_r * V_r)} N_p$$

HTYY



## Custos de manutenção de veículos

- **Difícil de estimar: depende de diversos fatores**

- tipo/modelo de veículo
- idade do veículo (anos e km)
- condição de uso (urbano x rodoviário, tipos de via)
- manutenção realizada ao longo da vida útil (preventiva e corretiva)

- **Como é estimado ?**

- Separada em peças e acessório & mão de obra (pessoal de oficina)

- **Revistas especializadas:**

- peças e acessórios: % do preço do veículo para uma dada km
  - » 2,5% a cada 10.000 km
- Mão-de-obra : funcionários / veículo por km
  - » 0,30 funcionários a cada 10.000 km

HTYY



## Custos de manutenção de veículos

- Despesas com peças e acessórios são consideradas as vezes como custo fixo:
  - NTC adota 1,12% ao mês sobre o preço do veículo novo para peças e acessórios
  - Fabricantes de máquinas rodoviárias (Caterpillar) adotam 1% ao mês sobre o preço do veículo novo para peças e acessórios
  - Independente da quilometragem percorrida
- Segundo a NTC, despesas com pessoal de oficina também como custo fixo:

Veículo	Veículos /mecânico (n)
Caminhões pesados	3
Caminhão semipesados e médios	4
Caminhões leves/utilitários	5

HTYY



## Custos fixos do transporte rodoviário

Item de custo	Parâmetros
Depreciação do veículo	vida útil valor residual (\$)
Remuneração do capital	taxa (%)
Salário da tripulação	encargos sociais
Licenciamento	valor (\$)
Seguro do casco	% alíquota

HTYY



## COV - Custos fixos

- Depreciação do veículo
- Remuneração do capital investido no veículo
- Salário e encargos motoristas/ajudantes
- Licenciamento
- Seguro obrigatório (DPVAT)
- Seguro do casco (facultativo)
- Seguro contra danos materiais e pessoais a terceiros (facultativo)

HTYY



## Depreciação

- **Conceito**
  - deterioração/ perda de valor ao longo do tempo (uso e evolução)
  - “parcela do valor do veículo a ser reservada mensalmente durante a sua vida útil para que, ao término desse período, o usuário possa substituí-lo por um bem similar novo”
- **Depreciação Legal:** Necessidades contábeis e fiscais
  - Como a contabilização direta da compra como despesa gera um custo muito elevado no primeiro ano e muito baixo nos anos seguintes, o ativo é capitalizado e o contador vai dando baixa, como custo, de uma parcela fixa a cada ano.

HTYY



## Depreciação Operacional dos Veículos

- Desvinculada das necessidades contábeis e fiscais
- Depende de três fatores:
  - vida economicamente útil
    - » período durante o qual a sua utilização é mais vantajosa do que sua substituição por um novo bem equivalente
  - valor residual do veículo
    - » preço de mercado que o veículo alcança ao final de sua vida útil
    - » em geral expresso como uma fração do preço do veículo novo
  - método de cálculo
    - » métodos “teóricos” para representar a curva de perda de valor ao longo do tempo
    - » Método Linear

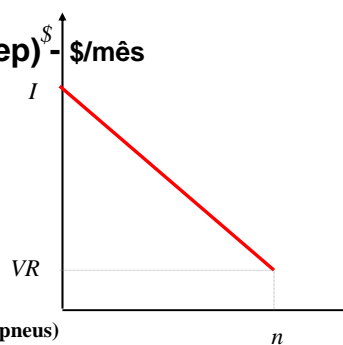
HTYY



## Depreciação Linear

- Valor da depreciação mensal (Dep) - \$/mês

$$Dep = \frac{I - VR}{12n}$$



I = investimento (preço do veículo sem pneus)  
VR = valor residual (ao final da vida útil)  
n = vida útil do veículo (anos)

- Adotado nas revistas e publicações especializadas (Transp. Moderno, Carga)
- Não depende da idade de cada veículo da frota

HTYY





## Remuneração de Capital

- **Conceito**
  - retorno ou remuneração mínima do investimento na frota
  - custo de oportunidade de capital (perder a oportunidade de realizar outro investimento)
- **Taxa de remuneração de capital  $j$  (%ao ano)**
  - No mínimo igual à taxa de retorno médio da empresa
  - Rentabilidade média dos produtos mais lucrativos
  - Mais baixas para mercado competitivo
- **Base de cálculo (valor do bem) para remuneração**  
 preço do veículo novo (\$/mês)                      valor médio do veículo (\$/mês)

$$RC = \frac{I}{12} j$$

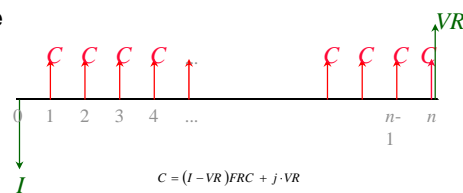
$$RC = \frac{2 + (n-1)(1+VR/I)}{24n} j$$

HTYY



## Método da equivalência financeira

- **Considera simultaneamente depreciação e remuneração de capital**



$$C = \left[ I - \frac{VR}{(1+j)^n} \right] FRC = (I - VR)FRC + j \cdot VR$$

$$FRC = \frac{j(1+j)^n}{(1+j)^n - 1}$$

FRC = fator de recuperação de capital – valor das parcelas de uma grandeza presente (Tabela Price)

HTYY



## Utilizando matemática financeira no Excel

- Valor da Depreciação mensal (Dep) - \$/mês

$$Dep = \frac{1}{12} \left( \frac{I - VR}{VU} \right)$$

- Valor da Remuneração de Capital mensal (RC) - \$/mês  
Utiliza função PGTO do Excel

$$RC = PGTO(j; 12 \cdot VU; -I; VR) - Dep$$

HTYY



## Exemplo – Custo de capital

Preço do veículo novo	I	R\$ 100.000
Vida útil	VU	5 anos
Valor residual	VR	40% do valor do novo
Parcela a depreciar	I-VR	R\$ 60.000
Depreciação Mensal	Dep Lin	R\$ 1.000 /mês

### taxa de juros j

### Custo de remuneração de capital

anual (% a.a.)	mensal (% a.m.)	I*j (R\$/mês)	$\frac{2 + (VU - 1)(1 + VR)}{24VU} j$	C - Dep Lin (R\$/mês)
10%	0,80%	797	633	581
12%	0,95%	949	760	696
14%	1,10%	1.098	887	810
16%	1,24%	1.245	1.013	923
18%	1,39%	1.389	1.140	1.036
20%	1,53%	1.531	1.267	1.148
25%	1,88%	1.877	1.583	1.426
30%	2,21%	2.210	1.900	1.699

base: veículo novo      valor médio do veículo ao longo da vida útil      parcelas mensais fluxo de caixa  
 $C = (I - VR)FRC + j \cdot VR$

HTYY



## Salário de pessoal de operação

- **Motorista + ajudantes (eventuais)**
- **Salários variam**
  - com o tipo de serviço: rodoviário, urbano, carga perigosa etc.
  - com o porte do veículo: leve, toco, truque, carreta.
  - devem sofrer acréscimo para cobrir refeições, uniformes, ...
  - Horas extras devem ser consideradas
  - Se são usados mais de um motorista (pontes rodoviárias ou operações 24 horas), eles devem ser incluídos no salário colocado na planilha

**Valor mensal: Salário x (1 + % taxa de encargos sociais/100)**

HTYY



## Licenciamento IPVA – Imposto sobre Veículos Automotores

**Alíquota anual sobre o valor de mercado do veículo**

**No caso do estado de SP, pode ser utilizada tabela de valores definida pela Secretaria da Fazenda (<http://www.ipva.com.br>)**

- **Licenciamento**

**Atualmente pequena taxa de R\$ 10,40 por ano**

**Pode ser acrescida ao IPVA para simplificar cálculos**

### ALÍQUOTAS (%)

6,0	automóveis de passeio movidos a diesel;
5,0	embarcações, aeronaves e automóveis de corrida a gasolina/diesel;
4,0	automóveis de passeio e camionetas de cabine dupla.
3,0	automóveis de passeio, de esporte, de corrida, camionetas, exceto utilitários, movidos a álcool, álcool/GNC, elétrico, gasolina/GNC e gás metano;
2,0	camionetas de carga, motocicletas, ciclomotores e similares, ônibus/microônibus e tratores;
1,5	caminhões com capacidade de carga superior a 1 tonelada.
1,0	embarcações com mais de 20 anos de fabricação.

HTYY



## Seguros

### Seguro Obrigatório

DPVAT – Danos Pessoais de Veículos Automotores  
Cobre riscos contra terceiros em acidentes  
Cobrado junto com o IPVA – valor atual R\$ 55,43

- **Seguro do Casco**

Cobre colisão, incêndio e roubo (facultativo)  
Depende de marca/ modelo/ano do veículo  
Pode chegar a 10% do valor do veículo (maioria das transportadoras não possui)  
Exige franquia

- **Seguro contra Danos Materiais e Pessoais a Terceiros (facultativo)**

Seguro de Responsabilidade Civil (SRC) Facultativo destinado a cobrir danos materiais (DM) e a complementar os danos pessoais (DP) causados a terceiros

**Não dão cobertura à carga sendo transportada**

HTYY

MB 1218 baú			
Coefficiente	Parcela de Custo	Coeffic. Aplicado a	Valor
(1-0,56) / (12x6)	Depreciação	78.668,86	477,80
0,005857	Remuneração de Capital	81.508,00	477,37
2,0207	Salário de mot/ajud./Leis sociais	600,00	1.212,42
1/12	Licenciamento	1.030,20	85,85
1/12	Seguro Obrigatório	54,36	4,53
0,54%	Seguro do casco	81.508,00	441,50
<b>Custo Fixo Mensal (\$)</b>			<b>2.699,48</b>
1,5 / 1.000.000	Manutenção	78.668,86	0,1180
6 / 260.000	Pneus, câmaras e recapagens	594,14	0,0137
1 / 3,50	Combustível	0,77	0,2191
15,0 / 10.000	Óleo do carter	4,09	0,0061
10,25 / 20.000	Óleo câmbio e diferencial	5,00	0,0026
1 / 20.000	Lavagens e graxas	85,00	0,0213
<b>Custo Variável/Km (\$/km)</b>			<b>0,3808</b>
PMM - Percurso Médio Mensal (km)			5.000
Custo Fixo (\$/km)			0,5399
Custo Variável (\$/km)			0,3808
<b>Custo Total/Km (\$/km)</b>			<b>0,9207</b>



## Dimensionamento de Frota e Produção

- Existem vários métodos, conforme o tipo de problema.
- Para alguns deles, um dado básico é a **Produção** de um veículo para uma viagem na rota em questão.
- O cálculo da Produção é feito em função de premissas (médias históricas):
  - Tempos de carregamento e descarga
  - Velocidade média no percurso
  - Motoristas designados por veículo
  - Horas disponíveis por motoristas
  - Horas úteis (efetivamente disponíveis)
    - » Descontar tempos de paradas técnicas (por exemplo, reabastecimento, manutenção corretiva) e necessidades higiênicas do motorista
  - Dias de trabalho no mês
- Ver exemplos a seguir


Fonte: Douglas Tacla 2003


HTYY



### Produção de Carreta Estrada

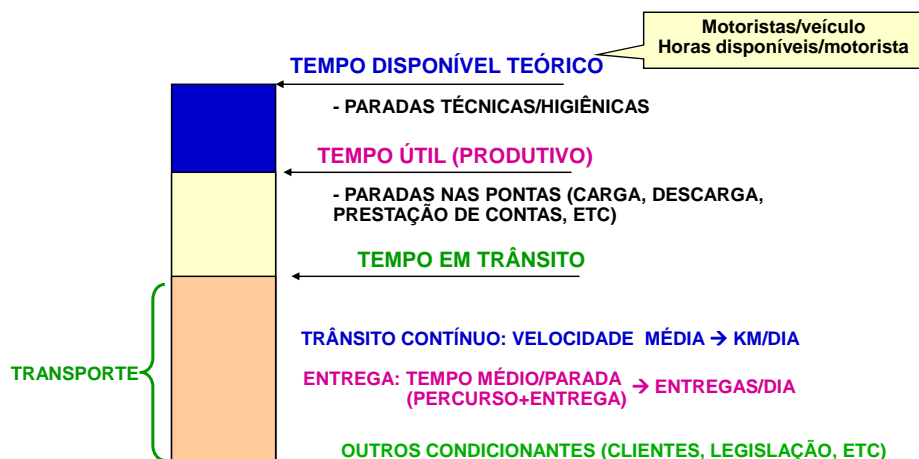
Premissa/Cálculo da capacidade de produção por veículo			Un.	Observação
1	Tempo médio total por operação de carregamento	2	h	Inclui todos os processos administrativos, burocráticos e de operação
2	Velocidade média (já ajustada para a operação em estudo)	58	km/h	Média considerada para percursos com trechos urbanos e rodoviários
3	Tempo médio total por operação de descarga	2	H	Inclui todos os processos administrativos, burocráticos e de operação
4	Número de operações de carga ou descarga realizadas por dia	1	un	A característica dessas operações e distâncias envolvidas, geram (via de regra) carga no dia e descarga no dia seguinte
5	Motoristas por veículo	1	un	Não há substituição de motoristas durante a viagem, nem produção nos períodos noturnos
6	Horas disponíveis por motorista por dia de trabalho (art. 62 da CLT)	12	h	legislação brasileira vigente e pertinente
7	Horas úteis (efetivamente produtivas em operação de carga /transporte/descarga)	10	h	Descontados tempos para paradas técnicas e alimentação do motorista
8	Horas efetivamente em operação de transporte (rodando)	8	h	Além de descontados os tempos para paradas técnicas e alimentação do motorista, as operação de carga ou descarga
9	Capacidade de produção por motorista por dia de trabalho	464	km	Cálculo com base nas premissas apresentadas
10	Dias de trabalho no mês	26	Un	Uma folga semanal
Capacidade de Produção por veículo mês			<b>12.064 Km</b>	

 <div> <b>Produção de Caminhão Truck Entrega Direta Urbana</b> </div>	Premissa/Cálculo da capacidade de produção por veículo		Un.	Observação
	1	Tempo médio total por operação de carregamento	2 h	Inclui todos os processos administrativos, burocráticos e de operação
	2	Velocidade média (já ajustada para a operação em estudo)	45 km/h	Média considerada para percursos com trechos urbanos e rodoviários
	3	Tempo médio total por operação de descarga	4 H	Inclui todos os processos administrativos, burocráticos e de operação
	4	Número de operações de carga ou descarga realizadas por dia	1 un	A característica dessas operações e distâncias envolvidas, geram (via de regra) carga no dia e descarga no dia seguinte
	5	Motoristas por veículo	1 un	Não há substituição de motoristas durante a viagem, nem produção nos períodos noturnos
	6	Horas disponíveis por motorista por dia de trabalho (art. 62 da CLT)	12 h	legislação brasileira vigente e pertinente
	7	Horas úteis (efetivamente produtivas em operação de carga /transporte/descarga)	11 h	Descontados tempos para paradas técnicas e alimentação do motorista
	8	Horas efetivamente em operação de transporte (rodando)	5 h	Além de descontados os tempos para paradas técnicas e alimentação do motorista, as operação de carga ou descarga
	9	Capacidade de produção por motorista por dia de trabalho	225 km	Cálculo com base nas premissas apresentadas
	10	Dias de trabalho no mês	26 Un	Uma folga semanal
Capacidade de Produção por veículo mês			<b>5. 850 Km</b>	

 <div> <b>Produção de Caminhão Toco Rota Urbana</b> </div>	Premissa/Cálculo da capacidade de produção por veículo		Un.	Observação
	1	Tempo médio total por operação de carregamento e prestação de contas na volta	2 h	Inclui todos os processos administrativos, burocráticos e de operação
	2	Velocidade média até zona de entrega	30 km/h	Média considerada para percursos com trechos urbanos e rodoviários (distância média ida 15 km)
	3	Tempo médio total por operação de entrega/coleta individual	0,4 h	Inclui todos os processos de entrega/coleta no cliente e percurso entre paradas
	4	Número de operações de entrega ou coleta realizadas por dia	20 un	É função do tempo disponível para entrega/coleta na zona do veículo
	5	Motoristas por veículo	1 un	Não há substituição de motoristas durante a viagem, nem produção nos períodos noturnos
	6	Horas disponíveis por motorista por dia de trabalho (art. 62 da CLT)	12 h	legislação brasileira vigente e pertinente
	7	Horas úteis (efetivamente produtivas em operação de carga /transporte/descarga)	11 h	Descontados tempos para paradas técnicas e alimentação do motorista
	8	Horas efetivamente em operação de entrega (rodando)	9 h	Além de descontados os tempos para paradas técnicas e alimentação do motorista, as operação de carga ou descarga
	9	Capacidade de produção por motorista por dia de trabalho	70 km	Cálculo com base nas premissas apresentadas
	10	Dias de trabalho no mês	26 Un	Uma folga semanal
Capacidade de Produção por veículo mês			<b>1.820 Km 520 visitas</b>	



## Produção diária de veículo



HTYY



## Método 1 - Produção

$$N_{\text{ciclo}} = \text{Produção} / \text{Dist-VR}$$

$N_{\text{ciclo}}$ : Número de viagens redondas (ciclos/mês)

Produção: km mensal/veículo

Dist-VR: Distância da viagem redonda (km/ciclo)

$$N_{\text{veic}} = \text{DEM} / (N_{\text{ciclo}} * \text{Carga-líquida})$$

$N_{\text{veic}}$ : Número de veículos na frota

DEM: Demanda no mês (volume em t, m3, palete, cx, etc)

Carga-líquida: carga líquida por viagem (volume/viagem)

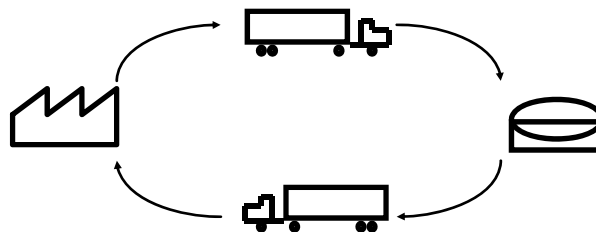
Fonte: Douglas Tacla 2003

HTYY



## Método 2 - Frequência

- tempo de viagem redonda (ciclo), frequência de chegadas e tamanho da frota
- serve quando frequência é **elevada**
- fácil de adaptar a outras situações



HTYY



## Tempo de ciclo

- $TC = T_{\text{parado}} + T_{\text{em trânsito}}$ 
  - Tempo parado: composto por
    - » tempos de fila (carga e descarga)
    - » tempos de carga e descarga (operação)
  - Tempo em trânsito: composto por
    - » tempo de viagem carregado
    - » tempo de viagem descarregado
  - Unidade: tempo/ciclo (h/viagem, min/viagem, etc)

HTYY





## Dimensionamento (2)

- Calcular frota teórica por:

$$N_{\text{veic}} = TC / \text{Freq}$$

Freq: frequência (tempo entre veículos consecutivos)

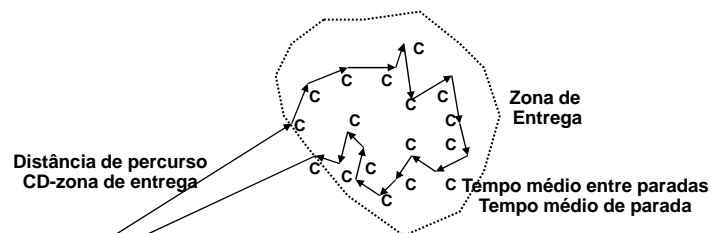
- Dar margens adequadas
- Se frequência for pequena, usar grade horária ou Produção.

HTYY



## Método 3 - Roteiros

- Entrega ou coleta pulverizada



$$\text{Produção} = \text{Entregas/Veículo.período}$$

$$N_{\text{veic}} = (\text{Visitas/período}) / \text{Produção}$$

HTYY