

### 3

## Conceito de Custos no Processo Logístico

O objetivo deste capítulo é o de fornecer uma visão ampla dos principais tipos de custos, oferecendo uma metodologia de cálculo de custos de utilização dos equipamentos logísticos, identificar os custos que afetam diretamente esses equipamentos e as equações matemáticas para qualificação dos mesmos. Essa base de conhecimento torna-se necessária para a aplicação desenvolvida no Capítulo 4.

### 3.1.

#### Introdução

O objetivo da gestão da cadeia de suprimentos é ser eficiente e eficaz em relação aos custos ao longo de todo o sistema: os custos do transporte e da distribuição, os custos dos estoques de matérias-primas, custos de estoque em processamento e de produtos acabados devem ser minimizados. Desta maneira, a ênfase não está somente em diminuir os custos de transporte e reduzir estoques, mas, especialmente, em buscar uma abordagem sistêmica no gerenciamento da cadeia de suprimentos.

A estrutura da contabilidade em uso hoje confia em métodos pouco precisos para a alocação de custos indiretos, que podem distorcer a lucratividade por clientes ou por produtos. Uma vez que o gerenciamento logístico é um conceito orientado para o fluxo dentro da cadeia com o objetivo de integrar recursos ao longo da mesma (de fornecedores até os clientes finais), é desejável que se encontre um meio de avaliar os custos e o desempenho de maneira mais realística.

Segundo Lima (2000), um exemplo bem simples da falta de informação dos dados contábeis para a logística são os próprios planos de conta: os custos dos fretes referentes ao suprimento fazem parte do custo do produto (mercadoria) vendido. Esses, talvez, não façam muita diferença dependendo do ramo de atividade da empresa, mas os custos associados à distribuição devem ser levados em conta, pois qualquer decréscimo nos mesmos é de grande importância para o custeio logístico.

Acerca do problema de informações contábeis direcionadas à logística pode-se recorrer a Christopher (2002):

(...) torna-se evidente que o problema do desenvolvimento de um sistema adequado de custeio orientado para a logística é principalmente uma questão de enfoque. Este problema resume-se na capacidade de focalizar os resultados dos sistemas de distribuição, que em essência tratem do fornecimento de serviço ao cliente, e também identificar os custos específicos associados a estes resultados. Os métodos tradicionais de contabilidade não possuem este enfoque. (p.60)

Segundo Novaes (1989), os problemas típicos de logística são de natureza multidisciplinar. Usualmente, envolvem aspectos ligados a várias dentre as seguintes áreas técnicas:

- (1) Análise, planejamento e operação de sistemas de transportes.
- (2) **Economia de transportes**, (grifo nosso).
- (3) Análise, planejamento e projeto de instalações fixas de transferência e armazenagem (armazéns, depósitos, pátios etc.)
- (4) Movimentação interna de materiais.
- (5) Economia da localização (unidades industriais, pontos de transferência e armazenagem etc.).
- (6) Pesquisa Operacional (modelos, métodos de otimização, estoques).
- (7) Informática, envolvendo “hardware”... e “software”.
- (8) Administração industrial e de transporte.

O tratamento dado ao problema logístico de determinação dos custos de transporte, e o desenvolvimento dos modelos quantitativos para renovação de equipamentos logísticos são predominantemente analíticos, sendo apenas uma das soluções utilizada para a solução do problema real.

### 3.2.

#### Terminologia Contábil em Custos

Nesta dissertação será utilizada a terminologia contábil que é comum na maioria das obras, para facilitar o entendimento via definições específicas, no sentido de permitir a uniformização dos termos.

#### 3.2.1.

##### O Conceito de Gasto

O gasto significa que a entidade renuncia a um ativo para obter um bem, produto ou serviço. Está caracterizado pela entrega ou a promessa de entrega de bens ou de direitos da entidade para que ela obtenha o que deseja.

Concretiza-se no momento em que os bens, produtos ou serviços adquiridos são prestados, ou se tornam propriedade da empresa.

De acordo com Martins (2001), tem-se a seguinte significação para gastos:

(...) **Gasto** – Sacrifício financeiro com que a entidade arca para a obtenção de um produto ou serviço qualquer, sacrifício esse representado por entrega ou promessa de entrega de ativos (normalmente dinheiro). (p.25).

Com base na definição acima, cita-se como exemplos de gastos, os seguintes: gastos com mão-de-obra, gastos com aquisição de mercadorias para revenda, gastos com aquisição de matéria-prima para transformação, gastos com aluguéis de instalações, etc...

Para Horngren et al. (2000), a definição de gastos envolve:

**Gastos ativados** são primeiramente registrados como ativos. Parte-se do pressuposto de que estes gastos trarão benefícios futuros para a empresa (...) (p.26).

**Gastos não-ativados** são registrados como despesas do período no qual são incorridos. Exemplo são os salários do pessoal de marketing e o aluguel mensal do escritório (...) (p.26).

Com base na definição supra, pode-se dizer que os gastos ativados são contabilizados como um ativo para posterior aplicação na fabricação ou produção de um bem, produto ou serviço, como por exemplo, as peças de reposição, pneus, câmaras, etc..., para veículos de transporte que ainda não foram utilizados nos mesmos, permanecendo em estoque até o momento de seu uso. Os gastos não ativados são considerados como despesas, isto é, representam desembolsos que não estão relacionados diretamente com a produção, ou seja, qualquer gasto que não passe pela fase de “ativação” (entrada em estoque), antes de sua utilização no processo de produção.

### 3.2.2.

#### O Conceito de Desembolso

O desembolso é o efetivo pagamento pela aquisição de um bem, produto ou serviço pela entidade, podendo ou não ocorrer concomitantemente com o gasto, sendo, neste caso, caracterizado com um pagamento à vista ou após este, como um pagamento a prazo.

De acordo com Martins (2001), tem-se o seguinte conceito para desembolso:

(...) **Desembolso** – Pagamento resultante da aquisição do bem ou serviço. Pode ocorrer antes, durante ou após a entrada da utilidade comprada, portanto defasada ou não do momento do gasto. (p.26).

De acordo com Viceconti e Neves (1998) desembolso significa:

Pagamento resultante da aquisição de um bem ou serviço. Pode ocorrer concomitantemente com o gasto (pagamento à vista) ou depois deste (pagamento a prazo). (p.11).

### 3.2.3.

#### Os Tipos de Gastos

Os gastos, de maneira sucinta, podem ser classificados em três tipos: investimentos, custos e despesas. Discorre-se a seguir sobre a diferenciação prática entre as três definições:

### 3.2.3.1.

#### **Investimento**

É sempre um gasto com a finalidade de se adquirir algo que se incorporará ao patrimônio da entidade, seja em função de sua vida útil ou de benefícios que a entidade poderá usufruir em períodos futuros.

De acordo com Martins (2001), tem-se a seguinte terminologia para gastos:

(...) **Investimento** – Pagamento resultante da aquisição do bem ou serviço. Pode ocorrer antes, durante ou após a entrada da utilidade comprada, portanto defasada ou não do momento do gasto. (p.25).

Para Horngren et al. (2000), a definição de investimento é a seguinte:

**Investimentos** são aqueles gastos ativados associados a qualquer aspecto do negócio que não seja estoque. (p.27).

### 3.2.3.2.

#### **Custo**

Está associado a uma aquisição que será utilizada na produção de outros bens, produtos ou serviços. Pode-se dizer que é um gasto relacionado com a produção propriamente dita.

De acordo com Martins (2001), tem-se a seguinte terminologia para gastos:

(...) **Custo** – Gasto relativo a bem ou serviço utilizado na produção de outros bens ou serviços.

Para Horngren et al. (2000), a definição de custo é a seguinte:

**Custos** são aqueles gastos ativados associados à compra de mercadorias para revenda (no caso de empresas comerciais) ou associados à aquisição e conversão de matérias-primas para a venda (no caso de empresas produtoras). (p.27).

Vê-se naturalmente que o custo se enquadra na categoria dos gastos, sendo reconhecido como tal (custo) no momento da efetiva utilização dos fatores de produção (bens e serviços), para a fabricação de um produto ou bem ou ainda a execução de um serviço. Neste caso o gasto será ativado, isto é, será lançado na contabilidade como um ativo.

Sempre que se trata da aquisição de algum tipo de material ou matéria-prima a ser consumida no processo produtivo, enquanto esta não for utilizada no processo, representa um investimento e será registrada numa conta do balanço patrimonial do ativo circulante, chamada de estoque.

Para elucidar esse conceito, descreve-se o exemplo básico de uma empresa de transporte que compre pneumáticos em grande quantidade para emprego em sua frota de veículos de transporte (atividade-fim). Quando da aquisição dos pneumáticos, esta é um gasto, que se torna um investimento (Martins, 2001) ao ser incorporado ao estoque (Horngren et al., 2000) para utilização futura, permanecendo assim por algum tempo. Em determinado momento, há necessidade de requisitá-los para emprego no processo produtivo, isto é, nos veículos de transporte; neste momento caracteriza-se como custo integrante do serviço a ser prestado.

### **3.2.3.3.**

#### **Despesa**

A despesa é um gasto com bens e serviços não utilizados nas atividades produtivas e consumidos com a finalidade de obtenção de receitas.

Na prática, nem sempre é fácil distinguir custos e despesas. Pode-se propor uma regra prática para separar as situações: todos os gastos realizados com o produto até que este esteja pronto, são custos; a partir daí, são despesas (Viceconti e Neves, 1998, p.12).

### **3.2.4.**

#### **O Conceito de Perda**

De uma maneira intuitiva, uma perda é algo relacionado com um sacrifício financeiro não voluntário, isto é, o consumo de algum bem, produto ou mesmo um serviço de maneira anormal, involuntariamente, em um espaço de tempo bem menor do que aquele esperado. “Não se confunde com a despesa (muito menos com o custo), exatamente por sua característica de anormalidade e involuntariedade”. (Martins, 2001, p.26).

No dizer de Viceconti e Neves (1998) perda é:

Um gasto não intencional decorrente de fatores externos, fortuitos ou da atividade produtiva normal da empresa. (p.13)

Para os autores supra, a distinção a ser feita é entre o que é despesa e o que é custo. Com relação aos fatores externos, os gastos são contabilizados como despesas e afetarão o resultado do exercício integralmente. Já se for o segundo caso, eles somente representarão aquela parcela dos gastos que corresponder aos bens, produtos vendidos ou serviços prestados.

### **3.3.**

#### **Os Conceitos dos Diferentes Tipos de Custos**

##### **3.3.1.**

##### **Custos Diretos e Indiretos**

Naturalmente, existe uma relação entre os custos de produção e os bens, produtos fabricados ou do serviço prestado. A questão é como saber quando eles possuem uma relação direta ou indireta com um determinado objeto de custo.

Inicialmente, pode-se dizer que um *objeto de custo* é algum bem (utiliza-se a palavra “bem” de modo lato, quer seja para designar genericamente bem, produto ou serviço), isto é, a contabilidade, para poder alocar custos relacionados, busca identificar este bem que consome os recursos produtivos.

Abeberando-se em Horngren et al. (2000), sobre o significado de um objeto de custo:

Para guiar suas decisões os gestores sempre desejam saber quanto custa determinada coisa (...) Chamamos esta “coisa” de objeto de custo. Isto significa que qualquer coisa para a qual se deseja uma mensuração de custo denominada –se custo-objeto.

O Quadro 2 fornece exemplos de diferentes objetos de custo.

Quadro 2 - Exemplos de Objetos de Custo.

<b>Objeto de Custo</b>	<b>Exemplo</b>
Produto	Um equipamento de transmissão via rádio-freqüência feito por uma Fábrica de Material de Eletrônica e Comunicações.
Serviço	O transporte de cargas e / ou de passageiros.
Projeto	Um veículo de transporte de carga especializado na coleta de resíduos hospitalares.
Atividade	Um teste para se determinar o nível de qualidade de munições, produzidas por uma fábrica de munições e explosivos.
Departamento	Um departamento que estuda os padrões de logística a serem aplicados dentro de um órgão governamental.

Fonte: Baseado em Horgren et al. (2000, p.19).

### 3.3.2.

#### Custo Direto

Custos diretos de um objeto de custo são aqueles relacionados a um determinado objeto de custo e que podem ser identificados com este de maneira economicamente viável (custo efetivo). O custo direto é medido de maneira objetiva, sendo facilmente identificável pelas unidades que consumiu no processo de produção (fabricação ou prestação) de um bem. Pode-se citar como exemplo, o custo com combustíveis e lubrificantes aplicados nos veículos de transporte.

No dizer de Horngren et al. (2000):

**Custos diretos de um objeto de custo** são os custos que estão relacionados a um determinado objeto de custo e que podem ser identificados com este de maneira economicamente viável (custo efetivo). (p.20).

Para Martins (2001), em relação a custos diretos tem-se:

(...) podemos verificar que alguns custos podem ser diretamente apropriados aos produtos, bastando haver uma medida de consumo (quilogramas de materiais consumidos, embalagens utilizadas, hora de mão-de-obra utilizada (...)). São **Custos Diretos** com relação aos produtos. (p.53)

Leone (2000) esclarece que:

Custos diretos: são os custos que podem ser identificados com o departamento ou com o produto. (p.86)

### 3.3.3.

#### **Custo Indireto**

O custo indireto é aquele em que não se tem condição de indicá-lo com precisão em relação a um determinado objeto de custo, não permitindo uma medida objetiva para sua mensuração, ou ainda pela sua irrelevância material ou pela dificuldade de sua medição. Para alocá-lo aos bens produzidos (ou prestados), utiliza-se um critério de dividir em proporção ao que foi gasto na produção (pró-rata).

Em Horngren et al. (2000), encontra-se:

**Custos indiretos de um objeto de custo** são os custos que estão relacionados a um determinado objeto de custo, mas não podem ser identificados com este de maneira economicamente viável (custo efetivo). Os custos indiretos são alocados indiretamente ao objeto de custo através de um método alocação de custo denominado rateio.(p.20)

Para Martins (2001), em relação aos custos indiretos, tem-se:

Outros realmente não oferecem condição de uma medida objetiva e qualquer tentativa de alocação tem de ser feita de maneira estimada e muitas vezes arbitrária (como o aluguel, a supervisão, as chefias, etc.). São os **Custos Indiretos** com relação aos produtos. (p.53)

Em Leone (2000), é dito:

Custos indiretos: são os custos que não podem ser, em última análise, identificados com uma unidade administrativa ou com o produto que está sendo fabricado.(p.86)

### 3.3.4.

#### **Custo Fixo**

O custo fixo é aquele em que não existe variação em relação ao volume produzido de determinado bem, isto é, ele ocorrerá independente da produção ocorrer ou não, dentro de uma certa unidade de tempo. Tome-se como exemplo uma empresa de transporte, as despesas com: aluguel, leasing, depreciação de seus veículos e sistemas de informação ocorrerá, em termos contábeis, independente de os veículos estarem transportando ou não; o aluguel das instalações ou dos centros de distribuição também ocorre independentemente de serem utilizados ou não. Na

concepção econômica, todos os custos são variáveis no longo prazo. Define Baídya et al. (1999): “O longo prazo é o período de tempo em que todos os insumos são variáveis”.(p.73)

Segundo Martins (2001):

(...) o aluguel da fábrica em certo mês é de determinado valor, independentemente de aumentos ou diminuições naquele mês do volume elaborado de produtos. Por isso o aluguel é um **Custo Fixo**. (p.54)

Para Leone (2000), a visão de custos fixos expressa:

Custos Fixos – são os custos que não variam com a atividade realizada dentro de uma faixa determinada de volume. (p.84).

Em Horngren et al. (2000), tem-se:

Um **custo fixo** é um custo que não se altera em montante apesar de alterações num direcionador de custo. (p.21)

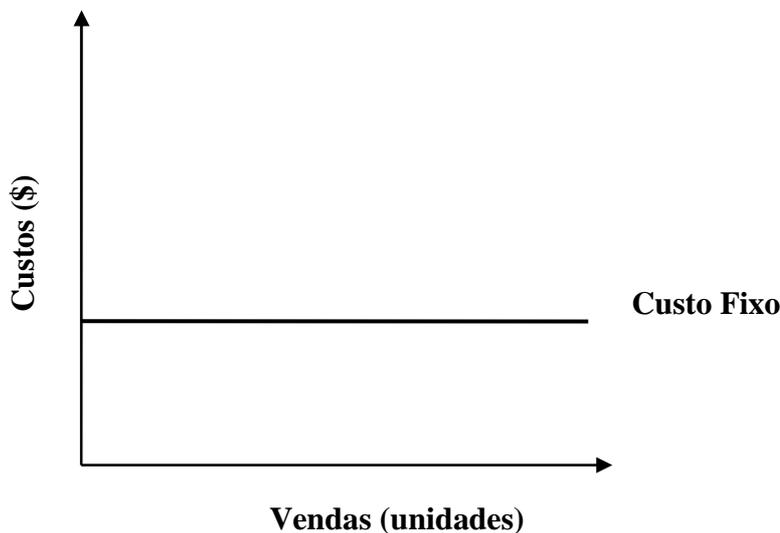
Bowersox e Closs (2001) afirmam que:

**Custos Fixos.** Custos fixos são custos que não se alteram a curto prazo e são incorridos ainda que a empresa deixe de operar (...) Essa categoria de custo inclui custos da transportadora não afetados diretamente pela quantidade de carga movimentada. (p.306)

Passaglia e Novaes (1997), salientam que os principais custos fixos envolvidos na tomada de decisão em transportes são: depreciação, remuneração do capital, salário da tripulação e respectivos encargos sociais, licenciamento anual do veículo e seguro obrigatório.

A Figura 7 mostra uma visão do comportamento do custo fixo.

Figura 7 – Comportamento do Custo Fixo em Relação ao Número de Unidades Vendidas ou Produzidas.



### 3.3.5.

#### Custo Variável

Por custo variável deve-se entender aquele que está relacionado com a produção das unidades de bens ou de serviços prestados, isto é, são aqueles que variam de acordo com o volume produzido em determinado espaço de tempo. Para empresas transportadoras, esses custos são basicamente incorridos na prestação do serviço de transporte, isto é, variam de acordo com o volume ou nível da atividade.

Segundo Martins (2001):

(...) o valor global de consumo dos materiais diretos por mês depende diretamente do volume de produção. Quanto maior for a quantidade fabricada, maior será seu consumo. Dentro (...) de uma unidade de tempo (...) o valor do custo varia (...) de acordo com o volume de produção; logo, materiais diretos são **Custos Variáveis**. (p.54).

Explica Leone (2000):

Custos Variáveis – são os custos que, dentro de determinado volume de produção, variam proporcionalmente com a atividade realizada. (p.84).

Em Horngren et al. (2000), tem-se:

Um **custo variável** é um custo que se altera em montante em proporção às alterações num direcionador de custo. (p.21).

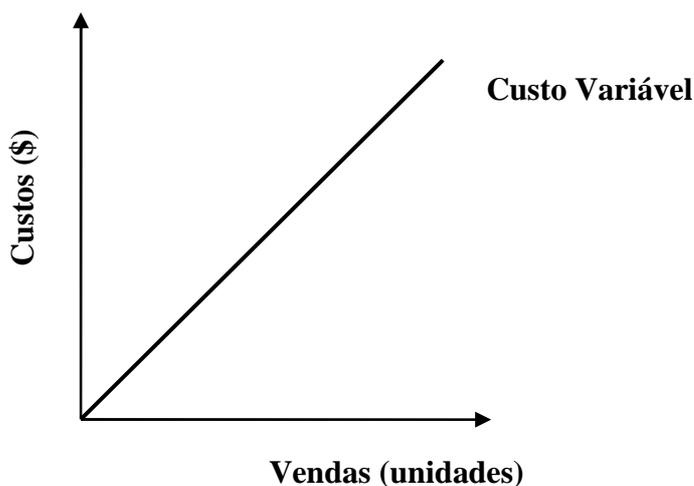
Definem Bowersox e Closs (2001):

**Custos Variáveis.** Custos variáveis são custos que se alteram de maneira direta e previsível em relação a determinado nível de atividade, em dado período (...) A categoria variável inclui os custos diretos da transportadora inerentes ao transporte de cada carga. Essas despesas são geralmente referidas como custo por quilômetro ou por unidade de peso. (p.306).

Novaes et al. (1997) salientam os principais custos variáveis envolvidos na tomada de decisão em transportes, sendo eles: combustível, óleos lubrificantes para o motor, óleos lubrificantes para a transmissão, lavagem e lubrificação; material rodante: pneus, câmaras, recapagens e protetores; peças, acessórios e material de oficina e a mão-de-obra para manutenção dos veículos.

A Figura 8 mostra uma visão do comportamento do custo variável.

Figura 8 - Comportamento do Custo Variável em Relação ao Número de Unidades Vendidas ou Produzidas.



O Quadro 3 abaixo mostra a relação de classificações simultâneas que podem ser adotada para custos diretos e indireto e variável e fixo:

Quadro 3 – Exemplos de Classificações Simultâneas entre Custos Diretos / Indiretos e Variáveis / Fixos

	Apropriação de custo ao objeto de custo		
	Tipo de Custo	Direto	Indireto
Padrão de Comportamento de Custo	Variável	Objeto de custo: Veículo de transporte. Exemplos: Combustível, lubrificantes e pneumáticos.	Objeto de custo: Veículo de transporte. Exemplo: Custo da energia elétrica utilizada na garagem ou na oficina.
	Fixo	Objeto de custo: Veículos de transporte Exemplos: Salários de motoristas e ajudantes, remuneração do capital e depreciação do equipamento.	Objeto de custo: Departamento de Marketing Exemplos: Custo do aluguel anual de carros usados pelos representantes de vendas.

Fonte: Adaptado de Horngren et al. (2000, p. 23)

### 3.3.6.

#### Custo Médio

É o custo oriundo de cada um dos custos (fixo e variável) em relação à quantidade produzida de um determinado bem.

No dizer de Baídyá et al. (1999):

(...) custos médios, que nada mais são do que cada um dos custos (fixo e variável) divididos pela quantidade envolvida do produto final. (p.70).

$$CFM(q) = \frac{CF}{q} \quad \text{eq. (1)}$$

$$CVM(q) = \frac{CV(q)}{q} \quad \text{eq. (2)}$$

onde:

CF = Custo Fixo,

CV (q) = Custo variável em função da quantidade produzida,

CFM (q) = Custo fixo médio em função da quantidade produzida,

CVM (q) = Custo variável médio em função da quantidade produzida,

q = quantidade produzida de um determinado bem.

Para Alvarenga e Novaes (2000), a determinação do custo médio (fixo e variável) é relativamente simples, bastando acumular os custos relativos ao item determinado e dividi-lo pelo número de anos em que há utilização do equipamento.

Neste estudo, o tratamento do custo médio será o proposto pelos autores supra, adaptando-se a fórmula proposta por Baídyá et al. (1999), mostrada na equação (2), onde a quantidade produzida de um determinado bem será substituída pelo número de anos em que há utilização do equipamento, permitindo desse modo, uma aproximação à metodologia proposta por Alvarenga e Noves (2000).

$$CFM(q) = \frac{CF}{n} \quad \text{eq. (3)}$$

$$CFM(q) = \frac{CV(n)}{n} \quad \text{eq. (4)}$$

### 3.4.

#### **Custo Total**

O custo total implica no somatório de todas as parcelas de custos fixos e de custos variáveis que compõem a produção (fabricação ou prestação) de um determinado bem. No presente trabalho a formulação matemática utilizada foi a metodologia de custo médio proposta por Baídyá et al.(1999), associada a de custo total, proposta pelos mesmos autores.

Gitman (1987) define custo total como sendo:

O custo operacional total de uma empresa é definido como a soma de seus custos operacionais fixos e variáveis. (p.176)

Baídyá et al.(1999) definem custo total como sendo a relação matemática:

$$C(q) = CF + CV(q)$$

eq. (5)

onde,

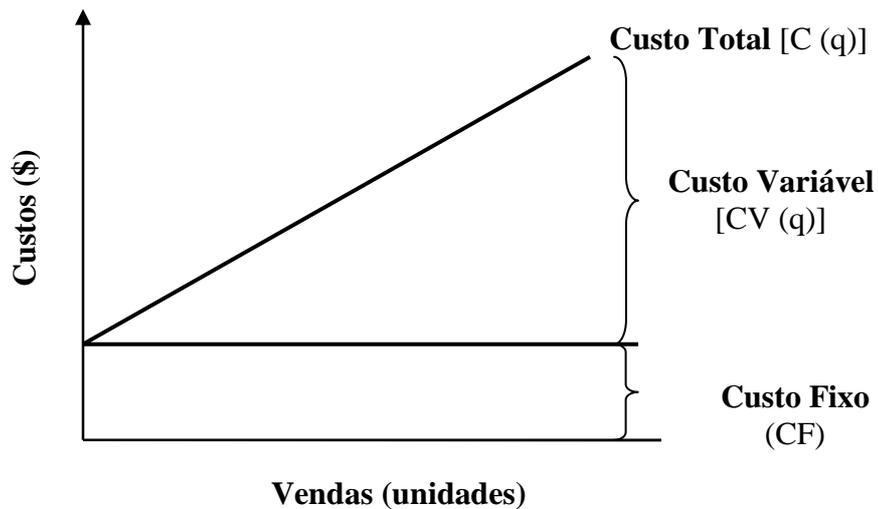
$C(q)$  = custo total

CF = custos fixos

CV (q) = custos variáveis totais

A visão do custo total pode ser representada, analisando os conceitos de custo fixo e custo variável, na Figura 9.

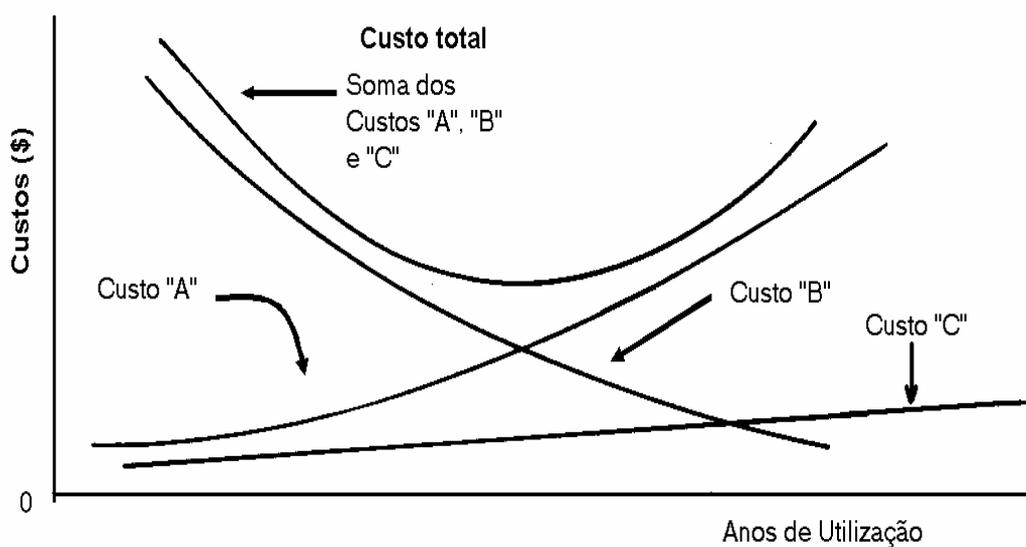
Figura 9 - Visão do Custo Total.



Fonte: Gitman (1987, p.177)

Outra visão para o custo total, segundo Ballou (2001), é apresentada na Figura 10.

Figura 10 – Determinação do Custo Total



Fonte: Adaptado de Ballou (2001, p.66)

### 3.5.

#### Determinando o Custo de Transporte

##### 3.5.1.

#### Determinando os Custos Fixos

##### 3.5.1.1.

#### Custo de Capital

O custo de capital é a taxa de remuneração desejável para um certo capital aplicado e que deve refletir a compensação pela aplicação do dinheiro em um investimento.

Segundo Alvarenga e Novaes (2000), os fatores que influenciam a vida útil do bem são os seguintes:

Em primeiro lugar aparece o custo do capital. Esse custo é melhor diluído no tempo, quando ampliamos o período de uso do equipamento... (p.106)

Para Groppelli e Nikbakht (1999), o custo de capital significa:

A taxa de retorno que uma empresa deve pagar aos seus investidores a fim de induzi-los a comprar ações, títulos e outros papéis. (p.169)

Segundo Braga (1989), custo de capital significa:

Custo de capital corresponde à média ponderada das taxas de custo das diversas fontes de financiamento a longo prazo e como é determinada a taxa global de custo de capital. (p.302)

Para efetuar-se o cálculo do custo de capital, sugere-se os métodos da Matemática Financeira com suas tábuas financeiras, onde se encontram orientações factíveis para o problema.

Este método procura, em um único cálculo, levar em conta não só a reposição do bem, como também contemplar o juro sobre o capital investido.

De acordo com Alvarenga e Novaes (2000), pode-se utilizar a equação 4 para determinar o custo do capital investido em certo veículo ou equipamento. Este

método procura, em um único cálculo, levar em conta não só a reposição do bem, como também contemplar o juro sobre o capital investido.

$$CA = (P - R) * FRC + R * i \quad \text{eq. (6)}$$

onde,

CA = custo de capital em \$/ano

P = investimento inicial

FRC = fator de recuperação de capital

R = valor residual

i = taxa de juros

A diferença entre o investimento inicial (CA) e o valor residual (R) corresponde ao valor da depreciação do bem.

O valor residual (R) é o valor final de revenda de um determinado bem, após sua utilização e desde que não haja mais interesse de uma entidade em permanecer com ele. Neste trabalho, consideramos um valor residual de 15% (quinze por cento) do valor de um veículo novo.

Se a avaliação de custo for mensal ou anual, é necessário que os parâmetros da equação estejam na mesma unidade de tempo. O fator de recuperação do capital para uma série uniforme de pagamentos ou recebimentos (anuidade) a um dado valor atual é dado por:

$$FRC = \frac{i * (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad \text{eq. (7)}$$

onde,

FRC = fator de recuperação de capital

i = taxa de juros

n= vida útil do equipamento

Segundo Braga (1989), acerca do fator de recuperação do capital: “Esse fator determina o valor dos “n” pagamentos uniformes (ou anuidades) que amortizam determinada dívida, com juros à taxa “i” sobre os saldos devedores”. (p.265)

### 3.5.1.2.

#### Desvalorização do Equipamento

A desvalorização de um bem reflete a perda natural do valor do mesmo em função do decorrer do tempo. Qualquer equipamento logístico possui determinado valor de aquisição e possui um tempo de vida útil de utilização. Este tempo de vida útil é afetado por uma redução de sua capacidade de operação que é chamada de depreciação. A depreciação pode ser calculada de várias formas, quais sejam: método da depreciação linear, método da soma dos dígitos dos anos, método da depreciação exponencial, etc...

Segundo Machline et al. (1990), a depreciação possui três conceitos bem distintos:

- 1) Para o engenheiro, a depreciação é o desgaste físico da máquina. A depreciação anual é calculada, dividindo-se o valor inicial do equipamento pela duração sua provável em anos[...]
- 2) Para o contador, a depreciação anual é o resultado do rateio do investimento inicial em certo número de anos, rateio este destinado a fazer incidir eqüitativamente o custo inicial do equipamento sobre um número adequado de períodos contábeis[...]
- 3) Para o economista, finalmente, [...] número de anos escolhido para depreciar o equipamento será, então, igual, no máximo a duração física provável do equipamento, ou ao número de anos legalmente permitido, podendo ser bem menor, caso: a) haja risco de obsolescência do equipamento, b) haja instabilidade econômica que aconselham prudência na aquisição de equipamentos[...], c) haja grande risco técnico ou mercadológico no empreendimento. (p.98-99)

Em suma, o economista, ao lançar a despesa anual de depreciação, não só constitui um fundo de reserva, como também cria recursos para modernizar o equipamento mesmo antes do fim de sua vida útil, por monitorar seus custos.

Uma questão comum é a resposta para a seguinte pergunta: Como deve ser fixada a taxa anual de depreciação? Regra geral, a taxa de depreciação será fixada em função do prazo durante o qual se possa esperar a utilização econômica do bem pelo contribuinte, na produção dos seus rendimentos (Regulamento do Imposto de Renda - RIR/1999, art. 310).

Até 31/12/98, a Secretaria de Receita Federal (SRF) não havia fixado, para efeitos fiscais, o prazo de vida útil para cada espécie de bem. Admitiam-se então as taxas anuais de depreciação, resultantes da jurisprudência administrativa (Instrução

Normativa da Secretaria de Receita Federal – IN SRF nº 2/1969), ou seja, o prazo de vida útil de um bem fixado pelo fisco é uma prática relativamente recente.

A partir de 01/01/99, e em vigor atualmente, os prazos de vida útil admissíveis para fins de depreciação dos seguintes veículos automotores, adquiridos novos, foram fixados pela IN SRF nº 72/1984, conforme Quadro 4.

Quadro 4 – Vida Útil de Bens de Acordo com a IN/SRF Nº 72/1984.

<b>Bens</b>	<b>Taxa de depreciação</b>	<b>Prazo</b>
Tratores	25% ao ano	4 anos
Veículos de passageiros	20% ao ano	5 anos
Veículos de carga	20% ao ano	5 anos
Caminhões fora-de-estrada	25% ao ano	4 anos
Motociclos	25% ao ano	4 anos

Fonte: Ministério da Fazenda - Secretaria de Receita Federal, RIR/1999.

A título de informação, caso uma empresa adquira um veículo para sua frota de transporte e por algum motivo não o coloque em operação, o mesmo somente poderá ser depreciado a partir do momento em que começar a operar.

Reza o Regulamento do Imposto de Renda de 1999- RIR/1999:

“O bem somente poderá ser depreciado após instalado, posto em serviço ou em condições de produzir (art. 305, § 2º)”

Neste estudo empírico o interesse focou-se nos veículos de transporte de cargas. Uma observação importante, é que a visão da depreciação em termos contábeis não se aplica ao Exército para bens móveis, ou seja, *os veículos não são depreciados como um elemento contábil*, dificultando com isto o desenvolvimento de um parâmetro matemático para se fazer a substituição dos veículos em função do tempo de uso. Portanto a regra para a despesa de depreciação lançada pelo fisco brasileiro não é adequada a Órgãos Públicos.

Para adequação da metodologia aplicada sobre os cálculos de desvalorização utilizou-se a proposta constante em Alvarenga e Novaes (2000, p. 106), que citam que a desvalorização no primeiro ano de uso seria de aproximadamente 30%. No segundo ano, a desvalorização é menor, da ordem de 20%. Daí por diante, observa-se uma queda de valor de mais ou menos 15% no terceiro ano, outros 15% no quarto ano e apenas 5% no quinto ano. Ou seja, o veículo se desvaloriza aproximadamente 85% num período de 05 (cinco) anos. Na média, a

desvalorização é de 17% ao ano ( $85\%/5=17\%$ ), com um valor residual de 15 % (quinze por cento), o que é inferior a depreciação permitida pela Receita Federal para fins de Imposto de Renda, conforme pode ser observado no Quadro 4.

### 3.5.1.3.

#### **Despesas com Licenciamento, IPVA e Seguro Obrigatório**

Segundo Alvarenga e Novaes (2000), “...em média, o custo mensal de licenciamento e seguro obrigatório é da ordem de 0,4 (zero vírgula quatro) a 0,8% (zero vírgula oito por cento) do custo de capital, podendo ser adotado um valor médio de 0,6% (zero vírgula seis por cento)”.

O seguro obrigatório (DPVAT) e a despesa com licenciamento são custos fixos e normalmente de pequena monta, mas que não exonera a responsabilidade de computá-lo na apuração dos custos de transporte.

O Exército, por tratar-se de Órgão da Administração Pública Federal, não é tributado pelo imposto sobre a propriedade de veículos automotores (IPVA), ou seja, não é cobrado pelas despesas com este imposto, conforme consta o inciso I, do artigo 4º (quarto), da Lei N.º 2.877 de 22 de dezembro de 1997, a seguir:

“...**Art. 4.º** O imposto não incide sobre os veículos de propriedade:

I - da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios;...”

Para todos os veículos o DPVAT (seguro obrigatório) é de R\$ 51,80 (cinquenta e um reais e oitenta centavos), em dezembro de 2003, segundo tabela da Federação Nacional das Empresas de Seguros Privados e de Capitalização, acessada no sítio [www.dpvatseguro.com.br/quanto/mesatual.asp](http://www.dpvatseguro.com.br/quanto/mesatual.asp). O valor relativo ao Imposto sobre Operação Financeira (IOF) não foi computado na formação do custo fixo por sua alíquota ser zero quando o segurado é Órgão da Administração Federal, conforme consta do Decreto nº 2.888, de 21 de fevereiro de 1998.

$$\text{Custo}_{\_}\text{Seguro}_{\_}\text{Obrigatorio} = \text{R\$ } 51,80 \quad \text{eq. (8)}$$

### 3.5.1.4.

#### **Despesas com Salários de Motoristas**

O motorista é o elemento legalmente qualificado e habilitado a conduzir a viatura, sendo normalmente um cabo com estabilidade no serviço do Exército ou um terceiro sargento. O estudo apresentou a média salarial de R\$ 587,97 (quinhentos e oitenta e sete reais e noventa e sete centavos) para os dados coletados.

$$\text{Despesas}_{\text{Salário}_{\text{Motorista}}} = \text{R\$ } 587,97 \quad \text{eq.(9)}$$

### 3.5.2.

#### **Determinando Custos Variáveis**

#### 3.5.2.1.

##### **Custos de Manutenção**

Este custo engloba as partes referentes a mão-de-obra, instalações, ferramentas e o valor das peças de reposição. No caso estudado foi considerado o gasto com a manutenção terceirizada pela OM.

De forma geral, quanto maior for o prazo para renovação da frota, menor será a desvalorização média anual. Ou seja, parece vantajoso, à primeira vista, manter o veículo em operação por prazos bastante longos. Naturalmente, quanto mais se busca estender o tempo de uso do veículo, mais necessário se faz investir dinheiro em peças de reposição para que o veículo mantenha as condições de segurança, capacidade operacional e rendimento que tornem vantajosas a sua manutenção.

No dizer de Alvarenga e Novaes (2000), a visão supra é muito bem explicitada:

“... o custo de manutenção. Esse tipo de despesa inclui basicamente peças de reposição e os custos com oficina (mão-de-obra, instalações, ferramentas). No início da vida útil, os custos de manutenção são pequenos. À medida que o equipamento vai ficando velho, as despesas com manutenção vão aumentando significativamente...” (p. 107).

Quando as despesas com manutenção ocorrem com maior frequência, esses custos excessivos podem superar a economia de capital que poderia se obter com o uso

mais prolongado do equipamento.

Além das desvantagens acima, o veículo incorre em lucros cessantes, ou seja, o mesmo deixa de realizar receitas pelo fato de estar parado para manutenção. Com o passar do tempo e o maior desgaste, as paradas serão mais constantes e provavelmente mais longas, tendo como resultado direto a redução da produtividade, ou seja, o momento de transporte (toneladas transportadas dividida por quilômetros transportadas por um certo período de tempo) tende a cair.

De acordo com a frequência de uso, é provável que haja maior incerteza no desempenho do equipamento, ou seja, a incerteza sobre o funcionamento (confiabilidade) é maior, levando, naturalmente, a outros prejuízos como despesas com socorro mecânico, retenção de cargas, efeitos negativos na imagem do transportador etc...

Pesquisando dados de custos de máquinas e equipamentos utilizados na atividade agropecuária junto a 114 empresários rurais no estado de Kansas nos EUA, Fairbanks et al. (1971) obtiveram informações sobre a composição dos custos totais. Com relação ao custo de manutenção, consideraram difícil a sua estimativa em função da extrema variabilidade nas condições e na forma de operação. Os autores demonstraram que estes custos podem ser expressos como uma função potência relacionada aos anos de uso.

### **3.5.2.2.**

#### **Custos com Óleos e Lubrificantes de Partes Móveis**

O insumo mais comum é o óleo lubrificante para o motor, que deve ser periodicamente trocado após determinada quilometragem de operação. A frequência da troca dependerá de alguns fatores tais como: marca do óleo, tipo do veículo e condições de uso do veículo (urbano, rural ou em estradas).

Os fabricantes de veículos recomendam trocas periódicas para o óleo do motor de acordo com as especificações que variam de 10.000 Km a 15.000 Km. Existem, porém, hoje no mercado óleos sintéticos que, apesar de serem mais caros, possuem maior durabilidade e, de acordo com os fabricantes, fazem com que o motor do veículo tenha um melhor desempenho.

Já o óleo da caixa de câmbio e do diferencial possuem intervalos maiores para a troca e que, segundo Alvarenga e Novaes (2000), variam de 20.000 a 80.000 Km.

Na média para este trabalho, de acordo com os dados coletados na pesquisa, a troca de óleo lubrificante ficou na faixa de 14.000 Km de uso e para o óleo do diferencial, a média encontrada foi de 60.000Km.

### 3.5.2.3.

#### **Custos com Pneumáticos, Câmaras e Recapagens**

Para este cálculo torna-se necessário estimar a duração dos pneumáticos, que serão influenciados pelas condições de uso (urbano, rural ou em estradas). Nas palavras de Alvarenga e Novaes (2000): “Para sua determinação é necessário estimar a duração média de um pneu, (...) inclusive as eventuais recapagens” (p.102).

$$\text{Índice}_{\text{Recapagens}} = \frac{\text{Quilometragem}_{\text{Percorrida}_{\text{no}_{\text{Período}_{\text{T}}}}}{\text{Duração}_{\text{Média}_{\text{Pneus}_{\text{(incluindo}_{\text{recapagens}})}}} \quad \text{eq. (10)}$$

### 3.6.

#### **Atualização do Padrão Monetário**

A atualização monetária não representa uma nova avaliação do bem, mas, tão-somente, o ajustamento dos valores originais para determinada data, mediante a aplicação de indexadores ou outros elementos que possam traduzir a variação do poder aquisitivo da moeda nacional em dado período.

Utilizou-se neste estudo como deflator para a atualização do padrão monetário, o Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna (IGP-DI), calculado pela Fundação Getúlio Vargas entre o primeiro e o último dia do mês.

O IGP-DI mede os preços que afetam diretamente a atividade econômica do País, excluídas as exportações. É composto pela média ponderada do IPC (índice de preços ao consumidor), do IPA (índice de preços ampliados) e do INCC (índice nacional da construção civil), calculados para o respectivo período, cuja base é o mês de Agosto do ano de 1994 = 100 (**IGP-DI/94=100**).

A moeda corrente para os valores atualizados monetariamente até dezembro de 2003 é o Real (R\$).

Para atualização dos valores monetários, foi utilizada a seguinte metodologia:

- 1) Ajuste do padrão monetário
- 2) Levantamento dos índices inflacionários
- 3) Composição do valor atualizado

$$\text{Padrão\_Monetario\_Ajustado} = \frac{x}{(1000)^{n_1} * (2.750)} \quad \text{eq. (11)}$$

onde,

x = valor a ser ajustado monetariamente,

$n_1$  = número de padrões monetários ocorridos

2.750 = O número 2.750, no denominador da equação 10, equivale dizer que 1 (uma) unidade da moeda real é igual a 2.750 cruzeiros reais em 01 de julho de 1994, conforme pode-se observar no quadro 5.

$$\text{Valor\_Atualizado} = (\text{Padrão\_Monetário\_Ajustado}) \times (\text{Inflação\_Acumulada\_Período}) \quad \text{eq. (12)}$$

A atualização do padrão monetário foi obtida conforme os dados constantes do Quadro 5, que mostra a evolução da moeda desde 1833 até os dias atuais.

Quadro 5 – Evolução do Padrão Monetário Brasileiro de 1833 até os dias de hoje

DENOMINAÇÃO	SÍMBOLO	PERÍODO DE VIGÊNCIA	PARIDADE À MOEDA ANTERIOR	PARIDADE: R\$ 1 (um real) ÀS MOEDAS ANTERIORES
Real	Rs	1833 à 31/10/42	Rs 1,00 (um real)	Rs 1,00
Cruzeiro	Cr\$	01/11/42 à 12/02/67	1.000 réis = 1,00 cruzeiro	Cr\$ 0,001
Cruzeiro novo	NCr\$	13/02/67 à 14/05/70	1.000 cruzeiros = 1,00 cruzeiro novo	NCr\$ 0,000001
Cruzeiro	Cr\$	15/05/70 à 27/02/86	1,00 cruzeiro novo = 1,00 cruzeiro	Cr\$ 0,000001

<b>Cruzado</b>	<b>Cz\$</b>	<b>28/02/86 à 15/01/89</b>	<b>1.000 cruzeiros = 1,00 cruzado</b>	<b>Cz\$</b>	<b>0,000000001</b>
<b>Cruzado novo</b>	<b>NCz\$</b>	<b>16/01/89 à 15/03/90</b>	<b>1.000 cruzados = 1,00 cruzado novo</b>	<b>NCz\$</b>	<b>0,000000000001</b>
<b>Cruzeiro</b>	<b>Cr\$</b>	<b>16/03/90 à 31/07/93</b>	<b>1,00 cruzado novo = 1,00 cruzeiro</b>	<b>Cr\$</b>	<b>0,000000000001</b>
<b>Cruzeiro real</b>	<b>CR\$</b>	<b>01/08/93 à 30/06/94</b>	<b>1.000 cruzeiros = 1,00 cruzeiro real</b>	<b>CR\$</b>	<b>0,00000000000001</b>
<b>Real</b>	<b>R\$</b>	<b>Desde 01/07/94</b>	<b>2.750 cruzeiros reais = 1,00 real</b>	<b>R\$</b>	<b>0,00000000000000003636</b>

Fonte: acessado em 08 de dezembro de 2003 em [www.estadao.com.br/financas/indexadores.htm](http://www.estadao.com.br/financas/indexadores.htm).

### 3.7.

#### O Ponto de Substituição para os Equipamentos Logísticos

Na substituição de máquinas e equipamentos têm-se várias possibilidades. Analisando as situações práticas em que há necessidade de se dar baixa em equipamentos existentes ou em se adquirir novos em substituição aos existentes, é importante observar essas possibilidades. Pode-se ter a exclusão do ativo sem nenhuma reposição ou podem ocorrer vários tipos de substituições. Para Casarotto e Kopittke (2000), existem as seguintes possibilidades:

1. Baixa sem reposição
2. Substituição idêntica
3. Substituição não idêntica
4. Substituição com progresso tecnológico
5. Substituição estratégica.

Segundo Oliveira (2000), o sucateamento de uma máquina é conhecido contabilmente como “retirada”, mas nem todas as retiradas envolvem um sucateamento real. Uma unidade dispensada pode ser vendida antes que ela seja sucateada. Para Valverde e Rezende, apud Oliveira (2000), se uma unidade é retirada e outra é adquirida para desenvolver o mesmo tipo de serviço, isto é uma substituição.

Os equipamentos são substituídos ou porque se desgastam (depreciação) ou porque quebram ou ainda por se tornarem obsoletos, em função do surgimento de novas tecnologias. A exemplo deste item, pode-se citar o surgimento dos motores

eletrônicos em que a eletrônica interativa gerencia o desempenho para um melhor consumo, trazendo como consequência uma maior durabilidade, menos falhas, diagnósticos mais rápidos e recomendações contra futuros problemas. Nas condições em que eles quebram, a decisão de substituição pode estar entre trocar os componentes que falham, no momento em que ocorrem, ou trocar todo o grupo de componentes em intervalos regulares, a que chamamos de revisão periódica, com a finalidade de se reduzir a probabilidade de falhas e / ou paradas não programadas no plano de viagens.

A obsolescência está relacionada com o progresso tecnológico em virtude de sua influência no rendimento do equipamento. Apresenta evidências que tendem a se tornar um fator básico no estudo para a substituição e / ou retirada de uso de um dado equipamento.

O aumento do número de falhas reduz a confiabilidade no equipamento. Segundo Slack et al. (1997), a confiabilidade mede a habilidade de desempenho de um sistema, produto ou serviço, como esperado durante o tempo.

Para Hirschfeld (1992), o desgaste é típico dos equipamentos cuja eficiência decresce gradativamente com o tempo ou com sua utilização, ocasionam aumento nos custos de operação e de manutenção, além de ser prejudicial à qualidade do serviço prestado e diminuir a eficiência produtiva.

Os métodos de cálculo utilizados para a determinação do ponto de substituição de máquinas e equipamentos, segundo Rezende e Valverde, apud Oliveira (2000), são classificadas em funções discretas e funções contínuas.

Classificadas como funções discretas têm-se os seguintes métodos:

- a) Custo médio total
- b) Custo anualizado equivalente

Classificados como funções contínuas têm-se os seguintes métodos:

- a) Retirada na sua forma pura (ciclo terminal):

Segundo Masse, apud Oliveira (2000), esse é o caso em que uma empresa compra

um equipamento e limita seu horizonte de planejamento de acordo com a vida útil econômica. Este caso termina quando o equipamento se desgasta e é alienado como sucata, nada mais acontecendo depois.

Segundo Perrin, apud Oliveira (2000), este tipo de cálculo leva em conta a diferença entre o valor da produção e os seus custos de operação, sem considerar a depreciação do investimento inicial, o valor de revenda do equipamento e a taxa de juros contínua. No ponto ótimo de substituição, a receita marginal é igual ao custo de oportunidade marginal. Neste caso, os juros seriam recebidos pela aplicação dos recursos correspondentes à venda do equipamento neste momento.

b) Substituição parcial e retirada:

Com esta abordagem, o processo termina quando o equipamento é retirado. Pressupõe-se que a empresa pode alterar a renda obtida com a produção do bem de acordo com os serviços e a frequência de manutenção e reparos ao longo do tempo. Para este caso, a proposta é a de se fazer um reparo geral (retífica), aumentando a vida útil do equipamento, com o objetivo de recuperar as peças desgastadas e torná-lo útil por mais algum tempo. Não são considerados valores residuais, uma vez que os equipamentos sofrem uma retificação no tempo ótimo e continuam produzindo até seu valor de sucata. Desse modo, é possível determinar se a melhor opção é a substituição parcial ou a retirada do equipamento.

c) Método de substituição considerando os custos de pontualidade:

Esse método é proposto por Deere, apud Oliveira (2000), sendo idêntico ao citado anteriormente, comparando alternativas entre substituição parcial, aquisição de uma máquina nova ou uma máquina usada. Utiliza planilha de custos totais, incluindo o valor de sucata previsto no final da vida útil, considerando ainda os custos de pontualidade incorridos, no caso da reforma e aquisição de equipamentos usados. A melhor alternativa para substituição é definida pelo menor custo por unidade de área.

d) Método da cadeia de substituição:

A cadeia de substituição, na visão de Masse (1962), acontece na retirada do

equipamento velho, sendo imediatamente procedida da entrada em operação do equipamento novo, não sendo esta definitiva. Uma primeira substituição é seguida por uma segunda e assim sucessivamente. Divide-se em dois tipos de cadeia: (d1) cadeia de substituição indefinida constante e (d2) cadeia de substituição considerando a evolução tecnológica.

d 1) Cadeia de substituição indefinida constante:

Quando a tecnologia é dada como constante (não se considera a evolução tecnológica), a eficiência técnica e o desempenho econômico do equipamento substituído são os mesmos do equipamento substituído. Neste caso, o horizonte para fins de planejamento é considerado indefinido.

d 2) Cadeia de substituição considerando a evolução tecnológica:

Ocorre quando a empresa, por algum motivo de conveniência, resolve mudar de tecnologia. O ciclo em vigor, que é um componente da cadeia, passa a ser o último, dando origem a uma cadeia implantada com uma nova tecnologia. Quando se trata de uma cadeia com progresso tecnológico, suplementa-se a análise desenvolvida para o método do ciclo terminal, analisando-se o valor de resto (residual ou de sucata) e o lucro total descontado. Quanto maior o valor descontado do lucro do equipamento novo, aprimorado tecnologicamente, mais brevemente o equipamento velho será substituído.

Rezende e Valverde (1997), ao analisarem os principais métodos de substituição dos equipamentos, utilizaram valores de revenda e o custo operacional para 10 (dez) anos para os seguintes veículos: a) VW SAVEIRO CL – métodos do custo médio total (CMT) e do custo médio anualizado equivalente (CAE), b) Cavalo-mecânico SCANIA T113H – método CAE e c) Caminhão truck Mercedes-Benz LS 1935 – métodos de funções contínuas. Os resultados encontrados indicaram que, para o veículo VW Saveiro o ponto de troca deve ocorrer aos 04 (quatro) anos pelos dois métodos de análise; para o veículo Mercedes-Benz o método não apresentou resultados pelo fato do veículo não apresentar as receitas anuais, pois este método mostra-se insatisfatório na análise de dados que apresentem somente as despesas do veículo. Para o veículo Scania, o método de substituição constante

apresentou troca entre 07 (sete) e 08 (oito) anos de idade e o método do ciclo terminal apontou a troca entre 09 (nove) e 10 (dez) anos de idade. Os autores concluem que, dos métodos classificados como funções discretas, o CAE é o melhor, apesar do método não considerar as receitas ao longo do tempo, o que poderia avaliar melhor o retorno do investimento.