

Análise da vida econômica da frota brasileira de caminhões

Elaine Radel (Universidade de Brasília – UnB) elaineradel@yahoo.com.br
Daylyne Maerla Gomes Lima Sandoval (Universidade de Brasília – UnB) daylynemaerla@gmail.com
Paula Rayssa Pereira (Universidade de Brasília – UnB) paularayssap@gmail.com
Susan Cariny Carvalho Machado (Universidade de Brasília – UnB) susan.cariny@gmail.com
Sérgio Ronaldo Granemann (Universidade de Brasília – UnB) sergiog@unb.br

Resumo:

Os veículos de transporte rodoviário de carga estão sujeitos a desgastes e alterações tecnológicas com o passar do tempo, tornando-se cada vez mais obsoletos e gerando um alto custo operacional. Mensurar essa variação de custos com a idade do veículo permite identificar a vida econômica e, assim, subsidiar as decisões acerca da substituição ou não desses veículos. Nesse contexto, o presente trabalho apresenta uma análise dos custos de operação no setor de transporte rodoviário de cargas brasileiro e identifica a vida econômica por meio do método de Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE) para um modelo específico de veículo. Além disso, são apresentados resultados que permitem avaliar a economia de proceder à substituição do veículo na vida econômica calculada. As análises realizadas levam a uma vida econômica de 12 anos e uma redução anual do custo de 1,4% em relação à frota dos transportadores autônomos existente atualmente no país.

Palavras chave: Vida econômica, Transporte rodoviário de cargas, Custos, Investimento.

Analysis of the economic life of the Brazilian fleet of trucks

Abstract:

Vehicles of road freight transport are subject to wear and technological changes over time, becoming increasingly obsolete and generating a high operating cost. Measure this cost variation with age of the vehicle allows the identification of economic life and thus support the decisions about the replacement of these vehicles or not. In this context, this paper presents an analysis of operating costs in the Brazilian road haulage and identifies the economic life by the method of Equivalent Uniform Annual Cost (EUAC) for a specific model of vehicle. In addition, results are presented that allow to evaluate the economics of replacement of the vehicle calculated in the economic life. The analyzes lead to an economic life of 12 years and an annual reduction in the cost of 2% compared to the fleet of autonomous carriers currently existing in the country.

Key-words: Economic life, Road cargo transport, Costs, Investment.

1. Introdução

Os veículos utilizados para a realização do transporte de carga estão sujeitos ao longo do tempo a desgastes e alterações tecnológicas, tornando-se cada vez mais obsoletos e gerando um alto custo operacional para a empresa, cooperativa ou para o transportador autônomo (PEREIRA, 2006). O aumento dos custos operacionais torna-se, portanto, uma das razões para a substituição de veículos antigos por novos, na medida em que estes apresentam custos de manutenção relativamente pequenos.

Assim, a análise da planilha de custos, de modo a identificar até quando é vantajoso manter o veículo e a partir de qual idade é viável substituí-lo, torna-se importante ferramenta de apoio à decisão no transporte rodoviário de cargas.

Nesse contexto, o presente trabalho apresenta a análise da vida econômica de um modelo de caminhão selecionado, considerando o aumento dos custos operacionais com a idade do veículo, bem como apresenta uma análise comparativa, baseada nos dados do Registro Nacional dos Transportadores Rodoviários de Carga (RNTRC), de modo a identificar os prejuízos mensuráveis monetariamente que os transportadores autônomos (que apresentam maior idade média da frota) teriam por não substituir seus veículos no momento indicado pela sua vida econômica.

Embora neste trabalho tenham sido considerados somente os efeitos nos custos de manutenção e nos gastos com combustível, são apresentadas as externalidades geradas pelo uso de caminhões com idade mais elevada, identificadas como “custo social” da frota.

2. O custo social da frota de caminhões: externalidades

Segundo Contador (2008), externalidades são todos os efeitos que determinada ação ou atividade, seja econômica ou não, têm sobre o bem-estar de outras pessoas, sobre o desempenho de empresas e mesmo na qualidade do meio ambiente, sendo *positivas* quando beneficiarem, involuntariamente, os demais, e *negativas* em caso contrário.

A teoria econômica tem avançado no que diz respeito à quantificação, em termos monetários, desses custos sociais. Neste âmbito estão os custos relativos aos impactos ambientais, como a poluição atmosférica causada pela queima de combustíveis fósseis por veículos automotores (ESTEVEZ *et al.*, 2007; MAY *et al.*, 2003; ROSA e RIBEIRO, 2001). Do mesmo modo, outras externalidades têm impactos econômicos negativos, quantificáveis monetariamente.

No presente contexto, o custo social decorrente do uso de uma frota envelhecida pode ser medido através da poluição atmosférica, dos acidentes e do valor do frete. Diversos estudos demonstram que tais custos se elevam conforme a idade do veículo. Isto é, veículos velhos apresentam custos sociais maiores comparativamente aos veículos mais novos.

2.1 Poluição Atmosférica

A poluição atmosférica é proveniente de várias fontes, tais como a queima de combustíveis fósseis (gasolina, álcool e diesel). Conforme a CETESB (2009), as emissões causadas por veículos produzem gases com substâncias tóxicas, que carregam, em sua maioria, o monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NOx), hidrocarbonetos (HC), óxidos de enxofre (SOx), material particulado (MP), entre outros poluentes.

Quando os veículos operam com idades avançadas, os impactos financeiros e ambientais decorrentes são mais expressivos, em virtude do emprego de tecnologias antigas, poluidoras e pouco eficientes em relação ao consumo energético (CRUVINEL *et al.*, 2011). Esses veículos emitem elevadas quantidades de gases poluentes, impactando na qualidade de vida e na saúde das pessoas. Neste contexto, diversos autores, como Rocha *et al.* (2009), Arruda (2010) e de Cruvinel *et al.* (2011) buscam estimar, monetariamente, os custos da poluição relacionados à idade da frota de caminhões.

Supondo que o caminhão novo seria não poluidor em comparação ao caminhão velho, Rocha *et al.* (2009) e Arruda (2010) propuseram uma expressão para medir a externalidade ambiental proveniente da frota de caminhões (Equação 1).

$$E_p = PC_{novo} - PC_{velho} \times (1 + \delta)^t \quad (1)$$

em que: E_p = é a externalidade ambiental subjacente à frota de caminhões;

PC_{novo} = é o preço do caminhão novo;
 PC_{velho} = é o preço médio do caminhão em circulação da atual frota;
 δ = é uma taxa de atualização.

Os autores recomendam o uso da taxa de inflação para atualizar o preço do caminhão velho (isto é, que δ seja igual à taxa de inflação). Assim, como mostra a Equação 1, a externalidade ambiental é medida pela diferença entre o preço do caminhão novo *não poluidor* e o preço atualizado do *caminhão velho poluidor*. A literatura de economia do meio ambiente chama essa diferença de *custos evitados* (MAY *et al.*, 2003).

Já Cruvinel *et al.* (2011) estimaram as emissões de CO₂ da frota brasileira de caminhões pela metodologia *Top-Down*, apresentada por Mattos (2001), que usa como base para o cálculo os dados de produção e consumo de energia. Dessa maneira, Cruvinel *et al.* (2011) chegaram a uma produção total de 93 milhões de toneladas de CO₂, referente a todos os modais que utilizam o óleo diesel como combustível. Considerando que a frota de caminhões brasileira representa 44% destas emissões, segundo o Boletim Ambiental do Despoluir (CNT, 2010), os autores estabeleceram, por meio desta proporção, que a frota brasileira de caminhões teve um total de emissões de CO₂, em 2008, de aproximadamente 41 milhões de toneladas.

Cruvinel *et al.* (2011) estimaram, ainda, a redução em valores monetários que resultaria da exclusão dos caminhões com mais de 30 anos do mercado brasileiro de transporte rodoviário de cargas (considerando apenas veículos de propriedade dos transportadores autônomos). Os resultados são apresentados na

Tabela 1.

	Emissões de CO₂ (ton)	Consumo de combustível (litros)
Frota 2008	27,8 milhões de ton	10,4 bilhões de litros
Frota com idade < 30 anos	24,8 milhões de ton	9,3 bilhões de litros
Redução	3 milhões de ton	1,1 bilhões de litros
Valores unitários	R\$ 37,85	R\$ 2,00
Benefício econômico	R\$ 113 milhões	R\$ 2,2 bilhões

Fonte: adaptado de Cruvinel *et al.* (2011)

Tabela 1 – Redução das emissões de CO₂ e do consumo de combustível no cenário projetado por Cruvinel *et al.* (2011)

2.2 Acidentes

Os acidentes de trânsito geram prejuízo para a sociedade no que diz respeito aos recursos econômicos, às vidas humanas e ao bem estar social. Os custos relacionados aos acidentes de trânsito podem ser dimensionados em função dos seus impactos econômicos sobre a sociedade. Tais custos podem ser classificados em (ROSA e LINDAU, 2004):

- danos materiais dos veículos, sobre a via pública (danificação de placas de trânsito e postes de iluminação pública) e o atendimento às vítimas;
- custos relacionados à perda do capital humano, ou seja, à perda de produção potencial futura do indivíduo;
- custos psicológicos e sociais relacionados, os quais refletem a aversão da maioria da sociedade aos riscos inerentes aos acidentes de trânsito.

Além disso, os custos dos acidentes têm reflexos no desempenho econômico do setor. Cerca de 60% das cargas do Brasil são transportadas por caminhões e os acidentes envolvendo os veículos de carga têm um alto custo para os transportadores, superior até mesmo aos prejuízos causados pelo roubo de cargas (GERALDO, 2012). Os fatores responsáveis pela maioria das

ocorrências envolvendo veículos de carga são: a idade avançada da frota, manutenção ineficiente e a fadiga do motorista. Assim, conforme afirma Geraldo (2012), as ocorrências parecem não estar relacionadas apenas às condições das rodovias, sendo o fator de maior relevância a idade elevada da frota. Anualmente ocorrem 90 mil acidentes rodoviários com veículos de carga no Brasil, gerando custos diretos e indiretos de 9,7 bilhões de reais.

Dados do Centro de Estudos de Logística da Universidade Federal do Rio de Janeiro mostram a distribuição dos gastos anuais que os transportadores brasileiros têm com acidentes: 49% dos gastos são com as vítimas, 23% com a perda de carga, 16% com custos médicos e hospitalares e os demais, relacionados a danos dos veículos, entre outros (GERALDO, 2012).

2.3 Valor do Frete

Os caminhoneiros, assim como os proprietários das cargas transportadas, perdem com o envelhecimento da frota, devido ao aumento dos custos de operação e de manutenção (SOUZA e CLEMENTE, 2009; VALENTE *et al.*, 1997). Tal aumento de custos é, por sua vez, refletido nos valores cobrados pelo frete.

A chamada externalidade de frete, que é a diferença entre custos de operação da frota *velha* e os custos do veículo na idade econômica, pode ser definida pela Equação 2 (ROCHA, ARRUDA e ROCHA, 2009; ARRUDA, 2010):

$$E_F = C - C_{MIN} \quad (2)$$

em que: E_F = representa a externalidade de frete;
 C = é o custo médio de operação e manutenção do caminhão em circulação da atual frota;
 C_{MIN} = é o custo de operação e manutenção do veículo na idade econômica.

3. Substituição de equipamentos

Feldens *et al.* (2010) afirmam que o conceito de substituição de equipamentos tem origem na Administração Científica, a qual tinha como objetivo principal a maximização do valor presente de um equipamento. Para isto, analisava-se o ciclo de vida do equipamento e determinava-se a vida econômica (o ponto ótimo de substituição no período).

De acordo com Nascimento (2012), a substituição de equipamentos pode acontecer por meio da seleção de similares para substituir o existente, ou por ativos completamente diferentes para o desempenho de uma mesma função. Todo veículo, por exemplo, tem um ciclo de vida no qual desempenha as respectivas funções dentro de padrões adequados de produtividade, segurança operacional e economicidade. No momento de sua substituição, poderá ser trocado por um novo veículo.

Diversos fatores devem ser considerados na tomada de decisão sobre a substituição dos veículos, tais como: a depreciação, a manutenção (por ser um item de elevado custo para a empresa), o tempo que o veículo fica em manutenção e a quilometragem percorrida. De acordo com Casarotto Filho e Kopittke (2000, p. 166):

as decisões de substituição são de uma importância crítica para a empresa, pois são em geral irreversíveis, isto é, não têm liquidez e comprometem grandes quantias de dinheiro. Uma decisão apressada de “livrar-se de uma sucata” ou o capricho do possuir sempre o “último modelo” pode causar problemas sérios de capital de giro.

3.1 Vida econômica

A vida econômica de um bem, segundo Degarmo e Canada (1973), é o período de tempo (geralmente em anos) em que o Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE) de possuir e de operar o bem é mínimo; os bens, como equipamentos e instalações, desgastam-se com o uso,

necessitando cada vez mais de manutenção. Dessa forma, os custos operacionais vão aumentando com o passar dos anos e seu valor de mercado vai diminuindo. A partir de determinado momento não é mais interessante manter o bem. Esse momento é conhecido como a vida econômica do bem.

Já a vida útil de um bem, ainda segundo Degarmo e Canada (1973), é o período de tempo em que o bem consegue exercer as funções que dele se espera; a vida útil depende de como o bem é utilizado e mantido. Refere-se, portanto, ao tempo máximo de utilização de um bem, estando relacionado com o fim da capacidade produtiva. Neste caso, a substituição do bem acontecerá somente pela incapacidade dele realizar a atividade a que se destina.

3.2 Modelo de substituição de frotas de veículos

Tradicionalmente, as formas de substituição de equipamentos são apresentadas por meio da análise das situações práticas em que há necessidade de dar baixa em equipamentos existentes ou adquirir equipamentos novos em substituição aos existentes.

Segundo Casarotto Filho e Kopittke (2000), as formas de substituição de equipamentos podem ser agrupadas em cinco modelos tradicionais:

- a) *baixa sem reposição*: ocorre em casos de desativação de linhas de produção ou de projetos, ou seja, o equipamento deixa de ser útil para a empresa;
- b) *substituição idêntica*: ocorre quando o equipamento não sofreu relevantes mudanças devido ao avanço tecnológico, sendo desta forma substituído por bens de mesmas características; neste método encaixam-se grande parte dos veículos, motores elétricos e máquinas operatrizes (VEY e ROSA, 2003);
- c) *substituição não idêntica*: ocorre quando, devido ao avanço tecnológico, o equipamento é substituído por outro com diferentes características;
- d) *substituição com progresso tecnológico*: considera os avanços tecnológicos constantes, trazendo vantagem operacional à empresa, visto que os equipamentos mais modernos superam os antigos em termos de economia financeira e de economia de tempo de operação;
- e) *substituição estratégica*: ocorre devido à busca por equipamentos que possam fornecer uma produção diversificada e com maior qualidade. Nesse método, existe uma preocupação com as receitas geradas pelos equipamentos.

Retomando os pressupostos de Degarmo e Canada (1973), a vida econômica do equipamento é entendida, de modo geral, como a idade de uso em que o CAUE apresenta-se mínimo. Assim, a determinação da vida econômica consiste em encontrar os Custos ou Receitas Anuais Uniformes Equivalentes (CAUE ou VAUE) do ativo para todas as possibilidades de vida útil. O ano para o qual o CAUE é mínimo ou o VAUE é máximo é o ano da vida econômica do ativo.

Deste modo, no presente trabalho optou-se por determinar a vida econômica do equipamento em análise por meio do CAUE, tendo em vista que o método pode ser operacionalizado utilizando-se apenas informações referentes aos custos do bem, podendo-se desprezar os dados sobre as receitas.

3.2.2 Método do Custo Anual Uniforme Equivalente - CAUE

Conforme Vey e Rosa (2003), para determinar o CAUE é necessário transformar os custos do equipamento em custos anuais equivalentes. Para tanto, é necessária a aplicação de uma taxa de juros correspondente ao custo de capital sobre o investimento ou uma taxa mínima de atratividade.

Ainda segundo Vey e Rosa (2003), para utilizar esse método são necessárias algumas informações sobre o equipamento em análise, tais como:

- a) valor do investimento ou de aquisição;
- b) valor de revenda ou valor residual ao final de cada ano da vida útil do equipamento;
- c) custos operacionais e;
- d) custo de capital ou taxa mínima de atratividade.

Conforme Novaes e Alvarenga (1994), o cálculo do CAUE segue a seguinte sistemática:

- a) Transformação de todos os custos em valor presente com a aplicação de uma determinada taxa de juros. Para tanto, utiliza-se o fator de valor presente (FVP), calculado por meio da Equação 3.

$$FVP = \frac{1}{(1+j)^n} \quad (3)$$

em que: FVP = fator de valor presente;
 j = taxa de juros;
 n = período (anos).

- b) Distribuição dos valores obtidos no cálculo do FVP, pelos anos de vida útil do equipamento.
- c) Determinação da vida econômica do equipamento, selecionando o período que apresentar o menor custo anual uniforme equivalente.

Assim, o cálculo do CAUE é dado pela Equação 4:

$$CAUE = (I - R) \times FRC + R \times j \quad (4)$$

em que: I = investimento;
 R = valor residual;
 FRC = taxa de recuperação de capital.

O FRC , por sua vez, é dado pela Equação 5:

$$FRC = \frac{j \times (1+j)^n}{(1+j)^n - 1} \quad (5)$$

em que: j = taxa de juros;
 n = período (anos).

4. Aplicação do modelo de substituição de frota ao caso estudado

Existe uma deficiência no gerenciamento operacional e logístico das empresas em conhecer e quantificar todos os custos, fixos e variáveis, relacionados à operação do transporte de carga. A ausência dessa informação e os custos para obtê-la dificultam a avaliação da vida econômica dos caminhões que operam no mercado brasileiro.

Entretanto, alguns autores têm se dedicado à apuração e cálculos relativos à variação dos custos médios operacionais com a idade do veículo. Dentre eles, Pereira (2006) analisa os custos de manutenção com frota, relacionando-os com a idade e o tipo de pavimento utilizado.

O autor utiliza o custo médio anual por quilômetro para determinar o período ideal de substituição dos veículos de transporte de carga, isto é, para definir a idade econômica da frota analisada. Para tanto, o autor fez levantamento dos custos de manutenção relacionados a três rotas específicas: com pavimento classificado como “bom”, “deficiente” e “ruim”. Conforme observado no estudo, os custos de manutenção da frota de transporte rodoviário de carga, relacionados aos pavimentos classificados como “bom” são menores que aqueles relacionados ao pavimento “deficiente” que, por sua vez, são inferiores aos custos de manutenção quando a frota trafega por vias de pavimento “ruim”. No entanto, a variação

percentual dos custos com o aumento da idade da frota é igual ou muito similar para as três situações analisadas.

4.1 Cálculo da vida econômica do tipo de veículo analisado

O presente estudo foca a avaliação da idade econômica do veículo “baú simples” da marca “Mercedes-Benz”. Tal delimitação foi feita de modo a propiciar a análise de um caso específico e significativo, posto que os veículos do tipo selecionado representam 21% do total de veículos registrados no RNTRC (ANTT, 2012).

Para o cálculo do CAUE foram utilizados os custos apresentados na Revista Transporte Moderno (2010), relativos a um modelo da categoria e marca especificadas. Os custos por km, mensais e anuais, são apresentados na

Tabela 2.

Custos fixos	R\$/km	Custos Mensais (para 10000 km)	Custos Anuais (para 120000 km)
Depreciação	R\$ 0,81	R\$ 809,72	R\$ 9.716,64
Remuneração capital	R\$ 1,25	R\$ 1.245,89	R\$ 14.950,68
Licenciamento	R\$ 0,25	R\$ 252,86	R\$ 3.034,32
Seguros	R\$ 0,90	R\$ 896,02	R\$ 10.752,24
Salário do motorista	R\$ 2,11	R\$ 2.110,86	R\$ 25.330,32
Subtotal custos fixos	R\$ 5,32	R\$ 5.315,35	R\$ 63.784,20
Custos variáveis	R\$/km	Custos Mensais (p/ 10000 km)	Custos Anuais (p/ 120000 km)
Manutenção	R\$ 1,66	R\$ 1.659,00	R\$ 19.908,00
Pneus	R\$ 0,89	R\$ 887,00	R\$ 10.644,00
Combustível	R\$ 4,78	R\$ 4.780,00	R\$ 57.360,00
Lubrificantes	R\$ 0,24	R\$ 244,00	R\$ 2.928,00
Lavagem	R\$ 0,58	R\$ 580,00	R\$ 6.960,00
Subtotal custos variáveis	R\$ 8,15	R\$ 8.150,00	R\$ 97.800,00
Custos totais	R\$ 13,47	R\$ 13.465,35	R\$ 161.584,20

Fonte: Adaptado da Revista Transporte Moderno (2010)

Tabela 2 – Custos operacionais de um veículo de transporte de carga – modelo Mercedes-Benz Atego

Aplicando-se o percentual médio de aumento dos custos de manutenção de acordo com a idade do veículo, calculados por Pereira (2006), e mantendo os custos fixos constantes para o período analisado, obteve-se a variação de custos totais para o modelo de veículo considerado.

O valor residual do investimento, por sua vez, foi estimado a partir da tabela FIPE (para o modelo de veículo considerado) e, quando não disponível, foi aplicada a taxa média de desvalorização, obtida a partir da desvalorização anual observada na referida tabela.

Os custos totais e valores residuais subsidiaram o cálculo do CAUE, que considerou, ainda, uma Taxa de Mínima Atratividade (TMA) de 10%. Deste modo, o CAUE calculado para veículos de diferentes idades é apresentado na Tabela 4.

Idade do veículo (anos)	CAUE calculado	Idade do veículo (anos)	CAUE calculado
1	-R\$ 234.405,75	16	-R\$ 192.591,51
2	-R\$ 211.462,64	17	-R\$ 192.758,95

Idade do veículo (anos)	CAUE calculado	Idade do veículo (anos)	CAUE calculado
3	-R\$ 202.816,38	18	-R\$ 192.949,52
4	-R\$ 198.450,88	19	-R\$ 193.159,08
5	-R\$ 196.251,29	20	-R\$ 193.384,20
6	-R\$ 194.756,75	21	-R\$ 193.621,99
7	-R\$ 193.833,74	22	-R\$ 193.869,99
8	-R\$ 193.118,16	23	-R\$ 194.126,06
9	-R\$ 192.719,34	24	-R\$ 194.388,37
10	-R\$ 192.469,31	25	-R\$ 194.655,32
11	-R\$ 192.329,60	26	-R\$ 194.925,51
12	-R\$ 192.274,13	27	-R\$ 195.197,72
13	-R\$ 192.284,50	28	-R\$ 195.470,85
14	-R\$ 192.347,24	29	-R\$ 195.743,96
15	-R\$ 192.452,20	30	-R\$ 196.016,22

Tabela 3 – Variação do Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE) para o modelo de veículo analisado

Como se pode observar, a idade em que os custos de operação do veículo são mínimos é de 12 anos. Isto é, até os 12 anos é menos custoso manter o veículo ao invés de substituí-lo. Após os 12 anos, contudo, vale a pena proceder à substituição, pois os custos de manutenção do veículo velho são maiores do que os custos de compra e manutenção de um veículo novo. Logo, a substituição se apresenta como modo de reduzir custos e tornar mais eficiente a prestação do serviço de transporte rodoviário de carga, já que as externalidades negativas são maiores com o uso do veículo mais velho.

5. Avaliação da frota de caminhões registrada no RNTRC

Do total de veículos cadastrados no RNTRC em maio/2012 (ANTT, 2012), 21% (aproximadamente 295 mil veículos) eram da categoria “baú simples” da marca “Mercedes-Benz” (Figura 1). Se considerados apenas os transportadores autônomos (TAC), esse percentual se eleva para 33% do total de veículos registrados.

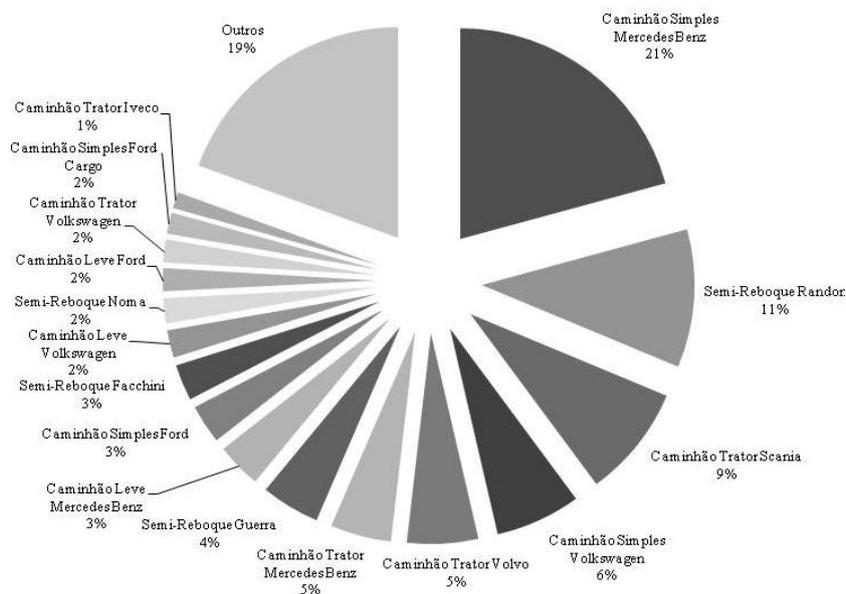


Figura 1 – Distribuição percentual dos tipos de veículos registrados no RNTRC

Considerando o total de veículos “caminhão simples/Mercedes-Benz” registrados no RNTRC, a idade média observada é de aproximadamente 23 anos. Quando considerados somente os autônomos, a frota tem idade média mais elevada, de 26,22 anos. Por outro lado, veículos das

ETCs apresentam idade média de 15,34 anos. Cooperativas apresentam veículos com idade média de 21,84 anos. A distribuição da frota segundo intervalos de idade é apresentada na Tabela 4.

Idade do veículo	CTC	ETC	TAC	Total geral
Até 10 anos	342	33.612	27.202	61.156
11 até 20	353	19.963	35.775	56.091
21 até 30	287	11.853	48.514	60.654
31 até 40	406	11.327	82.385	94.118
41 até 50	98	2.030	20.011	22.139
Mais de 50	6	137	1.625	1.768
Total geral	1.492	78.922	21.5512	295.926

Tabela 4 – Distribuição dos veículos registrados segundo categoria do transportador e idade do veículo

Como pode ser observado na Tabela 4, os veículos com idade entre 31 a 40 anos são maioria, da frota brasileira de caminhões, representando 32% do total analisado. Caso seja considerada a vida econômica calculada (12 anos), 73% dos veículos hoje registrados apresentam idade superior a 12 anos. Nessa análise, cabe destacar os transportadores autônomos, que apresentam percentual superior de veículos acima da idade econômica: 83% dos veículos têm mais de 12 anos.

5.1 Avaliação dos custos da não substituição do veículo

Considerando que a vida econômica do veículo analisado é de 12 anos, buscou-se avaliar as possíveis perdas, em valores mensuráveis monetariamente, que o transportador autônomo teria por manter a frota pelo período médio observado de 26 anos. A escolha do transportador autônomo para tal análise se deu em virtude de esta ser a categoria que apresenta veículos com idade média mais elevada, maior percentual de veículos acima da idade econômica e que, além disso, apresenta grandes dificuldades para a renovação da frota, em virtude das restrições de acesso a financiamentos.

Assim, a Tabela 5 apresenta a variação do VPL e do CAUE, calculados para duas situações: na primeira, considera-se que o transportador manterá o veículo por 26 anos em operação, sem substituí-lo, e na segunda, é suposto que o transportador substituirá o veículo a cada ciclo de 12 anos (a idade econômica).

Cenários	VPL	CAUE
Manter o veículo até os 26 anos	-R\$ 1.785.701,98	-R\$ 194.925,51
Substituir o veículo na idade econômica (12 e 24 anos)	-R\$ 1.760.775,88	-R\$ 192.204,60
Diferença	-R\$ 24.926,10	-R\$ 2.720,91

Tabela 5 – Comparação entre VPL e CAUE para os cenários sem renovação e com substituição na idade econômica

A partir das análises realizadas, observa-se que a manutenção do veículo por 26 anos, sem a realização de nenhuma troca, resultaria em custos anuais 1,4% superiores aos estimados caso as trocas fossem efetuadas de acordo com a vida econômica do veículo (12 e 24 anos). Em valores monetários, realizar as substituições na idade indicada significaria uma economia anual de cerca de R\$ 3 mil em custos de manutenção, ou um Valor Presente Líquido (VPL) de R\$ 25 mil. Considerando o final dos 26 anos, esse valor equivaleria a 1,5 veículos novos do mesmo tipo e modelo.

A Figura 2 mostra, graficamente, a variação do CAUE para os diferentes períodos considerados (12 a 26 anos), possibilitando a comparação entre os cenários analisados (de manutenção do veículo ou substituição na idade econômica). Assim, é possível observar que há um aumento constante dos custos anuais com o envelhecimento da frota, bem como uma redução deles com as substituições realizadas.

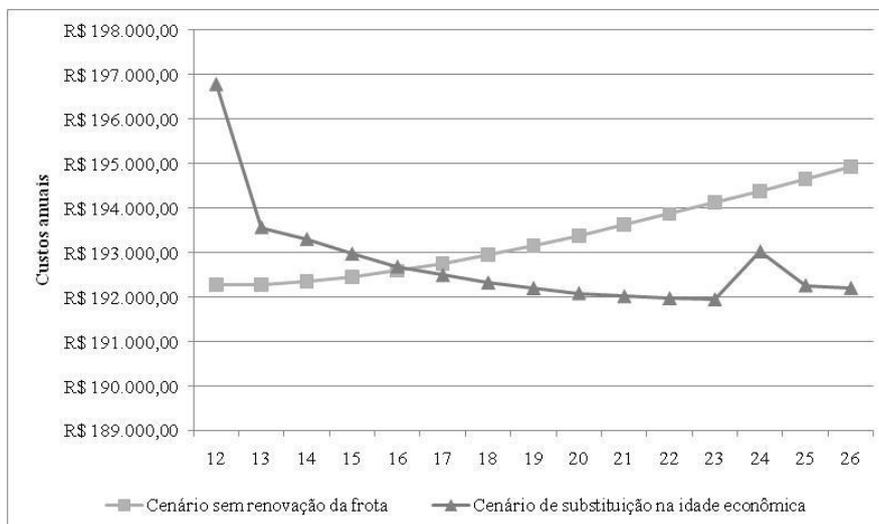


Figura 2 – Variação do CAUE para as situações de manter o veículo velho ou substituir na idade econômica

Cabe ressaltar que os valores considerados envolvem apenas a redução dos custos com operação, os quais são mensuráveis monetariamente. Externalidades como acidentes e emissão de gases poluentes também devem ser consideradas, pois representam custos sociais ocasionados pela manutenção do veículo operando além da idade econômica. Por outro lado, veículos velhos permanecem mais tempo parados para manutenção e devido a acidentes do que veículos novos, o que também encarece a operação de transporte.

6. Considerações finais

A mensuração dos custos dos veículos de transporte rodoviário de carga permite a identificação da vida econômica e, assim, subsidia as decisões acerca da sua substituição. Para o caso analisado, a idade econômica gira em torno dos 12 anos, idade a partir da qual os transportadores passam a ter maiores custos de manutenção de seus veículos.

Assim, se analisada a frota registrada no RNTRC, verifica-se que mais de 70% dos veículos estão acima da vida econômica. Deste modo, como sugestão para trabalhos futuros, poder-se-ia mensurar o impacto do aumento de custos para toda a frota de caminhões (de autônomos, empresas e cooperativas), incorporando na análise, o cálculo dos custos sociais decorrentes do uso de veículos com idade elevada no mercado brasileiro. Os resultados desse tipo de trabalho oferecem subsídios para as políticas de financiamento e de regulação da operação do setor de transporte rodoviário de cargas.

Referências

ANTT. Banco de dados RNTRC – Registro Nacional dos Transportadores Rodoviários de Carga. Agência Nacional de Transportes Terrestres, Brasília-DF, 2012.

ARRUDA, B. D. L. *Análise dos programas nacionais de financiamento para renovação de frota dos transportadores autônomos*. Dissertação de Mestrado em Transportes. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2010.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITKE, B. *Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão e estratégia empresarial*. 9. ed. Atlas, São Paulo-SP, 2000.

- CETESB.** *Emissão Veicular.* Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/Emissao-Veicular/9-Introducao>>. Acesso em: 17 jun. 2012.
- CNT.** *Revista CNT: Boletim Ambiental do Despoluir.* Confederação Nacional do Transporte. Edição 178, 2010. Disponível em: <http://vm-sharepoint.sestsenat.org.br:9002/Downloads/Boletim_20Ambiental_20do_20DESPOLUIR_Revista_20CNT_Ed_20178.pdf>. Acesso em 05 jul. 2012.
- CONTADOR, C.** *Projetos sociais: avaliação e prática.* Atlas, São Paulo-SP, 2000.
- CRUVINEL, R. R. S.; PINTO, P. V. H.; GRANEMANN, S. R.** Mensuração econômica da emissão de CO₂ da frota dos transportadores autônomos de cargas brasileiros. *Journal of Transport Literature*, v.6, n.2, pp. 234-252, 2012.
- DEGARMO, E. P.; CANADA, J. R.** *Engineering economy.* 5. Ed. Macmillan Publishing Co. Inc, New York, 1973.
- ESTEVES, G. R. T.; BARBOSA, S. R. S.; SILVA, E. P.; ARAÚJO, P. D.** Estimativa dos efeitos da poluição atmosférica sobre a saúde humana: algumas possibilidades metodológicas e teóricas para a cidade de São Paulo. *Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente*, v.1, n.3, 2007.
- FELDENS, A.; MULLER, C. J; FILOMENA, T. P.; KLIEMANN NETO, F. J.; CASTRO, A. S.; ANZANELLO, M. J.** Política para Avaliação e Substituição de Frota por Meio da Adoção de Modelo Multicritério. *ABCustos - Associação Brasileira de Custos*, v.5, n.1, 2010.
- GERALDO, J.** O custo dos acidentes com caminhões. *Revista O Carreteiro.* Ed. 395. Disponível em: <<http://www.revistaocarreteiro.com.br/modules/revista.php?recid=457>>. Acesso em: 18 jun. 2012.
- HIRSCHFELD, H.** *Engenharia econômica e análise de custos: aplicações práticas para economistas, engenheiros, analistas de investimentos e administradores.* 5. ed. Atlas, São Paulo-SP, 1992.
- MATTOS, L. B. R.** *A Importância do Setor de Transportes na Emissão de Gases do Efeito Estufa – o Caso do Município do Rio de Janeiro.* Dissertação de Mestrado em Ciências em Planejamento Energético, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, 2001.
- MAY, P. H.; LUSTOSA, M. C.; VINHA, V.** *Economia do meio ambiente: teoria e prática.* Campus, Rio de Janeiro-RJ, 2003.
- NASCIMENTO, S. V.** A importância da substituição de equipamentos. *Logística Descomplicada.* Disponível em: <<http://www.logisticadescomplicada.com/a-importancia-da-substituicao-de-equipamentos/>> Acesso em: 13 jun. 2012.
- NOVAES, A. G. N.; ALVARENGA, A. C.** *Logística aplicada: suprimento e distribuição física.* Pioneira, São Paulo-SP, 1994.
- PEREIRA, D. B. S.** *Análise do impacto das condições de rodovias pavimentadas na renovação da frota de transporte rodoviário de carga.* Dissertação de Mestrado em Transportes. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2006.
- REVISTA TRANSPORTE MODERNO.** *Custos operacionais.* n.445, pp. 72, 2010.
- ROCHA, C. H., ARRUDA, B. D. L.; ROCHA, M. O. M.** Renovação da frota de caminhões de carga agropecuária. *Anais do XXIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, ANPET, Vitória-ES, 2009.
- ROSA, C. N.; LINDAU, L. A.** Custos Humanos em Acidentes de Trânsito: Valores estimados para Investimentos e Praticados em Tribunais. *Anais do XVIII Congresso da ANPET*, Florianópolis-SC, 2004.
- ROSA, L. P.; RIBEIRO, S. K.** The present, past and future contributions do global warming of CO₂ emissions from fuels: a key for negotiation in the climate convention. *Climatic Change*, n.48, pp. 209-308, 2001.
- SOUZA, A.; CLEMENTE, A.** *Decisões financeiras e análise de investimentos.* Atlas: São Paulo-SP, 2009.
- VEY, I. H.; ROSA, R. M.** Substituição de frota em empresa de transporte municipal de passageiros: um estudo de caso. *Anais da IX Convenção de Contabilidade do Rio Grande do Sul.* Gramado-RS, 2003.