

CUSTO POR ALUNO DO TRANSPORTE ESCOLAR RURAL: UMA ABORDAGEM DA TEORIA DE FINANÇAS E DO MÉTODO MONTE CARLO

Carlos Henrique Rochaⁱ

Gladston Luiz da Silvaⁱⁱ

Giovanna Megumi Ishida Tedescoⁱⁱⁱ

Universidade de Brasília, UnB

RESUMO

Estudos pioneiros têm sido feitos para estimar o custo por aluno do transporte escolar rural com o objetivo de balizar a elaboração do orçamento anual do Programa Nacional de Apoio ao Transporte do Escolar (Pnate). As estimativas apóiam-se, corretamente, no custo de operação, de manutenção e de capital veicular. Contudo, tais estudos não levaram em conta: (a) o valor temporal dos custos do veículo; e (b) a incerteza dos custos. Este artigo busca reparar essas duas deficiências. O modelo proposto é relativamente mais realista. Para validação da proposta, o modelo passou por uma simulação Monte Carlo utilizando dados hipotéticos, na qual foram estimados os valores que o Governo Federal deveria repassar para financiar o transporte de seis milhões de estudantes em áreas rurais.

Palavras-chave

Transporte escolar rural; Custo por aluno; Valor temporal do custo; Incerteza; Simulação Monte Carlo.

ABSTRACT

Pioneering studies have been conducted to estimate the cost per student rural school transport in order to delimit the preparation of annual program budget. The estimates rely, correctly, on cost of operation, maintenance and capital of the vehicles. However, these studies did not take into account (a) the time value of the vehicle costs (b) and uncertainty of costs. This article fixes these two shortcomings. Our model is relatively more realistic. To validate the proposal, the model went through a Monte Carlo simulation with hypothetical data, which were estimated values that the federal government should pass on to finance the transport of six million students in rural areas.

Key-words

Rural pupil transportation; Cost per student; Vehicle costs time value; Uncertainty; Monte Carlo Simulation.

1. INTRODUÇÃO

O Ministério da Educação executa atualmente dois programas voltados ao transporte de estudantes em área rural. São eles: o Caminho da Escola e o Programa Nacional de Apoio ao Transporte do Escolar (Pnate).

O primeiro programa foi criado pela Resolução nº 3, de 28 de março de 2007 (Brasil, 2007), e consiste na concessão, pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), de linha de crédito especial para a aquisição, pelos estados e municípios, de ônibus, mini-ônibus e micro-ônibus zero quilômetro e de embarcações novas. Já o segundo, objetiva garantir o transporte pelos modos rodoviário e aquaviário, dos alunos residentes em área rural, no trajeto entre seu local de residência e a escola, por meio de assistência financeira, em caráter suplementar, aos estados, municípios e Distrito Federal.

O transporte escolar rural (TER) é um meio de apoiar a presença dos alunos nas escolas, pois sem ele a evasão escolar seria ainda maior (Silva 2009 Rocha Jr., Pereira e Lobo, 2006). Para Ceftru (2008) e Menezes *et al.* (2009) os recursos aplicados no transporte escolar rural devem ser vistos como investimento, sobretudo porque tendem a promover a elevação do tempo de escolaridade do cidadão; fator de importância para o desenvolvimento econômico e social das nações, como registra Jones (2000).

Para subsidiar estes programas, estudos pioneiros têm sido realizados para estimar o custo por aluno do transporte escolar rural com o propósito de nortear o orçamento anual do programa (Ceftru, 2008; Ceftru, 2010; Geipot, 1995; Menezes *et al.*, 2009; Rocha Jr., Pereira e Lobo, 2006); atualmente na casa dos quinhentos milhões de reais, atendendo a cerca de seis milhões de estudantes em áreas rurais.

Rocha Jr., Pereira e Lobo (2006) assumem que o transporte escolar rural seja realizado pela iniciativa privada e estimam uma tarifa socialmente justa a ser cobrada dos estudantes. A tarifa estimada por eles seria a base dos repasses do governo federal para financiar o TER.

As estimativas de Ceftru (2008), Ceftru (2010) e Menezes *et al.*, (2009) apóiam-se, corretamente, no conceito de custo de operação, de manutenção e de capital dos ônibus e dos barcos que transportam os alunos (Souza e Clemente, 2009; Valente, Passaglia e Novaes, 1997). No entanto, tais estudos desconsideram o valor temporal dos custos do veículo, que tendem a se modificar ao longo do tempo. E mais, a incerteza inerente aos custos também não foi modelada nesses estudos. Doravante, para o desenvolvimento desse trabalho, a palavra veículo representará indistintamente ônibus e barco.

Este artigo procura reparar as deficiências das estimativas feitas por Ceftru (2008), Ceftru (2010) e Menezes *et al.*, (2009) para o custo *per capita* do TER. O modelo proposto para a estimativa do custo por aluno do transporte escolar rural alicerça-se, também, no custo de operação, de manutenção e de capital do veículo e, adicionalmente, (a) no conceito de valor presente (Brealey e Myers 1992; Ross, Westerfield e Jaffe, 2007), dinamizando o cálculo do custo do TER por aluno, e (b) no tratamento da incerteza dos custos por meio do método Monte Carlo (Samanez, 2006; Schlaifer, 1978).

O artigo tem seis seções, incluindo a seção 1 introdutória. A seção 2 traz um panorama do transporte escolar rural no Brasil. A seção 3 apresenta a metodologia proposta para o cômputo do custo por aluno do TER. A seção 4 descreve brevemente o método de simulação Monte Carlo. A seção 5 estima o custo por aluno do transporte escolar rural a partir da metodologia apresentada na seção 3 e do método Monte Carlo. Por fim, a seção 6 apresenta as principais conclusões e considerações do artigo.

2. O TRANSPORTE ESCOLAR RURAL NO BRASIL: UM PANORAMA

Segundo a Constituição de 1988 (Brasil, 1988), a educação no Brasil é um direito de todos e um dever do Estado e da família. A educação é vista como fator preponderante no desenvolvimento das nações (Jones, 2000).

Não é possível tratar do transporte escolar sem mencionar a educação e suas condicionantes. Isso porque o transporte escolar somente existe e é necessário quando existe educação e, para muitos alunos, o acesso à educação só é possível se o transporte escolar existir. O transporte é especialmente importante para os alunos residentes em áreas rurais, pois, em geral, a infraestrutura existente nestes locais é deficitária.

Normalmente, quando comparadas às áreas urbanas, regiões rurais apresentam piores condições das vias, menores quantidades de escolas, relevos acidentados, ausências de pontos de parada etc. Para conseguir estudar, muitos alunos deslocam-se por longos trajetos, sofrendo

com a espera pelo transporte, as grandes distâncias, estradas não pavimentadas ou mal conservadas, fatores climáticos, dentre outros.

Para cumprimento dos pressupostos presentes na constituição, entende-se que o transporte escolar, particularmente o fornecido para os alunos residentes em áreas rurais, é fundamental para garantir o acesso à educação, principalmente quando este representa o único meio que os alunos de área rural têm de chegar à escola. Ressalta-se ainda, que muitas vezes as escolas estão localizadas em áreas urbanas, distantes dos locais de moradia dos estudantes.

Normalmente, os recursos municipais são insuficientes para custear a infraestrutura e os serviços básicos para o transporte da população rural. Além da educação, os residentes das áreas rurais precisam do transporte para acessar outros serviços públicos como os atendimentos de saúde, serviços bancários, correios etc.

No caso da educação, o deslocamento é quase sempre diário e depende de um atendimento exclusivo, pois em muitas localidades não há serviços de transporte coletivo regular, com linhas fixas que possam ser utilizadas pelos moradores da área rural. Isso reforça a importância do transporte escolar para os alunos que residem em locais de difícil acesso.

Como visto, não é possível tratar do transporte escolar sem mencionar a educação e suas condicionantes. Isso porque o transporte escolar somente existe e é necessário quando existe educação. Considerando esta relação de interdependência, para muitos alunos, o acesso à educação só é possível se o transporte escolar existir.

Por ser um serviço sob responsabilidade do Estado (governo federal, estados e municípios) e por estar presente em mais de 80% dos municípios brasileiros (Ceftru, 2007a), o TER vem sendo amplamente discutido nas últimas décadas no Brasil. Estudos feitos pelo extinto GEIPOT – Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes (Geipot, 1999a; Geipot, 1999b), discutem com profundidade aspectos relevantes do transporte escolar rural no país. Na década seguinte, foram realizadas algumas outras pesquisas abordando a quantidade de alunos transportados, o custo do serviço e as características da frota dos veículos utilizados nesse tipo de transporte.

Nas duas últimas décadas, o governo federal lançou programas específicos voltados à educação e ao transporte escolar. A partir da descentralização das políticas públicas, as atividades do setor rural puderam contar com a participação dos municípios favorecendo a busca por soluções mais adequadas e direcionadas às especificidades de cada região. Com isso, o índice brasileiro de analfabetismo tem caído ano após ano. Em 1960, 40% da população brasileira eram consideradas analfabetas. Na última década, o índice atingiu menos de 14% do total da população com idade igual ou maior do que 15 anos, sendo o transporte escolar um dos programas que contribuíram para esta queda (MEC, 2001).

2.1 Perfil da demanda atendida

O transporte escolar rural é um segmento do transporte que teve a sua demanda estimada pelo Geipot (1995) como sendo de 6,76 milhões de pessoas, que correspondia a 17,22% da demanda total do transporte rural e a 18,74% da população rural. Com base nos dados do censo demográfico (IBGE, 2006) e mantendo-se a mesma proporção de usuários do transporte escolar rural, estima-se que a quantidade de alunos que precisam do transporte escolar nas

áreas rurais seja de aproximadamente 6 milhões de usuários. Esse valor se aproxima dos dados obtidos pelo Inep (2006), que identificou cerca de 5,80 milhões de usuários do TER para o ano de 2003.

São considerados usuários do transporte escolar rural apenas os alunos, sendo que os recursos repassados para o custeio do transporte se referem apenas a estes. No entanto, constatou-se que além dos estudantes, os veículos transportam acompanhantes (para alunos que necessitam) caronas, professores e demais servidores das escolas (Ceftru, 2007c). A demanda de alunos do transporte escolar é composta de alunos de todos os níveis de escolaridade, sendo que a maior parte da demanda pertence ao Ensino Fundamental. Os estudantes do pré à quarta-série representam aproximadamente 80% do total dos alunos.

Outra informação importante está relacionada à acessibilidade dos alunos ao transporte escolar. Para fins de esclarecimento, e de acordo com a EBTU (1988), considera-se que a acessibilidade é caracterizada pela maior ou menor facilidade de ingresso do usuário ao transporte, distinguindo-se dois aspectos: (i) modo de transporte que o aluno utiliza de casa até o ponto de parada – inicial; e (ii) modo de transporte que o aluno utiliza do ponto de parada final até a escola – final.

As informações a respeito da acessibilidade foram coletadas durante a realização da pesquisa embarcada, em que os pesquisadores perguntaram aos alunos qual o modo utilizado para chegar ao ponto de embarque e como se deslocavam do ponto de desembarque à escola. Aproximadamente 78% dos alunos entrevistados acessam o ponto de embarque caminhando e aproximadamente 80% desses alunos responderam que o veículo do transporte escolar chega até a porta da escola.

Em alguns casos, os alunos levavam até 90 minutos para acessar o ponto de parada caminhando. Esse valor, somado ao tempo de viagem que chega a ser de 4 horas, resulta num tempo de deslocamento entre o local de residência e o local de estudo de aproximadamente 4,5 horas. Ressalta-se que estes valores são para o deslocamento em apenas uma direção, ou seja, somente ida ou volta (Ceftru, 2007c).

2.2 Serviço de transporte escolar rural

Na década de 1990, a Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes publicou um estudo com a avaliação preliminar do transporte rural. Nesse estudo, o Geipot observou que até então não existia uma definição objetiva do que representava esse transporte. Para suprir essa deficiência, o órgão propôs uma definição para o transporte rural, estabelecendo que este serviço corresponda ao transporte de passageiros, público ou de interesse social, entre a área rural e a área urbana ou no interior da área rural do município (Geipot, 1995).

Neste mesmo estudo, foram definidos três segmentos para o transporte rural: o transporte escolar, o transporte de bóias-frias e o transporte de passageiros comuns. O Geipot definiu, ainda, o transporte escolar rural como uma modalidade de transporte público, operado ou não pelos governos, para transportar estudantes entre a área rural e urbana, e vice-versa, ou dentro da área rural, garantido a presença dos alunos na escola (Geipot, 1995).

Um levantamento nacional do TER realizado em 2006 pela Universidade de Brasília (Ceftru, 2007b) mostra que aproximadamente 87% dos municípios passaram a oferecer transporte

escolar urbano apenas a partir dos anos 80. Já o transporte escolar rural passou a ser oferecido por estes municípios apenas a partir do ano de 2000. A pesquisa constatou, ainda, que aproximadamente 33% dos municípios utilizam veículos da própria prefeitura, enquanto 67% dos municípios utilizam frota terceirizada.

De acordo com a pesquisa, ônibus, microônibus, vans e *kombis* representavam 90% dos veículos utilizados no TER. Além destes veículos, identificou-se grande presença de caminhões e caminhonetes na região nordeste e de barcos e canoas na região norte. A média da idade dos veículos rodoviários utilizados no TER era de aproximadamente 16,3 anos, variando entre veículos novos e veículos com mais de 70 anos de uso. O diesel é principal tipo de combustível utilizado nos veículos, correspondendo a 69% do total, seguido da gasolina, com 29%.

Um dos aspectos mais importantes detectados refere-se à quilometragem diária percorrida pelos veículos. A extensão percorrida pelo veículo de transporte escolar foi medida com a utilização de GPS e/ou hodômetro. O valor médio identificado pela pesquisa foi de 27 km. No entanto, em alguns municípios os veículos do TER chegam a percorrer até 250 km por dia (Ceftru, 2007c). Este dado auxilia na compreensão do critério mais utilizado para a remuneração dos operadores pelo serviço, que é o pagamento por quilômetro rodado ou por quilômetro rodado transportando alunos (quilometragem útil), utilizados por quase 65% dos municípios (Ceftru, 2007b).

3. CUSTO POR ALUNO DO TER: METODOLOGIA PROPOSTA

O custo anual de operação, de manutenção e de capital do veículo-tipo k do transporte escolar rural é representado por CT_1^k , avaliado no ano da apuração do custo, no ano 1 . Supõe-se que os custos de operação e de manutenção cresçam anualmente a taxa g_1 e que o custo de capital decresça a taxa g_2 ; o custo de capital cai periodicamente (Souza e Clemente, 2009; Valente, Passaglia e Novaes, 1997).

Para determinar o custo total do veículo-tipo k nos anos $t = 2, 3, \dots, T$, CT_t^k , aplicam-se as seguintes expressões, respectivamente:

$$\begin{aligned} CT_2^k &= COM_1^k (1 + g_1)^1 + CC_1^k (1 - g_2)^1 \\ CT_3^k &= COM_1^k (1 + g_1)^1 + CC_1^k (1 - g_2)^2 \\ &\vdots \\ CT_T^k &= COM_1^k (1 + g_1)^{T-1} + CC_1^k (1 - g_2)^{T-1} \end{aligned} \quad (1)$$

Onde COM_1^k é o custo de operação e de manutenção no ano 1 do veículo k e CC_1^k é o custo de capital do veículo k no ano 1 . Souza e Clemente (2009) e Valente, Passaglia e Novaes (1997) apresentam o cálculo financeiro para a determinação do custo de capital. O método de cálculo apóia-se no conceito de depreciação econômica, que representa a perda de valor de mercado do equipamento, neste caso o veículo, e, em geral, é de difícil mensuração.

A suposição *e.g.* de que os custos de operação e de manutenção crescem por ano a uma taxa g_1 é *de facto* simplista, porque esses custos variam de forma estocástica, e, por conseguinte, g_1 tendem a diferir ano a ano. Portanto, espera-se que g_2 também varie estocasticamente.

O valor presente do fluxo anual do custo total por veículo k $VP(CTER)_k$ pode ser representado pela seguinte equação:

$$VP(CTER)_k = \frac{CT_1^k}{(1+\delta)} + \frac{CT_2^k}{(1+\delta)^2} + \frac{CT_3^k}{(1+\delta)^3} + \dots + \frac{CT_T^k}{(1+\delta)^T} \quad (2)$$

Em que δ é uma taxa de desconto. As demais variáveis foram definidas anteriormente.

Como o TER é um programa de governo, pode-se usar a taxa livre de risco, também denominada de taxa pura de juros, para representar δ . Para uma definição da taxa livre de risco ver Brealey e Myers (1992), Copeland, Koller e Murrin (2002) e Ross, Westerfield e Jaffe (2007), por exemplo.

Pode-se dizer que a equação (2) dinamiza o processo de cálculo do custo do TER por aluno. Ao mesmo tempo, a incerteza do custo anual de operação, de manutenção e de capital do veículo k é captada pelas taxas de crescimento anuais. Como será verificado adiante, a taxa de crescimento dos custos veicular será tratado por intermédio do método Monte Carlo.

Finalmente, o custo por aluno, ou *per capita*, do veículo k , \bar{C}_k , é dado por:

$$\bar{C}_k = \frac{VPa[VP(CTER)]_k}{N_k} \quad (3)$$

Em que N_k é o número de alunos usuários do veículo k por ano e $VPa[VP(CTER)]_k$ é o valor presente anualizado do valor presente do fluxo de custo do veículo k , ou seja (Brealey e Myers, 1992; Ross, Westerfield e Jaffe, 2007):

$$VPa[VP(CTER)]_k = VP(CTER)_k \frac{\delta \times (1+\delta)^T}{(1+\delta)^T - 1} \quad (4)$$

Observe-se que o custo por aluno é sensível à taxa de desconto δ , sendo que quanto maior a taxa de desconto menor o custo por aluno e vice-versa. Vale registrar que a metodologia proposta evita a necessidade de realização de pesquisas regulares para apurar os custos do TER por aluno; na metodologia proposta, os custos temporais do TER por aluno são estimados a partir dos custos apurados no primeiro ano e da taxa anual de crescimento dos custos de operação e de manutenção e do custo de capital. Isto seguramente traz economia aos cofres públicos.

4. O MÉTODO DE SIMULAÇÃO MONTE CARLO

Hammersley e Handscomb (1964) definiram o Método Monte Carlo como sendo “a parte da matemática experimental que está preocupada em experiências com números aleatórios”. Esta técnica foi inicialmente aplicada pelo matemático, John Von Neumann, quando usou o método para estudar a difusão de nêutrons durante o desenvolvimento da bomba Atômica em Los Alamos (McCracken, 1955).

O método de simulação Monte Carlo (MC) é um procedimento que investiga as distribuições aleatórias de várias estatísticas e determina os efeitos de violar suposições subjacentes sobre as distribuições. Nos casos em que não se dispõe de uma equação matemática que represente a variável de interesse, não raro emprega-se esse procedimento, conhecido como um método de ensaios estatísticos (Samanez, 2006; Schlaifer, 1978).

Para executar o método de Monte Carlo, três passos básicos devem ser seguidos:

- a) O primeiro passo é o estabelecimento da população de interesse, sua distribuição (normal, exponencial, uniforme etc.) e os respectivos parâmetros (média, desvio-padrão etc.).
- b) O segundo passo consiste em obter amostras aleatórias da população e calcular as estatísticas de interesse, por meio da utilização de um gerador de número aleatórios, que geralmente produz uma distribuição Uniforme $\sim (0,1)$. Embora os números gerados sejam pseudo-aleatórios, em geral, são suficientes para obter aproximações razoáveis de números aleatórios, podendo ser usados para obter amostras aleatórias de alguma população de interesse.
- c) O terceiro passo envolve criar a distribuição de frequência (distribuição aleatória empírica) da estatística de interesse, que pode ser comparada com a distribuição aleatória teórica apropriada. Para tanto, deve-se comparar o comportamento da distribuição aleatória empírica com a distribuição aleatória teórica da estatística.

Neste artigo, o método MC é utilizado para realizar simulações da variável aleatória de interesse, que neste caso é a taxa g ; taxa anual de crescimento dos custos do TER. Para tanto, faz-se uso de um gerador de números aleatórios; na verdade, usa-se um algoritmo que gera números pseudo-aleatórios. L'Ecuyer (2001) e Apigian *et al.* (2004) desenvolveram estudos que demonstram que o algoritmo utilizado em ALEATÓRIO() no MS Excel® não é considerado confiável e, portanto, não é recomendado para as simulações MC.

Entretanto, Matsumoto e Nishimura (1998) desenvolveram um gerador de números aleatórios (pseudo-aleatórios) ideal para simulações MC. Trata-se de uma solução à altura de ferramentas comerciais para o método MC, denominada *Mersenne Twister* (MT).

A determinação do número de iterações a ser realizada na aplicação da simulação MC, deve ocorrer de acordo com o erro relativo que se deseja obter para a variável de interesse. Assim, dadas a taxa mínima e a taxa máxima de crescimento anual do custo de operação e de manutenção, por exemplo, do transporte escolar rural, isto é, $g_{1\text{mín}}$ e $g_{1\text{máx}}$, o número de iterações deve ser calculado pela seguinte expressão:

$$N = \left(\frac{3\sigma}{\varepsilon} \right)^2 \quad (10)$$

Para calcular N , deve-se estimar σ calculando-se o desvio padrão entre $g_{1\text{mín}}$, $g_{1\text{máx}}$ e seu valor médio, o que no MS Excel® se traduz em:

$$\sigma = \text{DESVPADP}(g_{1\text{mín}} : g_{1\text{máx}}; \text{MÉDIA}(g_{1\text{mín}} : g_{1\text{máx}})) \quad (11)$$

Estipula-se, portanto, um erro relativo (em %) $\epsilon\%$, e, por conseguinte, o erro total absoluto que decorre da média da variável aleatória multiplicado pelo erro relativo, isto é:

$$\epsilon = \text{MÉDIA}(g_{1\min} : g_{1\max}) * \epsilon\% \quad (12)$$

Assim, da equação (11) e da (12) calcula-se a estimativa do número mínimo necessário de iterações para um erro inferior a $\epsilon\%$:

$$N = \text{POTÊNCIA}(3 * \sigma / \epsilon ; 2) \quad (13)$$

5. ESTIMANDO O CUSTO POR ALUNO DO TER

Com efeito, para proceder à simulação MC, considera-se, em primeiro lugar, que $T = 8$; supõe-se que o veículo seja novo. Segundo, que a taxa livre de risco seja igual a 8,5% ao ano. Terceiro, que o número médio de alunos usuários de um veículo do TER seja de 30 (Ceftru, 2008). Quarto, por simplicidade, assume-se que o custo de capital no ano 1 seja igual a zero e, logo, $CT_1^k = COM_1^k$, isto é, igual a R\$ 31.739,13 por ano (Ceftru, 2008), ou seja:

$$CT_1^k = COM_1^k + CC_1^k \quad (14)$$

$$CT_1^k = 31.739,13 + 0 \quad (15)$$

Os itens de custo de operação e de manutenção considerados em Ceftru (2008) foram, entre outros: salários e encargos do motorista e do monitor de bordo, combustível, manutenção preventiva, óleo, seguro obrigatório, IPVA e pneu.

Seja a distribuição de probabilidade histórica (hipotética) para a taxa g_I :

Tabela 1: Distribuição de probabilidade hipotética para a taxa g_I

g_I	Probabilidade
2,5%	0,10
3,5%	0,20
4,5%	0,40
5,5%	0,20
6,5%	0,10

Dada a distribuição de probabilidade para g_I , pode-se calcular a distribuição cumulativa, atribuindo faixas de números representativos entre 0 e 99, assim:

g	Probabilidade	Probabilidade cumulativa	Faixa representativa
2,5%	0,10	0,10	0-9
3,5%	0,20	0,30	10-29
4,5%	0,40	0,70	30-69
5,5%	0,20	0,90	70-89
6,5%	0,10	1,00	90-99

Portanto, para $g_I = 2,5\%$ a distribuição cumulativa encontra-se entre 0 e 9, e seus números representativos devem estar situados dentro da faixa representativa.

Posto isto, emprega-se o modelo computacional descrito na seção 4 deste artigo para gerar a os valores anuais esperados de g_I . Sem considerar incerteza e a partir dos dados da tabela acima, a esperança matemática de g_I é: $E(g) = 4,95\%$ ao ano; em que E é o operador de esperança matemática.

Como $g_{Imin} = 2,5\%$ e $g_{Imax} = 6,5\%$, por conseguinte, $\sigma = 0,0163$ (equação 11). Para um erro relativo de 2%, o erro total absoluto seria de $\varepsilon = 0,0009$ (equação 12), indicando que seriam necessárias 2.963 iterações para o procedimento proposto, conforme equação (10). Diga-se que foram realizadas 10 mil iterações para cada ano para estimar g_I . A Tabela 2 mostra os valores esperados de g para cada ano da vida econômica (oito anos) do veículo e as respectivas estimativas do custo médio anual do veículo-tipo k do transporte escolar rural.

Tabela 2: Estimativa do custo do veículo e de g_I

Ano (t)	g_I	CT_t^k (R\$ 10^3)
1	-	31.739,13
2	4,938%	33.306,52
3	4,952%	34.955,86
4	4,958%	36.688,88
5	4,945%	38.503,24
6	4,955%	40.411,15
7	4,963%	42.416,94
8	4,936%	44.510,49

O valor presente do fluxo de custos apresentados na Tabela 2 (coluna 3) é igual a R\$ 290.655,84, descontado a taxa de 8,5% ao ano. Este valor anualizado é de R\$ 51.542,19, e o custo por aluno é de R\$ 1.718,07. A Tabela 3 mostra o valor presente do fluxo de custos da Tabela 2 (coluna 3) para diferentes taxas anuais de desconto (de juros).

Tabela 3: Valor presente do fluxo de custo dos veículos do TER para diferentes taxas anuais de desconto

Ano	Custo descontado (Taxa = 8,5% a.a.)	Custo descontado (Taxa = 6,5% a.a.)	Custo descontado (Taxa = 4,5% a.a.)
1	R\$ 31.471,62	R\$ 31.534,16	R\$ 31.596,94
2	R\$ 32.747,34	R\$ 32.877,61	R\$ 33.008,66
3	R\$ 34.079,31	R\$ 34.282,87	R\$ 34.488,05
4	R\$ 35.467,49	R\$ 35.750,24	R\$ 36.035,81
5	R\$ 36.907,64	R\$ 37.275,80	R\$ 37.648,36
6	R\$ 38.409,93	R\$ 38.870,16	R\$ 39.336,83
7	R\$ 39.976,42	R\$ 40.535,80	R\$ 41.104,14
8	R\$ 41.596,09	R\$ 42.261,94	R\$ 42.939,81
VP (Custo)	R\$ 290.655,84	R\$ 293.388,57	R\$ 296.158,62
VPa (Custo)	R\$ 51.542,19	R\$ 52.026,79	R\$ 52.518,00
Número de alunos/veículo	30	30	30
Custo por aluno/ano	R\$ 1.718,07	R\$ 1.734,23	R\$ 1.750,60

Considerando que o número de alunos do transporte escolar rural no Brasil é de seis milhões/ano e que o custo estimado por aluno é de R\$ 1.718,07 (Tabela 3), então, o orçamento anual do programa seria de cerca de R\$ 10,3 bilhões. Obviamente este valor não pode ser comparado com o atual orçamento do TER, uma vez que ele foi obtido a partir de hipóteses fictícias.

6. CONCLUSÃO

O transporte escolar rural é um programa complementar, a partir do qual estados e municípios recebem recursos federais para facilitar e melhorar o acesso de alunos residentes em áreas rurais à educação. Assim, o programa TER tem um papel fundamental para garantir o acesso e a permanência de alunos nas escolas.

O simples fornecimento do transporte, no entanto, não é suficiente para garantir a educação, sendo, portanto, necessário que o transporte escolar seja fornecido de forma condizente com as necessidades dos estudantes moradores das áreas rurais. Para que isso ocorra, é imprescindível direcionar as políticas públicas de maneira a otimizar a utilização dos recursos nas três esferas de governo.

Estudos pioneiros têm sido feitos para estimar o custo por aluno do transporte escolar rural com o objetivo de balizar a elaboração do orçamento anual do Programa Nacional de Apoio ao Transporte do Escolar (Pnate). Corretamente, as estimativas do custo por aluno apóiam-se apenas nos conceitos de custo de operação, manutenção e de capital dos veículos que transportam os alunos.

Todavia, tais estudos não levaram em conta o valor temporal dos custos do veículo, que tendem a se alterar ao longo do tempo. Ademais a incerteza dos custos jamais foi modelada.

Nesse sentido, com o intuito de contribuir com uma melhor estruturação de políticas públicas de distribuição de recursos para o setor, este artigo repara essas duas deficiências e propõe uma metodologia para o cálculo do custo por aluno do transporte escolar rural considerando, como procedimento inédito, o valor temporal dos custos e sua incerteza. Ou seja, o modelo proposto é relativamente mais realista.

É importante lembrar que o modelo proposto seria ainda mais realista se cada item de custo de operação e de manutenção fosse tratado separadamente. Este aspecto poderá ser aprofundado e complementado por pesquisas futuras.

Mencione-se que para validação da proposta, o modelo foi submetido a uma simulação Monte Carlo, utilizando dados hipotéticos, tendo sido realizada uma simulação com a rotina NtRand embutida no MS Excel®.

Ressalta-se que a metodologia precedente evita a necessidade de realização de pesquisas regulares para apurar os custos do TER por aluno, uma vez que os custos temporais do TER por aluno são estimados por meio do custo apurado no ano um e das taxas anuais de crescimento dos custos do veículo.

REFERÊNCIAS

- Apigian, C. H.; Gambill, S. E. (2004). Is Microsoft Excel 2003 ready for the Statistics Classroom? *Journal of Computer Information Systems*, 2004.
- Brasil (2007). Resolução nº 3, de 28 de março de 2007. *Cria o Programa Caminho da Escola e estabelece as diretrizes e orientações para que os municípios e estados possam buscar financiamento junto ao Banco de Desenvolvimento Social e Econômico - BNDES para aquisição de ônibus, mini-ônibus, micro-ônibus e embarcações enquadrados no Programa, no âmbito da Educação Básica*.
- Brasil (1988) *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília/DF: Senado, 1988. Disponível em: <www.presidencia.gov.br>. Acesso: maio de 2011.
- Brealey, E. F.; Myers, S. C. (1992). *Princípios de finanças empresariais*. Lisboa: McGraw-Hill, 1992.
- Ceftru (2010). Centro Interdisciplinar de Estudos em Transportes. *Levantamento piloto de dados relacionados aos custos do transporte escolar rural no modo aquaviário*. Brasília: Ceftru-UnB, mimeo, 2010.
- _____ (2008). *Simulações do custo por aluno para o transporte escolar rural no modo rodoviário*. Brasília: Ceftru-UnB, mimeo, 2008.
- _____ (2007a). Centro Interdisciplinar de Estudos em Transportes. *Levantamento de Dados para a Caracterização do Transporte Escolar: Caracterização do Transporte Escolar Brasileiro, Produto 1, Volume I, Contextualização do Transporte Escolar*. Brasília: Ceftru-UnB, mimeo, 2007.
- _____ (2007b). Centro Interdisciplinar de Estudos em Transportes. *Projeto Transporte Escolar Rural, Volume II, Questionário Web*. Brasília: Ceftru-UnB, mimeo, 2007.
- _____ (2007c). Centro Interdisciplinar de Estudos em Transportes. *Projeto Transporte Escolar Rural, Volume III – Tomo I, Caracterização do Transporte Escolar nos Municípios Visitados*. Brasília: Ceftru-UnB, mimeo, 2007.
- Copeland, T.; Koller, T.; Murrin, J. (2002). *Avaliação de empresas*. São Paulo: Makron Books, 2002.
- EBTU (1988). Empresa Brasileira de Transportes Urbanos. *Planejamento da Operação, Diagnóstico do Sistema Existente*. Módulo de Treinamento, STPP Gerência do Sistema de Transporte Público de Passageiros, Brasília, 1988.
- Geipot (1999a). Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes. *Discussão dos 10 Aspectos mais Relevantes do Transporte Rural Escolar*. Disponível em: <www.geipot.gov.br/estudos_realizados/transporte_rural/aspectos_relevantes.doc>. Acesso: junho de 2011.
- _____ (1999b). Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes, Considerações Sobre o Transporte Rural Escolar. Disponível em: <novaescola.abril.com.br/ed/170_mar04/html/Sintese.doc>. Acesso: junho de 2011.
- _____ (1995). *Avaliação preliminar do transporte rural: destaque para o segmento escolar*. Brasília: Ministério dos Transportes, 1995.
- Hammersley, J.M.; Handscomb, D. C. (1964). *Monte Carlo methods*. Methuen, London, 1964.
- IBGE (2006). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2006. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso: maio de 2011.
- Inep (2006). Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. *Censo Escolar – Questionário do Censo Escolar 2006*. Disponível em: <<http://www.inep.gov.br/basica/censo/Escolar/questionarios>>. Acesso: junho de 2011.
- Jones, C. I. (2000). *Introdução à teoria do crescimento econômico*. Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- L'Ecuyer, P. (2001). *Random Numbers*. International Encyclopedia of Social and Behavioral Sciences, June 2001.
- Matsumoto, M.; Nishimura, T. A. C. M. (1998) *Transactions on Modeling and Computer Simulation (TOMACS) - Special issue on uniform random number generation*. V. 8, Issue 1, Jan. 1998.
- McCracken, D. D. (1955). *The monte carlo method*. Scientific American, 192:90–95, 1955.
- MEC (2001). *Mapa do analfabetismo no Brasil*. INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Ministério da Educação, Brasília, 2001.
- Menezes, P; B.; Carvalho, W. L.; Carvalho, D. L.; Rocha, C. H. (2009). *Cost estimation of rural school transportation in the Road transport mode in Brazilian cities*. Lisbon: THREDBO 11 Proceedings, 2009.

- Rocha Jr., W. F., Pereira, S. M.; Lobo, D. S. (2006). *Análise do Transporte Escolar Rural da Cidade de Toledo –PR*. Fortaleza: Anais da SOBER, 2006.
- Ross, S.A.; Westerfield, R.W.; Jaffe, J.F. (2007) *Administração financeira: corporate finance*. São Paulo: Atlas, 2007.
- Samanez, C. P. (2006). *Gestão de investimentos e geração de valor*. São Paulo: Pearson, 2006.
- Schlaifer, R. (1978). *Analysis of decisions under uncertainty*. New York: Krieger Publisher, 1978.
- Silva, A. R. (2009) *Metodologia para avaliação e distribuição de recursos para o transporte escolar rural*. Brasília: Tese de doutorado. Programa de Pós-graduação em Transportes da Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Civil, UnB, 2009.
- Souza, A.; Clemente, A. (2009). *Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações*. São Paulo: Atlas, 2009.
- Valente, A. M.; Passaglia, E.; Novaes, A.G. (1997). *Gerenciamento de transporte e frotas*. Pioneira: São Paulo, 1997.

¹ Carlos Henrique Rocha
chrocha@unb.br
61 3307.2057 (UnB)
61 3308.5185 (FUP-UnB)

² Gladston Luiz da Silva
gladston.ls@gmail.com
61 3307.2057 (UnB)

³ Giovanna Megumi Ishida Tedesco
g.tedesco@yahoo.com.br
61 3307.1931 (UnB)