

# **A CURVA DE CONCESSÕES RODOVIÁRIAS: APRENDIZAGEM ABRE CAMINHOS PARA CONCESSÕES EM OUTROS SETORES?**

**James T. C. Wright**

Fundação Instituto de Administração  
Universidade de São Paulo

**Daniel Estima de Carvalho**

Fundação Instituto de Administração  
Universidade de São Paulo

**André de Azevedo Amedomar**

Fundação Instituto de Administração

## **RESUMO**

A análise da evolução dos custos operacionais de Concessionárias Rodoviárias no Estado de São Paulo e de Concessionárias Rodoviárias Federais mostra que houve um processo de aprendizagem e ganho de eficiência por parte dessas empresas. Comprovada a influência do efeito aprendizagem na redução dos custos de concessionárias rodoviárias, este estudo considera o impacto potencial do efeito aprendizagem em outros modelos de concessão, como o aeroportuário, cujo processo de privatização deve começar em 2012. O resultado aponta para a oportunidade de uma acelerada redução nos custos operacionais a partir da privatização. A sociedade tende a se beneficiar destes estudos sobre aprendizagem, pois a partir deles pode-se aprimorar contratos de concessão que estimulem os esforços explícitos de redução de custos e contribuam para a modicidade das tarifas e crescimento do setor.

**Palavras-chaves:** transportes rodoviários; aeroportos; custos operacionais; produtividade; curva de aprendizagem.

## **1. INTRODUÇÃO**

O conceito de curva de aprendizagem é clássico na administração. Os primeiros modelos foram criados por Wright (1935) e em sua essência, apontavam que as horas de produção de uma unidade diminuem à medida que o número de unidades produzidas aumenta, de forma mais significativa nos primeiros estágios de produção. Assim, quanto maior for a destreza e a habilidade adquirida com a experiência, menor serão os custos operacionais de se realizar determinada tarefa.

O uso do conceito de curva de aprendizagem possibilita uma política de preços mais agressiva por parte das empresas, que passam a prever e administrar metas de redução de custos provenientes do efeito da aprendizagem, geralmente mais acentuados nos novos negócios. Em um ambiente altamente competitivo e complexo, esta capacidade é um fator crítico para a competitividade. O efeito da curva de aprendizagem tem sido documentado por diversos autores, com aplicação em uma ampla gama de indústrias.

Neste estudo, foi investigado o efeito da aprendizagem na operação de rodovias e de aeroportos. As concessões rodoviárias no Brasil foram estabelecidas com contratos de prestação dos serviços por 20 ou mais anos, com uma base tarifária estabelecida sem qualquer referência a expectativas de ganhos decorrentes da aprendizagem. As concessões de aeroportos ainda estão em fase de planejamento, mas a aprendizagem pode ter um efeito significativo, abrindo uma possibilidade de um benefício econômico a ser explorado.

No contexto das concessões rodoviárias do Estado de São Paulo, foi constituída a Artesp - Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados de Transporte do Estado de São Paulo. Já no âmbito Federal, as concessões rodoviárias ficaram à cargo da ANTT – Agência Nacional de Transporte Terrestres. As duas agências atuam de forma a garantir uma adequação nas atividades das concessionárias responsáveis por administrar as rodovias concedidas, especialmente no que tange à qualidade e aos serviços prestados, assim como ao estrito cumprimento do contrato de cada uma das empresas concessionárias. Não há interesse em se controlar os custos operacionais das concessionárias.

De acordo com Oliveira et. al. (2003), há dois componentes de custos de uma concessão do setor de transportes rodoviários. Um deles corresponde aos gastos diretos da concessionária, e outro é o custo de capital, dado pela rentabilidade mínima requerida pelos investidores para financiar o negócio da concessão. Embora os custos de capital tenham um grande peso neste contexto, os custos operacionais também são relevantes para a concessionária e para os usuários das rodovias, uma vez que quanto menor a soma desses dois custos, menor poderá ser o valor do pedágio.

Uma análise sobre a formação das tarifas de pedágio foi elaborada por Corrêa e Caon (2002) levando em consideração especialmente a influencia dos custos. Segundo os autores, os custos definem o preço mínimo que poderá ser praticado, enquanto o valor percebido pelo cliente fixará o preço máximo possível. Para a formação da tarifa deve-se buscar um equilíbrio adequado entre ambos. Como no caso da concessão de rodovias os preços são definidos a partir de processos de licitação e os contratos são executados em longo prazo, uma projeção correta dos custos é extremamente relevante para a modicidade tarifária. Por isso, estudos sobre o comportamento da curva de custos são socialmente importantes. Caso se constate neles o que o efeito aprendizagem é significativo, esse efeito deve considerado um fator significativo para a modicidade das tarifas em novos projetos de concessão.

No que tange os aeroportos, atualmente sua gerencia cabe à Infraero, uma empresa pública vinculada à recém criada Secretaria de Aviação Civil. Contudo, a partir do segundo semestre de 2012, o governo federal decidiu que os principais aeroportos passarão a ser administrados e operados por empresas privadas. Falta ainda a modelagem das licitações, que devem ser realizadas em dezembro deste ano, mas ficou estabelecido que serão criadas Sociedades de Propósito Específico (SPE), nas quais a Infraero terá participação minoritária.

## **2. OBJETIVOS DO ESTUDO**

Wright et. al. (2007) identificam o fenômeno da curva de aprendizagem e estimam sua taxa alcançada nos 5 anos (1999-2003) iniciais da concessão rodoviária do Estado de São Paulo. Os autores sugerem que o estudo seja replicado com uma maior base de dados e também que seria relevante analisar outros setores de serviços públicos, contribuindo para estender a aplicação do modelo da curva de aprendizagem em novas áreas de aplicação, raramente citados na literatura especializada.

Inspirado por essas sugestões, o presente trabalho tem como um de seus objetivos replicar a pesquisa original de Wright et. al (2007) com dados até o ano de 2008, buscando identificar o fenômeno da curva de aprendizagem e sua taxa nos 10 anos iniciais da concessão rodoviária

do Estado de São Paulo. Também é objetivo deste trabalho analisar, à luz da teoria de curva de aprendizagem e do contexto das concessões, o comportamento dos custos operacionais das concessionárias do setor rodoviário federal, e verificar se este é comparável ao observado no caso do sistema de São Paulo.

Por fim, o forte crescimento econômico e os eventos internacionais que o Brasil sediará, especialmente a Copa do Mundo de Futebol em 2014 e os Jogos Olímpicos no Rio de Janeiro em 2016, ensejam a necessidade de profundas modificações na administração aeroportuária. Segundo planos anunciados pelo Governo Federal, a partir do segundo semestre de 2012, os Aeroportos nacionais serão administrados por empresas privadas e, no alvorecer desse processo, é altamente interessante projetar o comportamento da curva de custos das administradoras privadas.

A hipótese fundamental considerada no estudo é de que as empresas concessionárias, atuantes no setor de transportes rodoviários, apresentam uma curva de aprendizagem que permitirá projetar por analogia a estimativa de redução dos custos operacionais na gestão dos aeroportos, em função da experiência acumulada nesta atividade.

### **3. REFERENCIAL CONCEITUAL**

O modelo da curva de aprendizagem foi apresentado pela primeira vez por Wright (1935), em um modelo de rateio de custos da produção de aeronaves. Esse trabalho mostra que as horas de produção de uma unidade diminuem à medida que o número de unidades produzidas aumenta, de forma mais significativa nos primeiros estágios de produção.

Até os anos 60, a análise da curva de aprendizagem se limitou a algumas indústrias, sendo posteriormente, o conceito aplicado também a diversas outras atividades e setores. Chambers e Johnson (2000) apresentam estudos e pesquisas mostrando que a curva de aprendizagem pode ser aplicada nas operações de serviços, funcionando com sucesso especialmente no caso de serviços rotineiros, padronizados e repetitivos, com uma pequena variabilidade.

Outros autores vão além e defendem a aplicação do conceito de curva de aprendizagem na formulação de estratégias de longo prazo para redução de custos e ganho de vantagem competitiva de empresas. Por exemplo, Jaber e Guiffreda (2007) afirmam que a curva de aprendizagem é um modelo conceitual útil para o desenvolvimento de estratégias, sendo especificamente interessante para projetar mudanças nos custos.

Wright et. al. (2007) estudaram o comportamento da curva de custo das empresas concessionárias das rodovias do Estado de São Paulo. A partir de dados financeiros das empresas operadoras, que alimentaram um modelo para a curva de aprendizagem, verificaram uma redução média de 12% nos custos operacionais cada vez que dobra a experiência acumulada do setor, ou seja, uma curva de experiência de 88%.

O valor encontrado por Wright et. al. (2007) é bastante próximo da redução típica de 15% nos custos a cada vez que dobra a experiência, conforme previsto na literatura por autores como Porter (2001) e Kreps (2004). A partir dos dados foi calculada uma redução média de 3% ao ano nos custos operacionais unitários, no período de vigência do contrato de concessão.

### **4. ABORDAGEM METODOLÓGICA**

Aaker et al. (2001) destaca que, uma vez que o problema de pesquisa tenha sido formulado de maneira clara, de forma a especificar os tipos de informações necessárias, é preciso criar o planejamento da pesquisa, organizando as condições para a coleta e análise de dados.

A questão de pesquisa central que se coloca neste estudo é se as empresas concessionárias no Estado de São Paulo obtiveram ganhos de aprendizagem a partir da experiência acumulada ao longo dos dez anos decorridos desde a outorga inicial do contrato. À luz da teoria da curva de aprendizagem, também serão analisados o desempenho dos custos no setor rodoviário federal. Por fim, uma curva de aprendizagem para os aeroportos, que terão a administração privatizada, será estudada, com base nos dados do setor rodoviário. A partir desta questão de pesquisa, dos objetivos e hipóteses apresentados, foi feito um planejamento de pesquisa com caráter descritivo, que segundo Gil (1987) visa apresentar uma descrição das características de uma determinada população ou um fenômeno.

Quanto aos métodos de coleta de dados, quando se projeta uma pesquisa, existe uma ampla variedade de métodos a serem considerados, seja de forma individual ou combinada. Segundo Aaker et. al. (2001), estes métodos podem ser classificados em relação ao uso de fontes primárias ou secundárias de dados. Os diferentes métodos prestam-se a diferentes propósitos, e será necessário selecionar os métodos utilizados conforme o tipo de pesquisa. Uma vez definidos os instrumentos e protocolos da pesquisa, foram feitas as coletas de dados secundários, por meio de relatórios e materiais institucionais das empresas e de seus dos órgãos reguladores.

A partir do levantamento da bibliografia relevante, foi traçado um referencial teórico e estabelecido um modelo de análise dos custos operacionais das concessionárias: foi feita uma análise dos dados dos custos das empresas, vis à vis o tráfego acumulado, de forma a verificar o comportamento dos custos e averiguar a possível existência do fenômeno da aprendizagem. Os dados apresentados no estudo não detalham os custos de cada empresa e são tratados de forma consolidada visando obter uma visão geral dos setores.

Cabe ainda ressaltar que foi utilizado o modelo de cálculo da curva de experiência apresentada por Porter (1991), a partir de uma análise dos fundamentos e conceitos apresentados no referencial conceitual. O modelo apresentado incorpora uma fórmula clara e detalhada, além de ser fundamentada na importância do modelo para a prospecção dos custos das organizações em um setor. Pode-se dizer que é um modelo alinhado aos propósitos deste trabalho. Assim, a fórmula aplicada nas análises neste trabalho pode ser representada como:  $Y = aX - b$  ou  $\text{LOG } Y = \text{LOG } a - b \text{ LOG } X$

Na qual:

- Y é o número de horas de trabalho direto necessário para produzir a unidade X;
- a é o número de horas de trabalho direto necessário para produzir a unidade inicial;
- X é o número de unidades produzidas acumuladas e;
- b é o parâmetro que mede a taxa de horas de trabalho que são reduzidas quando aumenta a quantidade produzida.

## **5. RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS**

### **5.1. Concessionárias Rodoviárias do Estado de São Paulo**

A partir dos levantamentos coletados junto à Artesp por meio de balanços com custos e tráfego acumulado, foi realizado o cálculo da curva de experiência do setor rodoviário estadual. A Artesp faz um acompanhamento detalhado do cronograma físico-financeiro de cada contrato de concessão. São analisados os dados financeiros das empresas Autoban, Autovias, Centrovias, Colinas, Vianorte, Viaoeste, Ecovias, Intervias, Renovias, SPVias, Tebe e Triângulo do Sol.

Foram realizados os cálculos da curva de experiência, a partir dos dados de balanços e evolução do tráfego fornecidos pela Artesp, utilizando a fórmula do cálculo apresentado por Porter (1991). A Tabela 1 e mostra que os custos operacionais unitários para as concessionárias caíram, de 1999 a 2008, à medida em que aumentou a experiência acumulada. Nestas análises não foram considerados os dados de 1998, uma vez que estão disponíveis somente a partir de maio, podendo trazer distorções às análises. Foi aplicado o IGPM com vistas a calcular o valor real dos custos operacionais ano a ano, tendo em vista trazer os custos a valores de 2009.

Tabela 1 - Dados Consolidados (Concessionárias Rodoviárias do Estado de São Paulo)

Ano	Custo Operacional	IGPM	Custo Operacional Real	Tráfego	Custo Operacional Unitário	Tráfego Acumulado
1999	R\$ 414.746.000,00	2,775199788	R\$ 1.151.003.011,17	158.570.215	R\$ 7,2586331	158.570.215
2000	R\$ 442.325.000,00	2,310740872	R\$ 1.022.098.456,38	188.164.969	R\$ 5,4319274	346.735.184
2001	R\$ 528.168.000,00	2,101628806	R\$ 1.110.013.083,31	246.162.886	R\$ 4,5092626	592.898.070
2002	R\$ 564.174.000,00	1,903994207	R\$ 1.074.184.027,99	262.180.640	R\$ 4,0971142	855.078.710
2003	R\$ 652.195.000,00	1,519427187	R\$ 990.962.813,92	256.631.100	R\$ 3,8614292	1.111.709.810
2004	R\$ 793.529.000,00	1,397688517	R\$ 1.109.106.370,99	285.397.034	R\$ 3,8861874	1.397.106.844
2005	R\$ 942.627.000,00	1,2433845	R\$ 1.172.047.801,32	323.510.977	R\$ 3,6228996	1.720.617.821
2006	R\$ 947.818.000,00	1,228519415	R\$ 1.164.412.815,19	333.873.973	R\$ 3,4875819	2.054.491.794
2007	R\$ 1.057.039.000,00	1,18320275	R\$ 1.250.691.451,66	361.237.110	R\$ 3,4622452	2.415.728.904
2008	R\$ 1.145.593.000,00	1,0981	R\$ 1.257.975.673,30	386.609.174	R\$ 3,2538692	2.802.338.078

Fonte: Dados disponibilizados pela ARTESP e cálculos elaborados pelos autores

Os dados mostram que, de maneira geral, as concessionárias individualmente vêm obtendo uma redução em seus custos operacionais unitários à medida que a experiência acumulada (volume do tráfego) aumenta.

Utilizando os dados consolidados, foi calculado o logaritmo de base dez dos dados de tráfego acumulado e do custo operacional unitário, conforme prevê a fórmula de Porter (1991). Utilizaram-se métodos estatísticos para encontrar o coeficiente b e o valor do LOG a. Desta forma, a partir destes dados disponíveis realizou-se uma regressão para obter a seguinte reta ajustada:  $LOG Y = 2,98650651097122 - 0,262989071 LOG X$ .

Com estes coeficientes e os dados do tráfego acumulado foi possível utilizar o modelo proposto por Porter (1991), para o cálculo da curva de aprendizagem. Observa-se que os dados vão de 1999 até 2017, período correspondente ao contrato de concessão, sendo que para este período foi considerada uma taxa de crescimento do tráfego de 3% ao ano, mesmo valor utilizado por Wright et. al. (2007) e considerado adequado a partir da análise dos dados.

Desta forma,  $Y = 969,407802616366 \cdot X^{-0,262989071}$

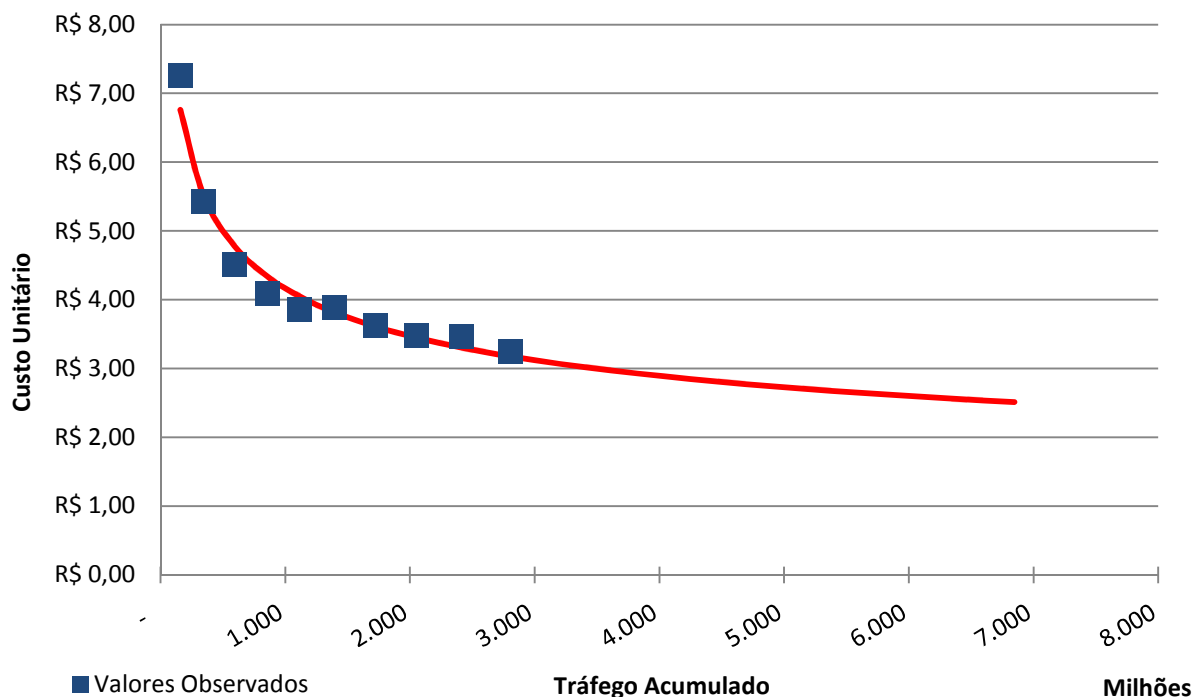
Y = custo unitário real; X = tráfego acumulado;  $R^2 = 0,967$ ; Erro Padrão = 0,0203

Estes dados projetados até 2017 são utilizados para traçar a curva de experiência das empresas concessionárias do transporte rodoviário, uma curva de experiência de 83,4%, conforme mostra a Tabela 3 e a Figura 1: a cada vez que duplica o tráfego acumulado nas rodovias, há uma redução de 16,6% nos custos operacionais unitários, em média. Este valor é condizente com a experiência apresentada no referencial teórico.

Tabela 2 – Projeção dos Custos Operacionais Unitários (Concessionárias Rodoviárias do Estado de São Paulo)

Ano	Tráfego	Tráfego Acumulado (x)	Custo Operacional Unitário Estimado (Y)	Taxa de variação do custo unitário	Ano	Tráfego	Tráfego Acumulado (x)	Custo Operacional Unitário Estimado (Y)	Taxa de variação do custo unitário
1999	158.570.215	158.570.215	R\$ 6,7598623		2009	398.207.449	3.200.545.527	R\$ 3,067160	-0,03433917
2000	188.164.969	346.735.184	R\$ 5,5027578	-0,185965995	2010	410.153.673	3.610.699.200	R\$ 2,971423	-0,03121374
2001	246.162.886	592.898.070	R\$ 4,7786876	-0,131583138	2011	422.458.283	4.033.157.483	R\$ 2,886203	-0,02867994
2002	262.180.640	855.078.710	R\$ 4,3399680	-0,091807554	2012	435.132.031	4.468.289.514	R\$ 2,809473	-0,02658506
2003	256.631.100	1.111.709.810	R\$ 4,0505092	-0,066696058	2013	448.185.992	4.916.475.506	R\$ 2,739728	-0,0248248
2004	285.397.034	1.397.106.844	R\$ 3,8142668	-0,058324128	2014	461.631.572	5.378.107.079	R\$ 2,675823	-0,02332549
2005	323.510.977	1.720.617.821	R\$ 3,6109581	-0,05330218	2015	475.480.519	5.853.587.598	R\$ 2,616865	-0,02203361
2006	333.873.973	2.054.491.794	R\$ 3,4464107	-0,045568898	2016	489.744.935	6.343.332.533	R\$ 2,562148	-0,02090935
2007	361.237.110	2.415.728.904	R\$ 3,3026868	-0,041702504	2017	504.437.283	6.847.769.815	R\$ 2,511103	-0,01992247
2008	386.609.174	2.802.338.078	R\$ 3,1762294	-0,038289227					

Fonte: Dados disponibilizados pela ARTESP e cálculos elaborados pelos autores



**Figura 1 – Curva de Experiência das Concessionárias de Transporte Rodoviário**

Fonte: Dados históricos ARTESP, cálculos elaborados pelos autores

Como prevê a teoria, estas variações são mais intensas nos primeiros anos, iniciando em uma queda de 18,5% de 1999 para 2000 e se tornam mais suaves até o final do período de concessões, chegando a uma redução de 1,9% nos último ano da concessão. Ao calcularmos uma média destas taxas de variação do custo unitário anual, chegamos a uma redução média de 5,2% ao ano nos custos operacionais unitários, no período de vigência do contrato de concessão. Este valor é relevante para a Artesp, pois a informação pode auxiliar na elaboração de novos contratos de concessão aprimorados no que tange à modicidade das tarifas.

Cabe enfatizar que a redução dos custos unitários devido ao aumento do tráfego não caracteriza fundamentalmente uma redução devido aos ganhos de escala. O que este trabalho expõe, a partir do referencial teórico da curva de experiência, são ganhos advindos da aprendizagem acumulada, uma vez que a demanda não aumentou de forma expressiva de um ano para outro. Desta forma, as análises da curva de experiência confirmam a adequação deste modelo sobre a evolução real dos custos operacionais das rodovias concedidas, tendo em vista as projeções apresentadas na outorga dos contratos e tendo em vista as projeções futuras que deverão constar dos novos contratos.

## 5.2 Concessionárias Rodoviárias Federais

A partir de balanços com os custos operacionais e do tráfego acumulado, ambos divulgados pela ANTT, foram realizadas análises de maneira análoga aos cálculos feitos com as concessionárias da Artesp. Foram consideradas as empresas: CRT, Novadutra, Concepa, Ponte e Concer. A escolha dessas empresas se deu por conta da maior disponibilidade de dados públicos em relação a outras concessionárias rodoviárias federais..

O Estado do Rio de Janeiro concentra a maior parte da atividade dessas concessionárias acima citadas: a CRT é responsável pela estrada Rio-Teresópolis-Além Paraíba (BR-116/RJ), a Ponte administra os 13,29 km da Ponte Rio-Niterói (BR-101/RJ), à Novadutra cabe a Rodovia Dutra entre Rio de Janeiro e São Paulo (BR-116/RJ/SP) e a Concer gerencia a ligação entre Rio de Janeiro e Juíz de Fora (BR-040/MG/RJ). A Concepa tem por objeto a exploração da Rodovia BR 290, no trecho que liga os municípios de Osório, Porto Alegre e Guaíba, no Estado do Rio Grande do Sul.

A fórmula utilizada para o cálculo foi a cunhada por Porter (1991):  $\text{LOG } Y = \text{LOG } a - b \text{ LOG } X$ . Os dados mostram que os custos operacionais unitários caíram à medida que aumentou a experiência acumulada, sendo esse crescimento maior nos primeiros anos da análise.

Tabela 3 - Dados Consolidados (Concessionárias Rodoviárias Federais)

Ano	Custos Operacionais	IGPM	Custo Operacional Real	Tráfego	Custo Operacional Unitário	Tráfego Acumulado
2002	R\$ 153.559.173,51	1,903994207	R\$ 292.375.776,86	195.824.576	R\$ 1,4930495	195.824.576
2003	R\$ 159.959.718,77	1,519427187	R\$ 243.047.145,45	194.330.249	R\$ 1,2506913	390.154.825
2004	R\$ 168.852.007,89	1,397688517	R\$ 236.002.512,45	207.294.645	R\$ 1,1384882	597.449.470
2005	R\$ 162.066.000,00	1,2433845	R\$ 201.510.352,42	174.400.499	R\$ 1,1554460	771.849.969
2006	R\$ 175.774.000,00	1,228519415	R\$ 215.941.771,71	176.843.981	R\$ 1,2210864	948.693.950
2007	R\$ 199.785.000,00	1,18320275	R\$ 236.386.161,41	219.119.308	R\$ 1,0788011	1.167.813.258
2008	R\$ 154.991.869,65	1,0981	R\$ 170.196.572,06	236.850.589	R\$ 0,7185820	1.404.663.847

OBS. Custo Operacional Real e Custo Operacional Unitário em valores reais de 2009.

Fonte: Dados disponibilizados pela ANTT e cálculos elaborados pelos autores

Utilizando os dados consolidados das empresas concessionárias, foi calculado o logaritmo de base dez dos dados de tráfego acumulado e do custo operacional unitário, conforme prevê a fórmula de Porter (1991) e realizou-se uma regressão para obter a reta ajustada, apresentada abaixo:  $\text{LOG } Y = 2,33768711510214 - 0,259112401461685 \cdot \text{LOG } X$

Desta forma,  $Y = 217,614141921582 \cdot X^{-0,259112401461685}$

Y = custo unitário real; X = tráfego acumulado;  $R^2 = 0,626$ ; Erro Padrão = 0,065

Na seqüência foi realizada a regressão entre o tráfego acumulado e custos operacionais unitários. Observa-se que os dados vão de 2002 até 2021. A escolha do ano inicial se justifica por ser o primeiro ano cujos dados foram divulgados pela ANTT, e o ano de 2021 foi fixado porque a maioria das concessões estudadas começou em 1996 e se encerrará 25 anos depois, em 2021. No entanto, é importante ressaltar que o período das concessões é variável, conforme mostra a Tabela 6 abaixo:

Tabela 4 – Dados Concessionárias Rodoviárias Federais

Concessionária	Início da concessão	Prazo (anos)
Ecosul	2000	27,5
Novadutra	1996	25
CRT	1996	25
Concer	1996	25
Ponte	1995	20
Concepa	1997	20

Fonte: Dados disponibilizados pela ANTT e cálculos elaborados pelos autores

A Tabela 5 e a Figura 2 a seguir mostram a relação entre tráfego acumulado e os custos unitários, obtida com a regressão. Foi considerada uma taxa de crescimento do tráfego de 3% ao ano, como no cálculo feito para as concessionárias da Artesp.

Tabela 5 – Projeção dos Custos Operacionais Unitários (Concessionárias Rodoviárias Federais)

Ano	Tráfego	Tráfego Acumulado (x)	Custo Operacional Unitário Estimado (Y)	Taxa de variação do custo unitário	Ano	Tráfego	Tráfego Acumulado (x)	Custo Operacional Unitário Estimado (Y)	Taxa de variação do custo unitário
2002	195.824.576	195.824.576	R\$ 1,54582915		2012	266.577.425	2.425.285.201	R\$ 0,805339	-0,02972
2003	194.330.249	390.154.825	R\$ 1,29297780	-0,16357	2013	274.574.747	2.699.859.948	R\$ 0,783267	-0,02741
2004	207.294.645	597.449.470	R\$ 1,15781358	-0,104537	2014	282.811.990	2.982.671.938	R\$ 0,763307	-0,02548
2005	174.400.499	771.849.969	R\$ 1,08347058	-0,06421	2015	291.296.349	3.273.968.288	R\$ 0,745098	-0,02386
2006	176.843.981	948.693.950	R\$ 1,02707558	-0,05205	2016	300.035.240	3.574.003.528	R\$ 0,728360	-0,02246
2007	219.119.308	1.167.813.258	R\$ 0,97323612	-0,05242	2017	309.036.297	3.883.039.825	R\$ 0,712876	-0,02126
2008	236.850.589	1.404.663.847	R\$ 0,92776431	-0,046722	2018	318.307.386	4.201.347.211	R\$ 0,698470	-0,02021
2009	243.956.107	1.648.619.953	R\$ 0,89005506	-0,040645	2019	327.856.608	4.529.203.818	R\$ 0,685002	-0,01928
2010	251.274.790	1.899.894.743	R\$ 0,85793270	-0,03609	2020	337.692.306	4.866.896.124	R\$ 0,672357	-0,01846
2011	258.813.034	2.158.707.777	R\$ 0,83000695	-0,03255	2021	347.823.075	5.214.719.199	R\$ 0,660438	-0,01773

Fonte: Dados disponibilizados pela ANTT e cálculos elaborados pelos autores

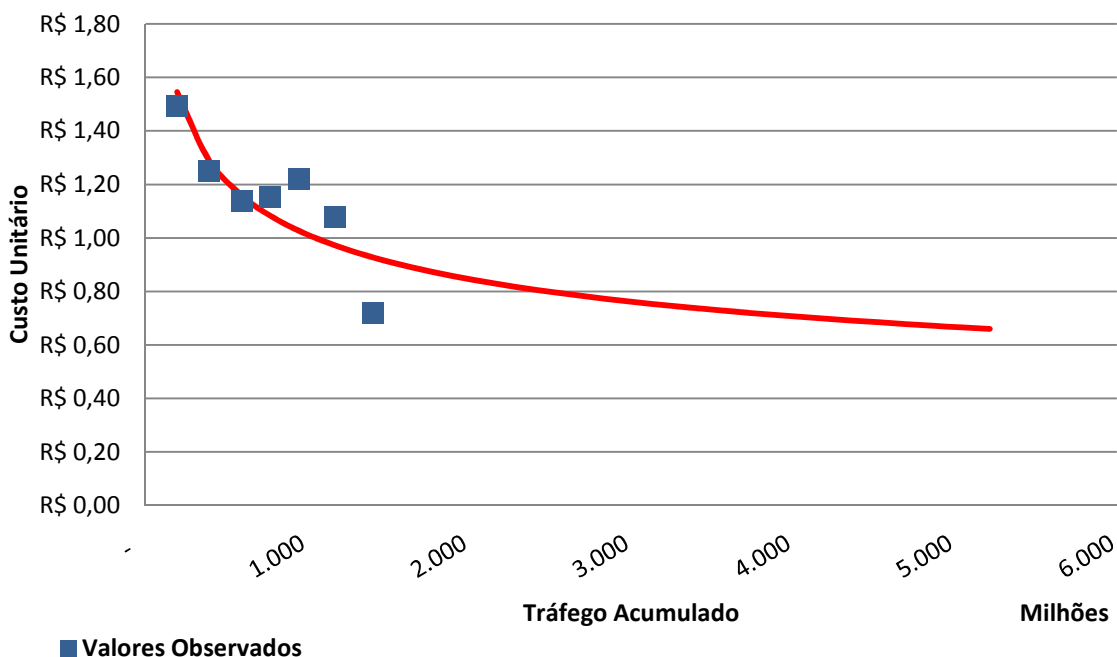


Figura 2 – Curva de Experiência das Concessionárias Federais de Transporte Rodoviário

Fonte: Dados da ANTT, cálculos elaborados pelos autores

Estes dados projetados estabelecem uma curva de experiência das empresas concessionárias do transporte rodoviário de 83,6%: a cada vez que duplica o tráfego acumulado nas rodovias, há uma redução de aproximadamente 16,4% nos custos operacionais unitários. Este valor é condizente com a experiência apresentada no referencial teórico e muito próximo ao encontrado para as concessionárias do Estado de São Paulo (16,6%). Como prevê a teoria, estas variações são mais intensas nos primeiros anos, como se pode perceber analisando a última coluna da Tabela 5. A trajetória se inicia com uma queda de 6,3% de 2002 para 2003 e se tornam mais suaves até o final do período de concessões, chegando a -1,7% no último ano da concessão.

Ao calcularmos uma média destas taxas de variação do custo unitário anual, chegamos a uma redução média de 4,3% ao ano nos custos operacionais unitários, no período estipulado. Novamente, esse valor é relevante para a ANTT, pois a informação pode auxiliar na elaboração de novos contratos de concessão aprimorados no que tange à modicidade das tarifas. Cabe enfatizar que a redução dos custos unitários devido ao aumento do tráfego não caracteriza fundamentalmente uma redução devido aos ganhos de escala, uma vez que a demanda não aumentou de forma expressiva de um ano para outro.

### **5.3 Um projeção para a concessão de Aeroportos**

Frente às necessidades ensejadas pelo vigoroso crescimento econômico brasileiro e por eventos internacionais com grande capacidade de atrair turistas, como a Copa do Mundo de Futebol, em 2014, e os Jogos Olímpicos, em 2016, o governo federal optou por legar ao setor privado as obras de ampliação e a administração dos principais aeroportos nacionais.

O edital com as regras para as concessões deve ser lançado em maio de 2012, mas o governo já deixou claro algumas características do projeto. Serão concedidos os aeroportos de Guarulhos, em São Paulo, e Brasília, no início de maio, seguido de Campinas, até o final do mês e, por último, em final de junho ou início de julho, de Confins, em Belo Horizonte e Galeão, no Rio de Janeiro. Pelo modelo de concessão, a empresa vencedora da licitação executa a obra necessária e em contrapartida explora comercialmente o aeroporto, com aluguel de lojas. O modelo a ser seguido é o de São Gonçalo do Amarante, no Rio Grande do Norte, que já foi entregue para construção pela iniciativa privada e estará pronto em dois anos.

Fazendo uma analogia à aprendizagem no setor de rodovias após a privatização, podemos projetar como seria o comportamento da curva de custos dos aeroportos com a aprendizagem obtida a partir da nova administração privada dos aeroportos.

Com base nos dados históricos de 2006 a 2009, custos operacionais e tráfego de passageiros divulgados pela Infraero, foram realizadas projeções para o comportamento de uma curva de aprendizagem para as empresas que vierem a ser responsáveis pela administração dos aeroportos, usando –se os mesmos parâmetros de taxa de aprendizagem das concessionárias rodoviárias. Foram contemplados na análise os aeroportos presentes na primeira etapa de privatização (Guarulhos, Campinas, Brasília, Confins e Galeão) que disponibilizaram mais informações contábeis: Brasília, Guarulhos e Rio de Janeiro.

As previsões foram realizadas até o ano de 2020, admitindo-se que 10 anos é um prazo adequado para se observar os efeitos da aprendizagem. Para estimar o crescimento anual do movimento nos aeroportos, utilizou-se a metodologia do IPEA (2011), que adota o conceito

de elasticidade-renda da demanda de transporte aéreo de passageiros. Entre 2006 a 2010, o PIB brasileiro teve um crescimento real de 19,15%. Como o movimento de passageiros cresceu 55,47% ao longo do mesmo período, isso representa uma elasticidade-renda da demanda por transporte aéreo de 2,89. Assumindo-se que essa elasticidade se mantenha nos próximos anos, e que o PIB brasileiro crescerá em média 4% ao ano entre 2011 e 2020, isso significa que o movimento de passageiros crescerá 299 % no período.

Considera-se que haverá um ponto de inflexão em relação a aprendizagem: o Custo Operacional Unitário tenderá a diminuir 16,5% cada vez que dobra a experiência (o volume de passageiros acumulado), número que é a média do valor encontrado na análise das rodovias paulistas e federais e valor próximo do previsto por Porter (2001) e Kreps (2004).

A tabela 6 mostra o possível efeito de uma curva de aprendizagem de 83,5% dos aeroportos de Brasília, Guarulhos e Rio de Janeiro, considerando-se o impacto financeiro da aprendizagem a partir do ano de 2013.

Ano	Custo Operacional observado	IGPM	Custo Operacional (R\$ 2009)	Passageiros	Custo Operacional Unitário (Y)	Passageiros Acumulados Pós Concessão (X)
2006	491.547.876	1,207388881	593.489.441	34.315.619	R\$ 17,30	
2007	586.666.219	1,162851663	682.205.788	40.268.084	R\$ 16,94	
2008	637.202.770	1,07921268	687.677.309	41.598.386	R\$ 16,53	
2009	685.072.463	0,9828	685.072.463	45.770.130	R\$ 14,97	
2010				53.351.120	R\$ 14,38	
2011				59.534.515	R\$ 13,14	
2012				66.434.565	R\$ 11,76	66.434.565
2013				74.134.331	R\$ 7,36	140.568.896
2014				82.726.500	R\$ 6,52	223.295.396
2015				92.314.502	R\$ 5,96	315.609.898
2016				103.013.752	R\$ 5,54	418.623.650
2017				114.953.046	R\$ 5,20	533.576.696
2018				128.276.104	R\$ 4,92	661.852.800
2019				143.143.305	R\$ 4,67	804.996.105
2020				159.733.614	R\$ 4,46	964.729.719

**Tabela 6 – Projeção dos Custos Operacionais Unitários de Aeroportos**

Fonte: Dados até 2009 Infraero; demais projeções elaboradas pelos autores

De acordo com as projeções apresentada, o Custo Operacional Unitário em 2020, admitida a aprendizagem de 83,5%, seria de R\$ 4,46.

## 6. CONCLUSÕES

Diante do estudo da evolução dos custos operacionais das concessionárias das rodovias do Estado de São Paulo nos primeiros 10 anos de concessão, constata-se que houve de fato um claro efeito de redução do custo real de operação, que é explicado pela teoria de curva de aprendizagem. Da mesma maneira, encontraram-se evidências empíricas sólidas demonstrando o mesmo efeito aprendizagem nas rodovias federais. Este estudo confirmou os

dados da pesquisa de Wright et al (2007) e verificou que existem benefícios de aprendizagem para as concessões rodoviárias do Estado de São Paulo, agora abrangendo em um período maior de análise

No caso das concessionárias da Artesp, verificou-se uma redução média de 16,6% nos custos operacionais cada vez que dobra a experiência acumulada do setor, ou seja, uma curva de experiência de 83,4%. A partir dos dados, foi calculada uma redução média de 5,2% ao ano nos custos operacionais unitários, no período de vigência do contrato de concessão.

Na outra esfera de análise, as concessionárias da ANTT apresentaram redução média de 16,4% nos custos operacionais (curva de experiência de 83,6%). A redução anual média dos custos operacionais unitários no período considerado foi de 4,3%.

O conceito da curva de aprendizagem foi aplicado para o setor aeroportuário, que começará a ser privatizado em 2012. Amparado pela evidência empírica de que a redução típica de custos operacionais nas concessões rodoviárias paulistas e federais é de 16,5% a cada vez que dobra a experiência, este artigo mostrou que a privatização pode evitar uma forte queda na qualidade dos serviços devido a “deseconomias de escala” decorrentes do forte aquecimento na demanda sem investimentos correspondentes, e ainda levar a uma redução dos custos operacionais reais.

A projeção do custos operacionais unitários médios nos aeroportos de Guarulhos, Brasília e Rio de Janeiro considerando o efeito aprendizagem observado nas concessões rodoviárias aponta que os custos operacionais unitários devem atingir R\$ 4,46 em 2020. Este resultado ilustra a perspectiva de uma economia anual nos custos operacionais de 1,68 Bilhões de Reais por ano no conjunto dos 3 aeroportos, em comparação aos custos unitários observados em 2009, considerando o movimento de 160 milhões de passageiros/ano nestes aeroportos em 2020.

Estes resultados ilustram a importância de considerar os impactos futuros e as oportunidades identificadas ao se incorporar o planejamento prospectivo de maneira abrangente nos processos decisórios de projetos de longa duração. Este tipo de análise também é relevante para o estabelecimento dos futuros contratos de concessão, pois a consideração do efeito aprendizagem sobre os custos torna possível definir contratos mais adequados e tarifas mais justas. Recomendamos que o efeito aprendizagem seja explicitamente considerado nos contratos, repartindo-se os efeitos de redução de custos entre a modicidade das tarifas e as empresas concessionárias, de modo a incentivar diretamente a busca de redução de custos pelas mesmas e estimulando o crescimento do setor pela redução de custos.

Embora estes resultados sejam bastante importante para a gestão das privatizações, todas as informações deste estudo foram tratadas sem um detalhamento dos fatores que promovem o aprendizado em cada organização. Esta limitação do estudo foi estabelecida em vista dos objetivos da pesquisa e da disponibilidade de dados secundários. Sugere-se que estudos futuros poderão aprofundar a análise dos diferentes fatores que afetam a aprendizagem em cada tipo de organização, de forma a identificar fatores críticos e os mecanismos de estímulo à aprendizagem que possam ser utilizados pelas empresas e incorporados aos contratos de concessão.

Conclusivamente, os resultados deste estudo apontam para a importância de se compreender e prover o mecanismo de aprendizagem nas organizações, de modo a apoiar seu desenvolvimento constante e a definição de metas de produtividade e desempenho desafiadores e realistas, em benefício da produtividade e eficiência da economia brasileira como um todo.

## REFERÊNCIAS

AAKER, D. A.; KUMAR, V.; DAY, G. S. *Pesquisa de Marketing*. São Paulo: Atlas, 2001.

Antt. Agência Nacional de Transportes Terrestres. Disponível em: <http://www.antt.gov.br/relatorios/rodoviario/relatorios.asp>. Acessado em: 30 junho 2011.

CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Experience curves in services: macro and micro level approaches. *International Journal of Operations & Production Management*. Vol 20. Num 7. pp 842. Bradford: 2000.

CORRÊA, H.; CAON, M. *Gestão de serviços: lucratividade por meio de operações e satisfação dos clientes*. São Paulo: Atlas, 2002.

DUARTE, FABIO M. R. *Concessão e Administração de Rodovias*. Porto Alegre: Editora Notadez. 2009.

OLIVEIRA, R. G.; MICHEL, F. D.; CYDIS, H. B. B (coordenação). *A experiência brasileira de concessões de rodovias*. São Paulo: FIPE/USP, 2003.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Editora Atlas, 1987.

INFRAERO. Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária. Disponível em: <http://www.infraero.gov.br/images/stories/Estatistica/anuario/final.pdf>. Acessado em: 30 junho 2011.

INFRAERO. Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária. Disponível em: [http://www.infraero.gov.br/images/stories/Infraero/Contas/Processos/2009anexo%20i\\_relatrio%20de%20gesto\\_part2.pdf](http://www.infraero.gov.br/images/stories/Infraero/Contas/Processos/2009anexo%20i_relatrio%20de%20gesto_part2.pdf). Acessado em: 30 junho 2011.

INFRAERO. Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária. Disponível em: <http://www.infraero.gov.br/images/stories/Infraero/Contas/Processos/relatgestao2008.pdf>. Acessado em: 30 junho 2011.

INFRAERO. Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária. Disponível em: <http://www.infraero.gov.br/images/stories/Infraero/Contas/Processos/relatgestao2007.pdf>. Acessado em: 30 junho 2011.

INFRAERO. Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária. Disponível em: <http://www.infraero.gov.br/index.php/br/resultados-anuais/processos-de-contas-anuais.html>. Acessado em: 30 junho 2011.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em: [http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/110414\\_nt005\\_diset.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/110414_nt005_diset.pdf). Acessado em: 30 junho 2011.

IPEA. Ipea Data. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>. Acessado em: 30 de setembro de 2011.

JABER, M. Y.; GUIFFRIDA, A.L. Learning curves for imperfect production processes with reworks and process restoration interruptions. *European Journal of Operational Research*. Volume 189. Issue 1. 16 August 2008.

KREPS, D. M. *Microeconomics for Managers*. New York: Norton, 2004.

PORTER, Alan. *Forecasting and management of technology*. USA: John Wiley & Sons, 1991.

PORTER, Michael E. (2001) "Strategy and the Internet", *Harvard Business Review*, March 2001

WRIGHT, J.; SPERS, R.G. Implicações Estratégicas dos Efeitos da Curva de Aprendizagem em Serviços: Um Estudo das Empresas Concessionárias do Setor Rodoviário em São Paulo. 2007.

WRIGHT, T. P. Factors affecting the cost of airplanes. *Journal of Aeronautical Sciences*. Vol. 3. pp. 275-82. 1935.

**EMAIL:** [jtwright@usp.br](mailto:jtwright@usp.br); [danielc@fia.com.br](mailto:danielc@fia.com.br); [andre.azevedo@fia.com.br](mailto:andre.azevedo@fia.com.br)

**ENDEREÇO:** Av. Professor Luciano Gualberto, 908, sala G163. São Paulo - SP